

JURNAL ISMETEK

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
INFORMATIKA • SIPIL • MESIN • ELEKTRO • SISTEM INFORMASI • ARSITEKTUR

KAJIAN LIMPASAN	Udien
EVALUASI KONDISI JALAN REL	Yudi
EVALUASI PERBANDINGAN	Jujuk
EVALUASI RISIKO KESELAMATAN	Djoko
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING	Leni
PERANCANGAN RUANG PENYIMPANAN DINGIN	Sahidul...
PERANCANGAN STRUKTUR DUDUKAN MESIN LAS	Parman
PERANCANGAN KETEL UAP PIPA API	Srihanto
TREN PENELITIAN ANALISIS WACANA KRITIS	Rendy
ANALISIS KUALITAS PRODUK SENSOR PARKING	Bambang...
ANALISIS DAN PERANCANGAN WEBSITE	Aji
ANALISIS SISTEM PRODUKSI POT PLASTIK	Sahidul...
ANALISA KONTAMINASI FLUIDA HIDROLIK	Indra
ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN	Hariyanto
TERAS MALIOBORO	Dian
PENGEMBANGAN LAHAN KECIL	Medina
ANALISIS DAN PERANCANGAN	Surya Darma
PERANCANGAN SISTEM INFORMASI	Sigit Wibisono
IMPLEMENTASI ALGORITMA	Lola
APLIKASI PENGHITUNG NILAI	Berliyanto
ANALISA PENGARUH HARDENING	Sigit Yulianto
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	Wibisono

JURNAL. i s m e T e k

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

• INFORMATIKA • SIPIL • MESIN • ELEKTRO • SISTEM INFORMASI • ARSITEKTUR

TIM REDAKSI

PENANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

PEMIMPIN REDAKSI

Dr. Iwan Setyadi, ST, MT

REDAKSI AHLI

Prof. Dr. Ir. Edy Siradj, M.Sc

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

Dr. Suryadi, ST, MT

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Dr. Berliyanto, S.Kom, MTI

Ir. Suwito, MM

REDAKSI PELAKSANA

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Ir. Srihanto, MT

Aji Nurrohman, S.Kom, MMSI

Leni Devera Asrar, ST, MT

Udien Yulianto, ST, M.Tech

Dedi Setiadi, SE, M.Kom

Ike Oktaviani, ST, MT

SEKRETARIAT REDAKSI

Sigit Wibisono, S.Kom, MT

BAGIAN SIRKULASI

Rendy Pribadi, S.Pd, M.Pd

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI

Jl. Raya Mawar Merah No.23

Pondok Kopi – Jakarta Timur

Telp. 021-8611849 – 8611850

Fax. 021-8613627

Email : ismetek@itbu.ac.id



JURNAL ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

• INFORMATIKA • SIPIL • MESIN • ELEKTRO • SISTEM INFORMASI • ARSITEKTUR

DAFTAR ISI

Kajian Limpasan Permukaan (Run Off) Pada Daerah Aliran Sungai Cidurian
Di Kabupaten Bogor

Udien.....1

Evaluasi Kondisi Jalan Rel Lintas Kroya-kutoarjo Jawa Tengah Berdasarkan Track Quality
Index (TQI)

Yudi.....6

Evaluasi Perbandingan Metode Pemasangan Marmer Dry System Dan Wet System
Terhadap Biaya Dan Waktu Pada Proyek Kontruksi Jakarta Office Tower Di Jakarta

Jujuk.....11

Evaluasi Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Apartemen Terbit
Fajar Di Cikarang

Djoko.....16

Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Sel Surya Berbasis IOT Menggunakan
Mikrokontroler ESP32

Leni Devera.....20

Perancangan Ruang Penyimpanan Dingin Sebagai Media Pematangan
Pisang Cavendish Dengan Kapasitas 3,5 Ton

Sahidul Anam, Muhammad Alif,.....26

Perancangan Struktur Dudukan Mesin Las Saw 1500a Untuk Pengelasan Shell Bejana
Tekan Diameter 1600 (mm)

Parman.....32

Perancangan Ketel Uap Pipa Api Kapasitas Uap 185 Kg /Jam Pada Gedung Perhotelan

Srihanto.....40

JURNAL ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

• INFORMATIKA • SIPIL • MESIN • ELEKTRO • SISTEM INFORMASI • ARSITEKTUR

Tren Penelitian Analisis Wacana Kritis pada Jurnal Sastra dan Linguistik Terapan di Indonesian: Tinjauan Tipe Penelitian, Subjek Penelitian dan Kerangka Kerja Rendy	46
Analisis Kualitas Produk Sensor Parking Dengan Menggunakan Metode Pengendalian Kualitas Statistik Bambang Agus, Triyono	52
Analisis Dan Perancangan Website Program Studi Teknik Informatika Pada Institut Teknologi Budi Utomo Aji	58
Analisis Sistem Produksi Pot Plastik Injection Molding Di Cv. Pgha Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sahidul, Somadi	63
Analisa Kontaminasi Fluida Hidrolik pada Sistem Hidrolik Pesawat Berbadan Sempit (Narrow Body) Airbus A320 Setelah 2000, 3000 dan 5000 Jam Terbang Indra	70
Analisa Pengaruh Media Pendingin (<i>Coolant</i>) Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Bubut Pada Bahan Aluminium Alloy (AA 6061) Hariyanto	76
Teras Malioboro Dan Pasar Bringarjo Dengan Gaya <i>Indische</i> Dalam Sumbu Filosofi Daerah Istimewa Yogyakarta Dian	84
Pengembangan Lahan Kecil Untuk <i>Mixed Use Building</i> di Pejaten, Jakarta Medina	89
Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Tiket Bus Secara Online PO. Garuda Mas Pulogadung Berbasis Web Surya Darma	91
Perancangan Sistem Informasi Penggunaan Ruang Lab Komputer Berbasis Website Di Kejuruan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Balai Besar Pelatihan Vokasi Dan Produktivitas Bekasi Sigit Wibisono	96

JURNAL **i s m e T e k**

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

• INFORMATIKA • SIPIL • MESIN • ELEKTRO • SISTEM INFORMASI • ARSITEKTUR

Implementasi Algoritma Runut Balik Pada Permainan *Tic Tac Toe*
Lola.....101

Aplikasi Penghitung Nilai Kemiripan Dokumen Dengan Algoritma *Winnowing*: Skenario Penggunaan, Rancangan, Dan Purwarupa
Berliyanto.....105

Analisa Pengaruh Hardening Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja S45c
Sigit Yulianto.....112

Analisis Dan Perancangan Sistem E-arsip Pada Desa Lubang Buaya Bekasi
Wibisono.....116

KAJIAN LIMPASAN PERMUKAAN (*RUN OFF*) PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI CIDURIAN DI KABUPATEN BOGOR

Udien Yulianto

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
udienyulianto@gmail.com*

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Cidurian sebagian berada di Kabupaten Bogor yang memiliki curah hujan tinggi, sehingga akan berpengaruh kepada besar limpasan permukaan yang berdampak pada tingginya banjir. Limpasan permukaan merupakan air hujan yang tidak dapat ditahan oleh tanah, vegetasi atau cekungan dan akhirnya mengalir langsung ke sungai atau laut. Perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama tingginya limpasan air permukaan (*runoff*) dibandingkan dengan faktor lainnya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung besar limpasan permukaan (*runoff*) adalah Metode SCS-CN (*Soil Conservation Service - Curve Number*). Dengan menggunakan parameter data curah hujan, penutupan lahan, dan jenis tanah, analisis data yang dapat dilakukan yaitu pengelompokan hidrologi tanah, penentuan nilai CN, menghitung volume total simpanan, lalu menghitung limpasan permukaan (*runoff*).

Berdasarkan hasil analisis Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2009 tertinggi terjadi pada lahan Pertanian dengan limpasan sebesar 127,35 mm atau setara dengan volume 11.954.885,21 m³. Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2009 terendah terjadi pada lahan Hutan dengan limpasan sebesar 8,27 mm atau setara dengan volume 314.759,23 m³. Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2019 tertinggi terjadi pada lahan Pertanian dengan limpasan sebesar 127,35 mm atau setara dengan volume 12.140.419,89 m³. Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2019 terendah terjadi pada lahan Tanah Terbuka dengan limpasan sebesar 150,75 mm atau setara dengan volume 33.974,70 m³. Peningkatan volumetertinggi terjadi pada penggunaan lahan sawah sebesar 1.356.054,95 m³ dengan selisih peningkatan lahan 9,56 km². Penyusutan volume terbesar pada lahan semak/belukar berjumlah - 1.281.524,33 m³ dengan selisih penyusutan lahan - 12,26 km².

Kata kunci : limpasan, *run off*, aliran, sungai

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu hampan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (pungguk bukit) yang berfungsi untuk menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (*outlet*). Definisi DAS tersebut mengartikan bahwa seluruh permukaan daratan di bumi ini terbagi habis dalam DAS (Nasjono, 2019). Pemanfaatan potensi sumberdaya alam di dalam DAS (termasuk hutan) untuk berbagai kepentingan dan kebutuhan manusia telah menyebabkan terjadinya degradasi lahan dan hutan yang dahsyat. Perubahan pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak terkendali akan mempengaruhi fungsi dan keseimbangan lingkungan termasuk proses-proses hidrologis di dalam wilayah DAS, akibatnya terjadi ketidakseimbangan neraca air, sedimen, hara

dan rusaknya habitat keanekaragaman hayati. Kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) saat ini sangat memprihatinkan dengan semakin tingginya frekuensi banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Salah satu penyebab terjadinya longsor selain karena erosi, juga dapat terjadi karena meningkatnya volume limpasan yang terjadi. Oleh karena itu kita harus memperhatikan faktor-faktor apa saja yang dapat meningkatkan volumelimpasan tersebut. Limpasan permukaan merupakan air hujan yang tidak dapat ditahan oleh tanah, vegetasi atau cekungan dan akhirnya mengalir langsung ke sungai atau laut. Karakteristik daerah yang berpengaruh terhadap besarnya limpasan air permukaan antara lain adalah topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan atau penutup lahan.

Perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama tingginya limpasan air permukaan (*runoff*) dibandingkan dengan faktor lainnya. Pada lahan yang bervegetasi lebat, air hujan yang jatuh akan tertahan pada vegetasi sehingga *runoff* yang terjadi kecil (Amirul Chaerul, 2021). Sedangkan pada lahan terbuka atau tanpa vegetasi, air hujan yang jatuh sebagian besar menjadi *runoff* yang mengalir menuju sungai sehingga mengakibatkan debit aliran sungai menjadi besar. Limpasan permukaan (*runoff*) merupakan sebagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. *Runoff* terjadi apabila tanah tidak mampu lagi menginfiltrasikan air di permukaan tanah karena tanah sudah dalam keadaan jenuh. *Runoff* juga dapat terjadi apabila hujan jatuh di permukaan yang bersifat *impermeable* seperti beton, aspal, keramik, dan lain-lain. Peristiwa banjir dan erosi yang sering melanda beberapa wilayah di Indonesia merupakan dampak dari *runoff* yang tidak dapat ditangani dengan baik (Stevania, 2012)

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kajian. Pada penelitian ini dilakukan kajian terhadap permasalahan di lokasi penelitian dengan memanfaatkan data sekunder sebagai sumber data utama.

Pada penelitian ini terdapat dua variabel, diantaranya limpasan permukaan (*runoff*) dan perubahan tutupan lahan. Dimana pada lokasi penelitian terdapat perubahan tutupan lahan yang berpengaruh terhadap besar limpasan permukaan (*runoff*) yang terjadi. Pada penelitian ini dilakukan kajian data besar limpasan permukaan (*runoff*) di DAS Cidurian pada tahun 2009 dan tahun 2019, dan besar pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan (*runoff*) pada tahun 2009 dan tahun 2019.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan berupa dokumen. Data yang diperoleh yaitu Data Sekunder, Data Sekunder merupakan data atau

informasi yang diperoleh dalam format yang sudah tersusun atau terstruktur, berupa publikasi-publikasi atau brosur-brosur melalui pihak lain (lembaga atau instansi). Data sekunder ini berupa Curah Hujan Maksimum, Peta Penutupan Lahan, Peta Batas DAS, dan Peta Administrasi, dan Peta Jenis Tanah.

2.2.2. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data statistik kuantitatif, yaitu analisis yang menghasilkan data berupa angka atau bisa diangkakan. Adapun analisis data yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan Besar Limpasan Permukaan (*Runoff*) Pada Beberapa Tutupan di DAS Cidurian Tahun 2009 dan Tahun 2019 Dengan Menggunakan Metode SCS-CN.
 - a. Pengelompokan Hidrologi Tanah
 - b. Penentuan Nilai CN
 - c. Perhitungan Volume Dari Total Simpanan Permukaan (*Retention Parameter*)
 - d. Perhitungan Limpasan Permukaan (*Runoff*)
2. Perhitungan Pengaruh Perubahan Tutupan Terhadap Limpasan Permukaan (*Runoff*) di DAS Cidurian Dengan Pada Tahun 2009 dan Tahun 2019 Dengan Menggunakan Metode SCS-CN, 3)

Adapun perhitungan pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan (*runoff*) adalah untuk mengetahui selisih luas dan limpasan permukaan (*runoff*) yang terjadi pada tahun 2009 dan tahun 2019.

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Metode pembahasan hasil analisis pada penelitian ini adalah dengan menyajikan data berupa angka Besar Limpasan Permukaan (*Runoff*) Pada Beberapa Tutupan di DAS Cidurian Tahun 2009 dan Tahun 2019 Dengan Menggunakan Metode SCS-CN dan Pengaruh Perubahan Tutupan Terhadap Limpasan Permukaan (*Runoff*) di DAS Cidurian Dengan Pada Tahun 2009 dan Tahun 2019 Dengan Menggunakan Metode SCS-CN. Pembahasan hasil analisis ini disampaikan dengan menggunakan tabel.

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1. Perhitungan Besar Limpasan Permukaan (*Runoff*) di DAS Cidurian Tahun 2009 dan Tahun 2019 Dengan Menggunakan Metode SCS-CN

a. Pengelompokan Hidrologi Tanah

Pada Peta Jenis Tanah dilakukan identifikasi tekstur tanah pada masing-masing jenis tanah, lalu dengan mengacu pada Tabel 2.2 dapat diketahui Kelompok Hidrologi Tanah pada masing-masing jenis tanah. Kemudian untuk mengetahui Kelompok Hidrologi Tanah pada setiap tutupan lahan tahun 2009 dilakukan dengan cara *overlay* Peta Jenis Tanah yang telah dilakukan identifikasi Kelompok Hidrologi Tanah dengan Peta Penutupan Lahan Tahun 2009 menggunakan aplikasi AcrGIS 10.3.

b. Penentuan Nilai CN

Curve Number (CN) pada setiap tutupan lahan diperoleh dengan cara mengidentifikasi Kelompok Hidrologi Tanah dengan Tabel 2.1. Pada tabel tersebut terdapat angka CN klasifikasi Kelompok Hidrologi Tanah pada masing-masing tutupan lahan.

c. Perhitungan Volume Dari Total Simpanan Permukaan (*Retention Parameter*)

Untuk mengetahui besar Volume Dari Total Simpanan Permukaan (*Retention Parameter*) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$s = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$s = \frac{25400}{98} - 254$$

$$s = 259,18 - 254$$

$$s = 5,18 \text{ mm}$$

Tabel 3.1 Nilai S Pada Tiap Penutupan Lahan

No.	Keterangan	25400	Nilai CN	254	S (mm)
1	Badan Air	25400	98	254	5,18
2	Hutan	25400	30	254	592,67
3	Permukiman	25400	77	254	75,87
4	Perkebunan	25400	71	254	103,75
5	Pertanian	25400	78	254	71,64
6	Sawah	25400	83	254	52,02
7	Semak/Belukar	25400	70	254	108,86
8	Tanah Terbuka	25400	86	254	41,35

Sumber : Analisis Mandiri (2022)

3.1.2. Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan (*Runoff*) di DAS Cidurian Tahun 2009 dan Tahun 2019 Dengan Menggunakan Metode SCS-CN

Besar pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan (*runoff*) dapat diketahui dengan cara menghitung selisih luas tutupan lahan tahun 2009 dengan tahun 2019, maka akan didapatkan besar perubahan luas pada masing-masing tutupan lahan. Setelah itu menghitung selisih limpasan permukaan (*runoff*) tahun 2009 dengan tahun 2019, maka akan didapatkan besar perubahan limpasan permukaan (*runoff*) pada masing-masing tutupan lahan (Stevania, 2012)

Tabel 3.2 Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan (*Runoff*) Tahun 2009 dan Tahun 2019

No.	Keterangan	Luas (km ²)		Perubahan Luas (km ²)	Q (m ³)		Perubahan Q (m ³)
		2009	2019		2009	2019	
1	Badan Air	0,00	0,35	0,35	-	66.253,74	66.253,74
2	Hutan	10,00	11,31	-1,73	114.700,21	287.342,43	167.416,821
3	Permukiman	1,00	0,00	0,70	278.877,07	1.097.390,48	818.751,61
4	Perkebunan	18,12	18,10	0,54	1.772.382,99	1.738.772,24	33.610,81
5	Pertanian	91,07	91,31	1,46	11.954.005,21	12.148.430,00	185.554,00
6	Sawah	21,02	21,30	0,38	3.238.173,00	4.394.030,01	1.155.857,01
7	Semak/Belukar	12,20	0,00	12,20	1.201.124,33	-	1.201.124,33
8	Tanah Terbuka	0,00	0,21	0,21	-	31.974,70	31.974,70
Total		162,61	162,61	-	18.019.364,12	19.974.986,46	1.955.622,34

Sumber : Analisis Mandiri (2022)

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat pada tahun 2009 & 2019 perubahan lahan mengakibatkan peningkatan & penyusutan nilai limpasan permukaan, perubahan lahan di lahan badan air sebesar 0,35 km² lalu peningkatan limpasan permukaannya sebesar 66.253,74 m³. Perubahan di lahan hutan mengalami penyusutan sebesar -1,73 km² lalu penyusutan limpasan permukaan sebesar -

47.416,82 m³. Perubahan di lahan permukiman meningkat sebesar 6,74 km² lalu terjadi peningkatan limpasan permukaan sebesar 838.733,41 m³. Perubahan di lahan perkebunan mengalami penyusutan sebesar -0,34 km² lalu penyusutan limpasan permukaan sebesar -35.990,05 m³. Perubahan di lahan pertanian meningkat sebesar 1,46 km² lalu terjadi peningkatan limpasan permukaan sebesar 185.534,68 m³. Perubahan di lahan sawah meningkat sebesar 9,56 km² lalu terjadi peningkatan limpasan permukaan sebesar 1.356.054,95 m³. Perubahan di lahan semak/belukar mengalami penyusutan sebesar -12,26 km² lalu penyusutan limpasan permukaan sebesar -1.281.524,33 m³. Dan perubahan di lahan tanah terbuka meningkat sebesar 0,23 km² lalu terjadi peningkatan limpasan permukaan sebesar 33.974,70 m³.



Gambar 3.1 Grafik Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan (*Runoff*)
Sumber : Analisis Mandiri (2022)

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

Adapun hasil pembahasan pada penelitian ini dirangkum dalam Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Pembahasan Hasil Analisis

No.	Analisis	Hasil Analisis	
		Tahun 2009	Tahun 2019
1	Limpasan Permukaan (<i>Runoff</i>) tertinggi	127,35 mm atau setara dengan volume 11.954.885,21 m ³ (Lahan Pertanian)	127,35 mm atau setara dengan volume 12.140.419,89 m ³ (Lahan Pertanian)
2	Limpasan Permukaan (<i>Runoff</i>) terendah	8,27 mm atau setara dengan volume 314.759,23 m ³ (Lahan Hutan)	150,75 mm atau setara dengan volume 33.974,70 m ³ (Lahan Tanah Terbuka)
3	Peningkatan volume tertinggi Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan (<i>Runoff</i>) Tahun 2009 dan Tahun 2019	1.356.054,95 m ³ (Lahan Sawah)	
4	Penyusutan volume terbesar Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan (<i>Runoff</i>) Tahun 2009 dan Tahun 2019	-1.281.524,33 m ³ (Lahan Semak/Belukar)	

Sumber : Analisis Mandiri (2022)

Berdasarkan analisis dan penelitian yang telah dilakukan hasilnya adalah positif, yang artinya penelitian ini sesuai dengan harapan. Menjawab rumusan masalah mengenai besar Limpasan Permukaan (*Runoff*) adalah sebagai berikut:

1. Besar limpasan permukaan (*runoff*) berdasarkan analisis pada beberapa tutupan lahan di DAS Cidurian pada tahun 2009 dan 2019 dengan menggunakan metode SCS-CN, hasilnya adalah:
 - a) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2009 tertinggi terjadi pada lahan Pertanian dengan limpasan sebesar 127,35 mm atau setara dengan volume 11.954.885,21 m³.
 - b) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2009 terendah terjadi pada lahan Hutan dengan limpasan sebesar 8,27 mm atau setara dengan volume 314.759,23 m³.
 - c) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2019 tertinggi terjadi pada lahan Pertanian dengan limpasan sebesar 127,35 mm atau setara dengan volume 12.140.419,89 m³.
 - d) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2019 terendah terjadi pada lahan Tanah Terbuka dengan limpasan sebesar 150,75 mm atau setara dengan volume 33.974,70 m³.
2. Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2019 terendah terjadi pada lahan Tanah Terbuka dengan limpasan sebesar 150,75 mm atau setara dengan volume 33.974,70 m³.
 - a) Peningkatan volume tertinggi terjadi pada penggunaan lahan sawah sebesar 1.356.054,95 m³ dengan selisih peningkatan lahan 9,56 km².
 - b) Penyusutan volume terbesar pada lahan semak/belukar berjumlah -1.281.524,33 m³ dengan selisih penyusutan lahan -12,26 km².

4. KESIMPULAN

Hasil analisis dan penelitian yang telah dilakukan hasilnya positif, yang artinya penelitian ini sesuai dengan harapan, besar Limpasan Permukaan (*Runoff*) adalah sebagai berikut:

- 1) Besar limpasan permukaan (*runoff*) berdasarkan analisis pada beberapa tutupan lahan di DAS Cidurian pada tahun 2009 dan 2019 dengan menggunakan metode SCS-CN, hasilnya adalah :
 - a) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2009 tertinggi terjadi pada lahan Pertanian dengan limpasan sebesar 127,35 mm atau setara dengan volume 11.954.885,21 m³.
 - b) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2009 terendah terjadi pada lahan Hutan dengan limpasan sebesar 8,27 mm atau setara dengan volume 314.759,23 m³.
 - c) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2019 tertinggi terjadi pada lahan Pertanian dengan limpasan sebesar 127,35 mm atau setara dengan volume 12.140.419,89 m³.
 - d) Limpasan Permukaan (*Runoff*) pada Tahun 2019 terendah terjadi pada lahan Tanah Terbuka dengan limpasan sebesar 150,75 mm atau setara dengan volume 33.974,70 m³.
 - 2) Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan (*runoff*) di DAS Cidurian pada tahun 2009 dan 2019 dengan menggunakan metode SCS-CN, hasilnya adalah :
 - a) Peningkatan volume tertinggi terjadi pada penggunaan lahan sawah sebesar 1.356.054,95 m³ dengan selisih peningkatan lahan 9,56km².
 - b) Penyusutan volume terbesar pada lahan semak/belukar berjumlah 1.281.524,33 m³ dengan selisih penyusutan lahan -12,26 km².
- Manikin. (Jurnal), Universitas Nusa Cendana: Kupang, 2018.
- Stevania Romana Thela (1) Wibowo Hari (2) Danial Meddy (3). (2012) Analisis Limpasan Permukaan (*Runoff*) Pada Bagian Hilir DAS Sekayam. (Jurnal), Universitas Tanjungpura Pontianak: Pontianak.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amirul Chaerul (1) A. Rahman (2). (2021). Analisis Limpasan Permukaan (*Runoff*) Pada Daerah Aliran Sungai Jenelata Kabupaten Gowa. (Skripsi), Universitas Muhammadiyah Makassar: Makassar, 2021.
- Nasjono Judi K (1) Utomo Sudiyo (2) Marawali Umbu D.B. (3). (2019), Keandalan Metode *Soil Conservation Services-Curve Number* Untuk Perhitungan Debit Puncak DAS

EVALUASI KONDISI JALAN REL LINTAS KROYA-KUTOARJO JAWA TENGAH BERDASARKAN *TRACK QUALITY INDEX (TQI)*

Yudi Setiawan

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
yudisetiawan@gmail.com*

Abstrak

Frekuensi kereta api yang melintasi jalur Kroya-Kutoarjo terus meningkat seiring berjalannya waktu dan menjadikan lintas Kroya-Kutoarjo sebagai lintas terpadat pada Daerah Operasional (DAOP) 5 Purwokerto sepanjang 77 km dan melewati 15 stasiun dengan lebar sepur 1067 mm, sehingga pada lintas ini sangat besar kemungkinan terjadinya penurunan kualitas jalan rel akibat beban sarana yang melintas.

Perlu dilakukan perencanaan volume pemeliharaan tahunan jalan rel untuk mengetahui kondisi dari indeks kualitas jalan rel, dalam penelitian ini dilakukan analisis volume pemeliharaan jalan rel berdasarkan hasil nilai *Track Quality Index (TQI)* dari hasil pengukuran Kereta Ukur jenis EM-120 untuk menentukan prosentase kategori masing-masing nilai TQI dan panjang kategori masing-masing nilai TQI. Setelah itu dilakukan analisis volume pemeliharaan tahunan jalan rel berdasarkan daya angkut lintas/passing tonnage dan klasifikasi jalan kereta api.

Hasil analisis data kereta ukur lintas Kroya-Kutoarjo berdasarkan kategori nilai TQI secara keseluruhan dalam kondisi baik dengan rincian petak jalan IJ-GB menjadi yang terjelek dengan nilai TQI sebesar 52,52 dan prosentase sebesar 13%, lalu petak jalan Sumpiuh-Tambak menjadi yang paling baik dengan nilai TQI sebesar 24,71 dan prosentase sebesar 6%. Volume perawatan tahunan berdasarkan kerusakan pada petak IJ-GB sepanjang 6146 m³sp dengan rincian kerusakan pada wesel 62 m³sp, lengkung sepanjang 2647 m³sp, Lurusan 3420 m³sp, perlintasan sepanjang 17 m³sp dan Bangunan hidmat sepanjang 305 m³sp. Untuk mendapat hasil perawatan yang baik perlu dilakukan pemecokan sebanyak 0,571 kali/tahun dan penggantian rel sepanjang 6146 m³sp karena hasil hitungan umur rel sudah melebihi batas toleransi.

Kata kunci : evaluasi, jalan rel, *track quality index*

1. PENDAHULUAN

Kereta api merupakan salah satu moda transportasi yang digemari oleh masyarakat karena ketepatan waktu dan juga keamanannya sehingga pemerintah terus melakukan pembangunan jaringan perkeretaapian nasional hingga mencapai 12.100 km (tersebar dipulau Jawa-Bali), Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua) termasuk jaringan kereta api kota/perkotaan sepanjang 3.800 km sesuai dengan Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (Aulia, 2017).

Pembangunan dibidang kereta api bertujuan memudahkan akses untuk perpindahan orang maupun barang serta meningkatkan perekonomian nasional. Lalu lintas kereta api akan terus meningkat seiring berkembangnya industri dimana hal tersebut dapat mempengaruhi kondisi kualitas geometri jalan rel yang berujung pada menurunnya kualitas lintas, di Indonesia ada beberapa parameter geometri yang mempengaruhi penurunan

kualitas jalan rel yaitu angkatan, listrigan, pertinggian, dan lebar sepur. Angka yang dihasilkan dari parameter tersebut menjadi acuan untuk ukuran kualitas secara keseluruhan disebut dengan *Track Quality Index (TQI)* atau Indeks Kualitas Lintasan, penggunaan TQI dapat memberikan kemungkinan untuk menilai indikator kinerja jalan rel dan juga dapat digunakan untuk membandingkan kinerja lintasan sebelumnya dengan lintas setelah dilakukan pemeliharaan (Fistcar, 2020)

Frekuensi kereta api yang melintasi jalur Kebumen-Kutoarjo terus meningkat seiring berjalannya waktu dan menjadikan lintas Kebumen-Kutoarjo sebagai lintas terpadat pada Daerah Operasional (DAOP) 5 Purwokerto sepanjang 77 km dan melewati 14 stasiun dengan lebar sepur 1067 mm, sehingga pada lintas ini sangat besar kemungkinan terjadinya penurunan kualitas jalan rel, dan perlu dilakukan penelitian terhadap penurunan kualitas jalan berdasarkan nilai TQI pada lintas

tersebut serta perlu dilakukan perencanaan volume pemeliharaan jalan rel. Berdasarkan tinjauan di atas maka penulis skripsi ini tertarik untuk meneliti Evaluasi Kondisi Jalan Rel Lintas Kroya-Kutoarjo Jawa Tengah berdasarkan *Track Quality Index* (TQI) (Lubis, 2020)

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian evaluasi adalah suatu prosedur ilmiah yang sistematis yang dilakukan untuk mengukur hasil program atau proyek terkait efektifitas suatu program apakah telah sesuai dengan tujuan yang direncanakan atau tidak. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari PT Kereta Api (Persero) selaku stakeholder yang terkait dengan penelitian ini. Datasekunder yang diperlukan adalah data hasil kereta ukur untuk jalur dimana nilainya menunjukkan kondisi jalan rel yang ada. Adapun variabel yang akan digunakan adalah lebar jalur, pertinggian, angkatan, dan listringan. Secara khusus penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Penyusunan tahapan penelitian ini disesuaikan dengan kemampuan peneliti dimana maksud dari tiap tahapan.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara memperoleh data inventaris milik PT.KAI. Adapun data-data yang diperoleh sebagai berikut :

a) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah ada dan diperoleh dari sumber terkait. Adapun data sekunder, sebagai berikut:

1. Data stamformasi kereta dan gerbong didapatkan dari kantor DAOP V Purwokerto seksi operasional.
2. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) tahun 2021 untuk mengetahui nomor kereta yang melintas pada lintas Kroya-Kutoarjo.
3. Data sarana kereta api yang melintasi DAOP V untuk mengetahui nama kereta api yang melintas pada lintas Kroya- Kutoarjo.
4. Data peta lintas jalur kereta DAOP V

5. Data Material Jalan (DMJR) Rel DAOP V Purwokerto digunakan untuk perhitungan frekuensi pemecokan per tahun.

2.2.2. Metode Analisis Data

Pengolahan data diawali dengan mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan. Analisis data yang dilakukan untuk data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- a. Analisis Penentuan Prioritas Perawatan Jalan Rel Pada Lintas Kroya – Kutoarjo
- b. Analisis Solusi Perbaikan Hasil Kondisi Indeks Kualitas Jalan Rel/Track Quality Index (TQI) Pada Lintas Kroya -Kutoarjo.

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Analisis dilakukan dengan cara mengumpulkan data sekunder yang didapat secara langsung, data tersebut dibutuhkan untuk mengetahui bagaimanakah nilai *Track Quality Index* (TQI) pada lintas Kroya- Kutoarjo. Adapun langkah-langkah yang diambil, sebagai berikut :

- 1) Pembahasan Hasil Analisis Penentuan Prioritas Perawatan Jalan Rel Pada Lintas Kroya – Kutoarjo
 - a) Pengelompokan nilai *Track Quality Index* (TQI) berdasarkan *type device* yang berupa wesel, lengkung, lurus, perlintasan dan bangunan hidmat.
 - b) Menentukan nilai rata-rata TQI per petak jalan berdasarkan *type device*, masing-masing *type device* yaitu nilai wesel, lengkung, lurus, perlintasan dan bangunan hidmat.
 - c) Menentukan nilai rata-rata TQI pada lintas Kroya-Kutoarjo berdasarkan *type device*
 - d) Menghitung volume kerusakan lintas Kroya-Kutoarjo
- 2) Pembahasan Hasil Analisis Solusi perbaikan hasil kondisi Track Quality Index (TQI) (Dewi, 2017), pada lintas Kroya -Kutoarjo:
 - a) Menghitung frekuensi kereta api yang melintas per hari
 - b) Menghitung stamformasi kereta api untuk mengetahui *passingtonnage*
 - c) Menghitung *passing tonnage* tahunan
 - d) Menghitung frekuensi pemecokan
 - e) Analisis umur rel menggunakan metode

PERJANA

f) Analisis Tekanan Gandar (Verhein)

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1. Analisis Penentuan Prioritas Perawatan Jalan Rel

Penurunan kualitas jalan rel dipengaruhi beberapa faktor baik dari internal maupun eksternal, hal tersebut menandakan bahwa pentingnya pemantauan atau monitoring secara berkala agar memastikan bahwa jalan rel tidak melebihi batas toleransi dan tetap layak untuk dilalui oleh kereta.

Penentuan nilai dari TQI didapatkan dari empat parameter yaitu Angkatan, listrangan, pelebaran, pertinggian. Kondisi jalur kereta api dipresentasikan oleh Indeks Kualitas Jalan Rel atau *TrackQuality Index* (TQI). Nilai TQI yakni didapat dari pengukurandengan menggunakan kereta ukur digunakan untuk menentukan ukuran geometri ideal lintas, yaitu penyimpangan vertikal atau genjotan dan penyimpangan horisontal atau transversal, hasil pengukuran tersebut menghasilkan *Track Quality Index* yang dapat menggambarkan kondisi jalan dengan kategorinya, 4).

Untuk menentukan kategori nilai *Track Quality Index* (TQI) berdasarkan nilai yang diperoleh dari *print out* hasil kereta ukur perlu dilakukan analisis TQI. Dari hasil pengukuran kereta ukur dapat diketahui petak jalan, lintas, *device type* (jenis lokasi yang diukur), panjang, lokasi (km+hm), kelas jalan, total nilai TQI, pertinggian, angkatan, lestrengan, lebar sepur, dan posisi rel yang diukur. Seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1 merupakan data *print outhasil* pengukuran kereta ukur.

Tabel 3.1 Contoh printout hasil kereta ukur lintas kroya-kutoarjo

Sumber : Kereta Ukur Unit Jalan Rel dan Jembatan DAOP 5 Purwokerto

Tabel 3.1 merupakan contoh *print out* hasil kereta ukur padalintas Kroya- Kutoarjo jalur hulu yang berisikan lintas yang diukur dan juga

kilometer pengukuran serta panjang kerusakan, kemudian ada *type device* yang dilalui yaitu berupa wesel, lengkung, lurus, perlintasan sebidang, dan bangunan hidmat. Total nilai TQI juga tercantum dalam tabel, total nilai TQI diambil dari penjumlahan standar deviasi pada pertinggian, angkatan, lestrengan, dan lebar

Tabel 3.2 Keterangan pada Hasil Print Out Kereta Ukur

No	Nama	Keterangan
1	WSL	Jenis lokasi yang dilalui KA ukur adalah wesel
2	LRS	Jenis lokasi yang dilalui KA ukur adalah lurus
3	LK	Jenis lokasi yang dilalui KA ukur adalah lengkung
4	JPL	Jenis lokasi yang dilalui KA ukur adalah perlintasan
5	BH	Jenis lokasi yang dilalui KA ukur adalah bangunan hidmat
6	Panjang	Volume nilai yang terukur
7	Kelas	Kelas jalan rel yang terukur
8	Total TQI	Total nilai pertinggian, angkatan, lestrengan dan lebar sepur
9	Angkatan	Nilai kersakan pada angkatan
10	Lestrengan	Nilai kerusakan pada lestrengan
11	Pertinggian	Nilai kerusakan pada pertinggian
12	Lebar Sepur	Nilai kerusakan pada lebar sepur
13	Posisi	Latak jalan rel yang terukur

Sumber : Unit Jalan Rel dan Jembatan DAOP 5 Purwokerto

Hasil perhitungan nilai rata-rata TQI per petak jalan berdasarkan *type device* ditunjukkan pada Tabel 4.9, sedangkan perhitungan nilai rata-rata TQI per petak jalan berdasarkan *type device* secara keseluruhan.

3.1.2. Analisis Solusi Perbaikan hasil *Track Quality Index*

a. Analisis *Passing Tonage*

Rangkaian kereta api penumpang dan kereta api barang yang melintas padalintas Kroya-Kutoarjo di jalur hulu dapat diketahuidengan melihat Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) 2021 VA-VC pada Lampiran GAPEKA VA menunjukkan rangkaian kereta api yang melintas pada pukul 00.00-08.00 WIB,GAPEKA VB menunjukkan rangkaian kereta api yang melintas pada pukul 08.00-16.00 WIB dan GAPEKA VC pada pukul 16.00-24.00 WIB. Pada lembar GAPEKA hanya disajikan nomor dari rangkaian kereta yang melintas dan untuk mengetahui nama rangkaian yang melintas didapatkan dari nama-nama rangkaian kereta api yang melintas DAOP V.

b. Stamformasi kereta

Beban dari rangkaian kereta api yang melintas pada lintas Kroya-Kutoarjo dihitung berdasarkan susunan atau stamformasinya, biasanya satu rangkaian kereta api terdiri beberapa kereta maupun

gerbong dan dilengkapi dengan penggerak baik itu berpengerak sendiri maupun ditarik oleh lokomotif. Sebagai contoh perhitungan dilakukan pada kereta penumpang Singasari dari Dipo Induk Blitar relasi Pasar Senen- Blitar dengan lokomotif CC206 berat siap 84 ton.

c. Tonase Lokomotif (TI)

Berdasarkan data kereta api yang melintas pada lintas Kroya-Kutoarjo pada jalur hulu ada beberapa jenis lokomotif yang melintas, berat lokomotif yang digunakan dalam perhitungan adalah berat siap lokomotif. Jenis lokomotif yang melewati lintas Kroya-Kutoarjo dengan rincian:

Tabel 3.3 Jenis dan berat lokomotif

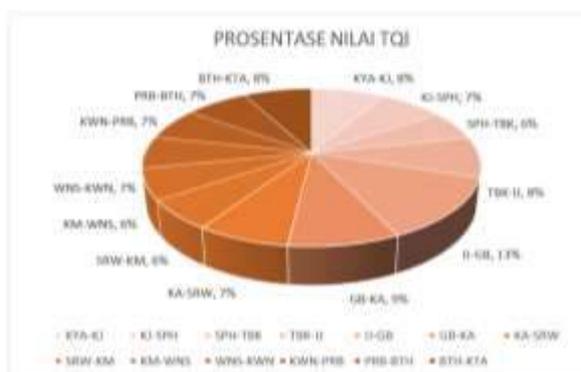
Jenis Lokomotif	Berat Kosong (ton)	Berat Siap (ton)	Beban Ganda (ton)
BB 300	33,6	36	9
BB 301	48	52	13
BB 302	40,9	44	11
BB 303	39,6	42,8	10,7
BB 304	48	52	13
BB 305	48	52	13
BB 306	37,5	40	10
CC 200	92	96	16
CC 201	78	84	14
CC 202	-	108	18
CC 203	78	84	14
CC 204	78	84	14,6
CC 205	-	108	19
CC 206	83	90	14,6

Sumber: unit operasi Daop V Purwokerto

3.2. Pembahasan hasil Analisis

3.2.1. Penentuan Prioritas Perawatan Jalan rel

Dari hasil perhitungan TQI diperoleh prosentase nilai TQI keseluruhan dari masing-masing petak jalan yang dituangkan dalam diagram dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Prosentase nilai TQI
Sumber: Olahan Penelitian

Dari hasil perhitungan diketahui nilai rata-rata TQI petak II- GB merupakan yang terbesar dengan nilai TQI 52,52 (jelek) sedangkan petak

jalan SPH-TBK menjadi yang terkecil dengan nilai TQI sebesar 24,71. Kemudian untuk menentukan kategori nilai TQI dapat melihat pada standar nilai TQI pada tabel 3.3 . Hasil perhitungan rata-rata nilai TQI per petak jalan berdasarkan kategori ditunjukkan pada tabel Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Standar nilai TQI

Total TQI	Kategori
TQI < 20	Baik Sekali
20 - 35	Baik
35 - 50	Sedang
>50	Jelek

Sumber : Rulhendri, 2015 dalam Kurniawan

3.2.2. Solusi Perbaikan Hasil Analisis TQI

a. Passing tonage

Berdasarkan data tonase lokomotif dan tonase ekuivalen dapat kita cari mengenai passing tonnage dalam satu tahun lintas Kroya-Kutoarjo sebagai berikut:

$$TE = 40.935,9 \text{ ton/hari}$$

$$S = 1,1 \text{ (V maksimum 120 km/jam)}$$

Maka:

$$T = 360 \times S \times TE$$

$$T = 360 \times 1,1 \times 51220,1$$

$$T = 20.283.159,6 \text{ ton/tahun atau } \mathbf{20,283159 \times 10^6 \text{ ton/tahun}}$$

b. Frekuensi pemecokan

Berdasarkan perhitungan maka nilai FP dapat dicaridengan persamaan berikut: $F_p = 0,2\% + 0,9\% + 1,6\% + 0\%$ $F_p = 2,7\% = 0,027$

Passing Tonnage (T) pada lintas Kroya-Kutoarjo adalah sebesar $20,283159 \times 10^6$ ton/tahun dan kecepatan maksimumnya (S) sebesar 120 km/jam, nilai T dan S yang sudah diketahui nilainya kemudia dimasukan kedalam persamaan berikut:

$$F = 0,023 \times T^{0,3} \times S^{0,5} \times (1+F_p)$$

$$F = 0,023 \times 20^{0,3} \times 120^{0,5} \times (1+0,027)$$

$$F = 0,64 \text{ kali/tahun } \sim \mathbf{18 \text{ bulan sekali}}$$

Tabel 3.5 Batas atas dan batas bawah tonase pada lengkung R > 800

LRC	Tonase							
	R.42		R.50		R.54		R.58	
1	80	84	88	92	96	100	104	108
2	82	86	90	94	98	102	106	110
3	84	88	92	96	100	104	108	112
4	86	90	94	98	102	106	110	114
5	88	92	96	100	104	108	112	116
6	90	94	98	102	106	110	114	118
7	92	96	100	104	108	112	116	120
8	94	98	102	106	110	114	118	122
9	96	100	104	108	112	116	120	124

Sumber: Perjana PT.KAI

Dari data lengkung yang diperoleh dari unit Jalan rel Daop V kondisi pada lintas Kroya-Kutoarjo rata-rata memiliki lengkung Radius lebih dari 800, dari data tersebut maka dapat dihitung umur teknis rel sebagai berikut:

- Untuk daerah lurus dengan lengkung radius $R > 800$ Tonase tahunan = $20,283159 \times 10^6$ ton/tahun
- Dari data tabel didapatkan nilai :
- | | |
|------|------|
| BAUR | = 28 |
| BBUR | = 35 |
| BATT | = 18 |
| BBTT | = 30 |

$$\text{Umur rel} = 35 + \frac{(20,3-30) \cdot (28-35)}{28-35} = 30 \text{ Tahun}$$

Berdasarkan Analisis dan pembahasan dapat diketahui bahwasanya kondisi jalan rel lintas Kroya-Kutoarjo terdapat beberapa petak dalam kondisi yang jelek terutama pada petak ijo- gombang dengan nilai TQI 52,52, sedangkan untuk nilai TQI lintas kroya-kutoarjo pada lurus yang tergolong jelek sebesar 51,13 dan umur teknis rel yang sudah mendekati batas toleransi yaitu 30 tahun, maka untuk solusi perbaikan yang tepat dilakukan adalah meningkatkan atau penggantian komponen rel R54 menjadi R60 sepanjang 45489m'sp.

Seiring dengan kapasitas lintas yang meningkat maka harus diimbangi dengan peningkatan prasarana berupa peningkatan komponen rel.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai TQI pada lintas Kroya-Kutoarjo sebagai berikut:

- 1) Analisis penentuan Prioritas Perawatan data TQI lintas Kroya-Kutoarjo berdasarkan katagori standar yang berlaku di Indonesia diperoleh pada petak Ijo – Gombang dengan kategori jelek TQI > 50 rata-rata nilai TQI 52,52 dengan prosentase 13% dan petak jalan Sumpiuh-tambak tergolong dalam kategori Baik dengan nilai TQI terkecil pada lintas Kroya-Kutoarjo dengan nilai TQI 24,71 dan prosentase 6%. Secara keseluruhan nilai TQI pada lintas Kroya-Kutoarjo berdasarkan type device WSL, LK, LRS, JPL, BH berturut-turut

ialah 31,45, 22,55, 51,13, 31,7 dan 19,88.

- 2) Solusi perbaikan hasil Track Quality Index Volume perawatan tahunan didasarkan pada kerusakan petak Ijo-Gombang yaitu sepanjang 6146 m'sp dengan rincian kerusakan pada wesel 62 m'sp, lengkung sepanjang 2647 m'sp, Lurusan 3420 m'sp, perlintasan sepanjang 17 m'sp dan Bangunan hidmat sepanjang 305 m'sp. Untuk mendapatkan hasil perawatan yang sempurna maka dilakukan pemecokan sebanyak 0,64 kali/tahun dan penggantian rel sepanjang 6146 m'sp karena dari hasil hitungan sudah mendekati batas toleransi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, R., & Parikesit, D. (2017). Perencanaan pemeliharaan jalan reldaop vi yogyakarta. *Prosiding Simposium II – UNIID 2017, September*, 978–979.
- Dewi Pamungkas, T. Y. (2017). the Issues of Track Maintenance Management in Indonesia (Based on Study of the British Railways). *Journal of the Civil Engineering Forum*, 3(1), 321.
- Fistcar, W. A., Widyastuti, H., Iranata, D., & Prastyanto, C. A. (2020). Pengaruh Parameter Track Quality Indeks (Tqi) Terhadap Perilaku Bantalan Beton. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 131.
- Lubis, R. R. A., & Widyastuti, H. (2020). Penentuan Rekomendasi Standar *Track quality index* (TQI) untuk Kereta Semicepat di Indonesia (Studi Kasus :Surabaya - Cepu). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 39.

EVALUASI PERBANDINGAN METODE PEMASANGAN MARMER DRY SYSTEM DAN WET SYSTEM TERHADAP BIAYA DAN WAKTU PADA PROYEK KONTRUKSI JAKARTA OFFICE TOWER DI JAKARTA

Jujuk Kusumawati

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
jujukk.itbu@gmail.com*

Abstrak

Perkembangan dunia konstruksi maupun arsitektur di Indonesia dari tahun ke tahun semakin berkembang maju dengan munculnya beragam ide inovasi baru terkait design arsitektur ataupun metode dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Salah satu contoh yang berkembang dengan pesat dalam dunia arsitektur adalah penggunaan marmer yang memiliki berbagai macam kelebihan sebagai *finishing* penutup dinding. Pekerjaan pasang penutup dinding pada proyek pembangunan *Jakarta Office Tower* untuk *area lift lobby* dan *toilet* dengan menggunakan marmer. Pekerjaan pemasangan marmer pada proyek *Jakarta Office Tower* yaitu dengan menggunakan metode *dry system* (sistem kering), dimana pekerjaan pemasangan menggunakan rangka *support*, Akan tetapi pemasangan marmer pada dinding bagian dalam dapat pula menggunakan metode *wet system* (sistem basah) yaitu metode pemasangan marmer menggunakan adukan campuran bahan dengan perbandingan tertentu.

Dalam penelitian ini, bertujuan mengetahui perbandingan pemasangan dinding marmer dengan metode *dry system* (sistem kering) dan *wet system* (sistem basah) pada proyek pembangunan *Jakarta Office Tower*. Metodologi yang digunakan yaitu penelitian evaluasi tentang analisis dengan variabelnya adalah metode pemasangan dinding marmer dan indikatornya yaitu biaya dan waktu, berdasarkan hasil pengolahan data sekunder. Dalam hal ini diketahui metode *dry system* (sistem kering) dibutuhkan 7 jenis material, dikerjakan oleh 15 orang dengan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 1.626.460,- dan luas volume perharinya 5,2 m². Sedangkan *wet system* (sistem basah) dibutuhkan 5 jenis material, dikerjakan oleh 12 orang dengan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 1.082.954,- dan luas volume perharinya 5,2 m². Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan metode *wet system* (sistem basah) lebih cepat, ekonomis dan efisien.

Kata kunci : perbandingan, metode, *dry system*, *wet system*

1. PENDAHULUAN

Banyaknya proyek berskala kecil sampai dengan berskala besar yang dibangun oleh pemerintah, maupun yang berasal dari perusahaan swasta dalam negeri maupun dari luar negeri mengindikasikan bahwa Indonesia saat ini telah berada pada tahap perkembangan bidang konstruksi yang cukup signifikan. Lahirnya banyak inovasi-inovasi baru terkait *design* arsitektur, modifikasi perancangan ataupun metode dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi tersebut, diharapkan memudahkan konsultan dalam merencanakan, dan memudahkan kontraktor dalam melaksanakan pekerjaannya. Oleh karena itu, banyak dilakukan penelitian bagaimana bisa mewujudkan infrastruktur dan bangunan yang

lebih ekonomis, efisien, dan cepat tanpa melupakan aspek mutu dan keselamatan kerja.

Batu marmer merupakan batuan metamorf yang berasal dari rekristiliasi batu kapur. Corak dari batu marmer yang asli tidak dapat diseragamkan karena secara alami alur yang dimilikinya berbeda-beda (Desi Fatma, 2016). Dinding adalah bagian bangunan yang dipasang secara vertikal berfungsi sebagai pemisah antar ruang, baik antar ruang dalam maupun ruang dalam dan ruang luar, menyokong atap dan langit-langit, membagi antar ruangan, serta melindungi terhadap cuaca.

Material penyusun dinding memiliki berbagai macam jenis seperti: batako, batu bata, hebel dan lain sebagainya, akan tetapi setelah selesai pekerjaan pemasangan seringkali

pasangan dinding terlihat kurang rapi, oleh karena itu maka perlu untuk melakukan pekerjaan *Finishing*. Pekerjaan *finishing* adalah pekerjaan akhir dari sebuah kegiatan pembangunan dalam rangka menutupi, melapisi dan memperindah dari sebuah bangunan konstruksi tersebut. Terdapat beberapa jenis material yang digunakan untuk *finishing* salah satunya adalah marmer, marmer memiliki berbagai macam jenis, warna yang beragam, tekstur yang menarik sehingga cocok untuk dijadikan sebagai penutup dinding.

Dalam pekerjaan konstruksi tidak sedikit terjadi masalah yang terkait dengan waktu ataupun biaya. Hal ini dikarenakan banyak faktor, salah satunya yaitu perencanaan anggaran biaya. Perencanaan anggaran biaya ini akan mempengaruhi banyak aspek, salah satunya adalah metode pelaksanaan pekerjaan yang akan digunakan nantinya. Dilihat dari beberapa aspek seperti alat dan bahan yang digunakan serta bentuk fisik yang ada di lapangan pada masing-masing metode pemasangan dinding marmer, diketahui bahwa pemasangan penutup dinding marmer dengan metode *dry system* (sistem kering) jauh lebih mahal bila dibandingkan dengan metode *wet system* (sistem basah), sehingga membuat biaya pelaksanaan semakin besar (PT. Fageti, 2017). Begitu juga dalam segi waktu, pemasangan dengan *wet system* (sistem basah) lebih cepat dibandingkan dengan *dry system* (sistem kering) (Wiyanti, 2011)

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini dikategorikan sebagai jenis penelitian evaluasi yaitu jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan. Variabel dalam penelitian ini adalah metode pemasangan dinding marmer yang menggunakan teknik/metode *dry system* (sistem kering) dan *wet System* (sistem basah) serta perbandingan biaya dan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer.

Setelah mengetahui jenis penelitian dan variabelnya, maka pada metodologi ini yang digunakan adalah penelitian evaluasi

perbandingan metode *dry system* dan *wet system* dari segi biaya dan waktu.

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian memberi gambaran mengenai rancangan penelitian meliputi prosedur yang perlu dilakukan dan selanjutnya data tersebut akan dianalisis.

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan data sekunder. Data sekunder adalah metode pengambilan yang di peroleh dan di kumpulkan peneliti dalam bentuk dokumen-dokumen tertulis atau elektronik dari lembaga/institusi atau pihak pemilik data yang sudah ada.

Data yang penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh sebagai berikut:

1. *As Built Drawing*
2. Jenis Material Yang Digunakan
3. Daftar Harga Material
4. Upah Pekerja
5. Volume Area Pekerjaan
6. *Time Schedule*

Pada data-data diatas yang telah dikumpulkan dari pihak kontraktor pelaksana dan kontraktor utama, untuk diolah dengan melakukan analisis rencana anggaran biaya dan waktu dalam pekerjaan pemasangan dinding marmer dengan metode *dry system* dan *wet system* sebagai perbandingan.

2.2.2. Metode Analisis Data

Metode analisis adalah kegiatan menganalisis data, dari data yang sudah diperoleh sebelumnya, kemudian melakukan kajian terhadap teori dan data-data yang diperoleh. Analisis dari data ini dilakukan dengan metodologi penelitian Analisis Inferensial. Berdasarkan rumusan masalah yang ada, untuk menghitung dan menganalisis data.

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah dilakukan analisis data, maka dalam pembahasan hasil analisis metode pemasangan dinding marmer *dry system* dan *wet system* menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Pembahasan Hasil Analisis Metode Pemasangan Dinding Marmer dengan Metode *Dry System* (Sistem kering) dan *Wet System* (Sistem Basah)
- b. Pembahasan Hasil Analisis Perbandingan Metode Pemasangan Dinding Marmer dengan Metode *Dry System* (Sistem Kering) dan *Wet system* (Sistem basah) Terhadap Biaya dan Waktu.

3. PEMBAHASAN

Pada setiap pelaksanaan pekerjaan pembuatan bangunan kontruksi mulai dari perumahan, perkantoran samapi gedung faktor utama yang sangat diperhitungkan adalah metode pelaksanaan pekerjaan, karena metode pelaksanaan akan sangat berpengaruh terhadap besarnya biaya yang harus dikeluarkan serta durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Sehingga diperlukan pemikiran pemilihan alternatif pada item pekerjaan untuk efisiensi biaya dan waktu. Pembahasan hasil analisis pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu pembahasan analisis perbandingan metode pekerjaan dan pembahasan perbandingan metode pemasangan dinding marmer *dry system* (sistem kering) dengan *wet system* (sistem basah) terhadap biaya dan waktu.

1. Pembahasan Hasil Analisis Metode

Pada pembahasan analisis metode pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer diketahui bila metode *dry system* (sistem kering) adalah metode/teknik pekerjaan pemasangan dinding marmer menggunakan rangka *support* sebagai perkuatan pada dinding marmer yang dikehendaki, sedangkan metode *wet system* (sistem basah) metode/teknik pemasangan dinding marmer yang menggunakan adukan dari campuran bahan tertentu seperti *screed*/pasir pasang dan *adhesive*/semen pekat sebagai perkuatan dinding marmer. Berikut rekapitulasi perbedaan metode pemasangan dinding marmer:

Tabel 3.1 Perbedaan Metode

No	Uraian	Metode Dry System	Metode Wet System
1.	Jenis Perkuatan	Rangka	Adukan
2.	Jenis Material	7 Jenis	3 Jenis
3.	Jumlah Tenaga Kerja (1 Group)	13 orang	12 orang
4.	Harga Satuan Pekerjaan Setiap 1m ²	1.626.400	1.033.950
5.	Volume Perhari	5,2	7,8

Sumber: Hasil Analisis

2. Pembahasan Hasil Analisis Biaya dan Waktu

Pada pembahasan analisis metode pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer diketahui bila metode *dry system* (sistem kering) dan *wet system* (sistem basah) terhadap biaya dan waktu, maka dihasilkan:

a. Pembahasan Hasil Analisis Biaya

Pada pembahasan hasil analisis biaya sdari data Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer menggunakan metode *dry system* (sistem kering) dan *wet system* (sistem basah), dapat dilihat dari hasil rekapitulasi perbandingan biaya seperti berikut ini:

Tabel 3.2 Perbandingan Biaya Metode *Dry System* Dan *Wet System*

No	Uraian Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Biaya (Rp)
1	Metode Dry System (sistem Kering)	1451,556	m ²	2.620.596.527
2	Metode Wet System (sistem Basah)	1451,556	m ²	1.665.937.989

Sumber: Hasil Analisis

Pada grafik pembahasan hasil analisis biaya dapat di lihat sebagai perbandingan yaitu:



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Biaya
Sumber: Hasil Analisis

Dari data *table* dan grafik maka dapat disimpulkan selisih harga antara metode *dry system* dan *wet system* sebesar Rp. 954.658.538,-. Sehingga diketahui jika metode *dry system* (sistem kering) lebih mahal dibandingkan dengan metode *wet system* (sistem basah) dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer.

b. Pembahasan Hasil Analisis Waktu

Pada perhitungan waktu pelaksanaan sangatlah penting dan harus diperhatikan, karena sangat berpengaruh pada suatu pekerjaan agar bisa diselesaikan tepat waktu. Pada setiap pekerjaan selesai lebih cepat, akan lebih bagus agar fasilitas tersebut segera difungsikan. Sehingga dapat menguntungkan semua pihak terutama yang terkait pada pelaksanaan seperti pemilik proyek, konsultan dan kontaktor pelaksana.

Pada hasil pembahasan perhitungan durasi waktu untuk pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer menggunakan metode *dry system* (sistem kering) dan *wet system* (*sistem basah*), dapat dilihat dari hasil rekapitulasi perbandingan durasi waktu seperti berikut ini:

Tabel 3.3 Perbandingan Waktu Metode *Dry System* Dan *Wet System*

No	Uraian Pekerjaan	Waktu	
		Metode Dry System (sistem kering)	Metode Wet System (sistem basah)
		(Hari)	(Hari)
1	Pemasangan dinding marmer area toilet dan lift lobby	144,63	96,42

Sumber: Hasil Analisis

Dari data tabel diatas maka dapat disimpulkan untuk selisih durasi waktu antara metode *dry system* dan *wet system* yaitu selama 48,21 hari atau 1,61 bulan. Sehingga diketahui jika metode *wet system* (sistem basah) lebih cepat dibandingkan dengan metode *dry system* (sistem

kering) dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer. Berikut grafik pembahasan hasil analisis durasi waktu dapat di lihat sebagai perbandingan yaitu:



Gambar 3.2 Grafik Perbandingan Durasi Waktu

Sumber: Hasil Analisis

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat setelah melakukan analisis dan pembahasan perbandingan metode pemasangan marmer dengan menggunakan metode *dry system* (sistem kering) dan *wet system* (sistem basah), sebagai berikut:

- Berdasarkan analisis metode pelaksanaan pemasangan dinding marmer diketahui jika metode *wet system* lebih ekonomis, efisien dan praktis karena lebih sedikit menggunakan jenis material, peralatan kerja maupun jumlah pekerja yang melaksanakannya.
- Perbandingan biaya dan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan dinding marmer dengan metode *dry system* (sistem kering) dan *wet system* (sistem basah), sebagai berikut:
 - Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer metode *dry system* (sistem kering) adalah sebesar Rp.2.620.596.527,- dan total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding marmer metode *wet system* (sistem basah) adalah sebesar Rp.1.665.937.989,-. Dari total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada masing-masing metode pekerjaan maka didapatkan selisih harga sebesar Rp.

954.658.538,-. Maka diketahui metode *wet system* lebih hemat dan ekonomis.

- b. Durasi waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pemasangan dinding marmer metode *dry system* (sistem kering) adalah selama 144,63 hari sedangkan durasi waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pemasangan dinding marmer metode *wet system* (sistem basah) adalah selama 96,42 hari. Dari total durasi waktu yang dibutuhkan pada masing-masing metode pekerjaan maka didapatkan selisih waktu selama 48,21 hari atau 1,61 bulan, maka metode pelaksanaan pemasangan dinding marmer dengan metode *wet system* (sistem basah) lebih cepat dalam durasi waktu pengerjaannya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Desy Fatma, (2016), <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/meteorologi/proses-terjadinya-marmer>
- PT. Fagetti, (2017) Metode Pemasangan Marmer, Jakarta, Indonesia.
- Wiyanti, D. S.(2011) , *Analisis Evaluasi Metode Kerja Pekerjaan Pemasangan Keramik Dengan Metode Time and Motion Study*,

EVALUASI RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK APARTEMEN TERBIT FAJAR DI CIKARANG

Djoko Subagijo

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
djokosuinyok@gmail.com*

Abstrak

Indonesia adalah salah satu negara berkembang dimana banyak sekali pembangunan yang sedang dilaksanakan. Pembangunan yang cukup signifikan terjadi pada pembangunan di bidang konstruksi. Masalah keselamatan kerja dan kesehatan kerja menarik perhatian banyak organisasi saat ini karena mencakup: sifat manusia, biaya dan manfaat ekonomi, aspek hukum, tanggung jawab dan citra organisasi itu sendiri. Pada pembangunan proyek konstruksi gedung bertingkat merupakan kegiatan yang sangat kompleks dan sangat berbahaya, karena besarnya bobot pekerjaan dan ketinggian struktur yang akan dibangun. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor penyebab kecelakaan kerja sekaligus upaya untuk meminimalisir risiko yang terjadi, sehingga bermanfaat untuk para tenaga kerja agar lebih memahami dan berhati-hati saat menjalankan pekerjaan.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan jasmani maupun rohani tenaga kerja khususnya dan manusia pada umumnya serta hasil karya dan budaya menuju masyarakat adil dan makmur. Metode pengumpulan data menggunakan metode kuesioner terhadap pekerja dan karyawan proyek. Metode analisis data pada penelitian ini menggunakan skala likert, kemudian akan dibahas menggunakan metode pembobotan/*scoring*. Terbit Fajar adalah sebuah *apartment* yang memiliki 9 lantai dikawasan Deltamas, Cikarang. Huniaan ini menggabungkan spesifikasi bangunan rumah Jepang

Kata kunci : evaluasi risiko, K3, apartemen

1. PENDAHULUAN

Kegiatan jasa konstruksi telah terbukti mempunyai peranan penting dalam perkembangan dan pertumbuhan ekonomi di semua negara di dunia, termasuk Indonesia, baik yang diselenggarakan oleh pemerintah maupun swasta. Indonesia adalah salah satu negara berkembang dimana banyak sekali pembangunan yang sedang dilaksanakan. Pembangunan yang cukup signifikan terjadi pada pembangunan dibidang konstruksi. Beberapa proyek konstruksi di Indonesia banyak terjadi di kota besar, salah satunya kota Jakarta.

Industri konstruksi memiliki potensi kecelakaan kerja yang cukup tinggi, kemungkinan terjadinya kecelekaan pada proyek konstruksi dapat mengganggu kegiatan pekerjaan proyek dan juga menimbulkan kerugian bagi tenaga kerja yang terlibat. Kecelakaan kerja dapat mengakibatkan kerugian ekonomi berupa tagihan medis untuk biaya pengobatan, kompensasi pekerja, dan perbaikan fasilitas kerja. Terdapat biaya tidak langsung akibat kecelakaan kerja antara lain kehilangan waktu

kerja/pemutusan hubungan kerja (PHK), reputasi perusahaan yang rusak, dan potensi berkurangnya peluang bisnis (kehilangan karyawan). Salah satu penyebab terjadinya kecelakaan kerja di lokasi konstruksi adalah kurangnya perhatian pekerja itu sendiri, fasilitas yang kurang memadai di lokasi konstruksi, cuaca berubah-ubah, waktu konstruksi yang terbatas, banyak tenaga kerja yang tidak terlatih, banyak pekerja memiliki kualifikasi manajemen keselamatan kerja yang sangat lemah, pelaksana proyek sering mengabaikan persyaratan dan peraturan dalam K3 (Dinas PU, 2007)

Tindakan keselamatan di area kerja sangat diperlukan, baik bagi pekerja maupun bagi perusahaan. Dalam hal ini program K3 erat kaitannya dengan pekerjaan struktur atas. Semakin tinggi struktur bangunan yang akan dibangun, semakin tinggi juga risikonya karena bobot pekerjaan yang semakin besar (PP No. 50, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang Evaluasi Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada

Proyek Apartemen Terbit Fajar. Sehingga dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja bagi pekerja dan karyawan proyek.

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengadakan evaluasi langsung ke lokasi proyek konstruksi, yaitu proyek pembangunan Apartemen Terbit Fajar. Pengambilan data ini dilakukan dengan proses wawancara pada pihak kontraktor, dan pengisian questioner identifikasi dan faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja di proyek konstruksi.

Terdapat dua Variabel dalam penelitian ini, yaitu sumber bahaya pada pekerjaan, peralatan, dan material, serta resiko kecelakaan kerja yang akan dialami oleh pekerja dan karyawan proyek Terbit Fajar.

Setelah mengetahui jenis penelitian dan variabelnya, maka metodologi yang digunakan yaitu penelitian evaluasi terhadap sumber bahaya dan resiko kecelakaan. Proses evaluasi pada penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi komputer berupa *Microsoft excel*.

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian meliputi prosedur yang perlu dilakukan yang selanjutnya data tersebut akan dianalisis.

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah *kuesioner*, yaitu salah satu metode survei dalam melakukan penelitian yang dipakai untuk mengumpulkan data, yang berisi pertanyaan-pertanyaan untuk dijawab oleh responden, kemudian dikumpulkan, diolah dan dijadikan sebuah teori atau kesimpulan. *Kuesioner* yang digunakan dalam hal ini adalah *Kuesioner* tertutup yakni *kuesioner* yang sudah disediakan jawabannya, sehingga responden tinggal memilih jawaban yang sudah tersedia.

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer yang diperoleh dari pakar K3 proyek Apartemen Terbit Fajar, yaitu:

Tabel 2.1 Jumlah Responden

No.	Jabatan	Jumlah Responden
1	Project Manager	1
2	Kepala Teknik	1
3	Safety Supervisor	1
4	Supervisor	2
5	Pekerja	45
Jumlah		50

Sumber: Olahan Penelitian

Berikut pertanyaan questioner sebagai data primer pada penelitian ini yang di dapat dari pakar K3 proyek Pembangunan Apartemen Terbit Fajar, bahwa ada 3 indikator dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 Data Penelitian

No.	Indikator	Nomor
1	Sumber Bahaya (X1)	X1.1 – X1.18
2	Resiko Kecelakaan (X2)	X2.1 – X2.18
3	Upaya Pencegahan (X3)	X3.1 – X3.18

Sumber: Olahan Penelitian

Lima skala pilihan digunakan pada *kuesioner* ini untuk memaksa responden memilih salah satu kutub karena pilihan "netral" tidak tersedia untuk memudahkan responden membedakan setiap poin skala. Terdapat 2 alternatif jawaban pada *kuesioner* ini, untuk alternatif jawaban yang ke 1 menggunakan tabel 2.1, sedangkan untuk alternatif jawaban yang ke 2 menggunakan tabel 2.2

Tabel 2.3 Alternatif Jawaban Sumber Bahaya dan Resiko Kecelakaan

Alternatif Jawaban	Nilai Skor
Sangat Tidak Berbahaya (STB)	1
Tidak Berbahaya (TB)	2
Kurang Berbahaya (KB)	3
Berbahaya (B)	4

Sumber: Olahan Penelitian

Tabel 2.4 Alternatif Jawaban Upaya Pencegahan

Alternatif Jawaban	Nilai Skor
Sangat Tidak Berpengaruh (STB)	1
Tidak Berpengaruh (TB)	2
Kurang Berpengaruh (KB)	3
Berpengaruh (B)	4
Sangat Berpengaruh (SB)	5

Sumber: Olahan Penelitian

Sudah disediakan beberapa alternatif untuk menjawab pertanyaan dengan memberikan tanda (√) pada kolom bagian bawah yang nantinya akan mendapatkan skor seperti yang dijelaskan pada tabel di atas. Berikut questioner yang dapat dilihat pada beberapa tabel di bawah ini:

2.2.2. Metode Analisis Data

a. Metode Analisis Faktor yang Berpengaruh Pada Risiko K3

Metode analisis data pada sumber bahaya menggunakan metode skala *likert*. Berikut penyajian analisis penerapan pelaksanaan K3 pada proyek *Apartemen Terbit Fajar* oleh PT. Lokal Saja pada pekerjaan baja dan bata.

b. Metode Analisis Faktor yang Paling Berpengaruh Pada Risiko K3

Metode analisis data pada risiko kecelakaan kerja dan upaya pencegahan terjadinya kecelakaan menggunakan metode skala *likert*. Berikut penyajian analisis tingkat risiko kecelakaan kerja dan upaya untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan pada proyek *Apartemen Terbit Fajar* oleh PT. Lokal Saja dapat dilihat pada beberapa tabel sebagai berikut:

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

a. Metode Pembahasan Hasil Analisis Faktor Yang Berpengaruh Pada Risiko K3

Metode pembahasan hasil analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pembobotan atau *scoring*. Setelah dilakukan analisis data maka dilakukan pembahasan hasil analisis. Dari hasil analisis diperoleh bobot (%) dan

ranking dari masing-masing indikator. Dari hasil tersebut dilakukan penentuan pembatasan bobot (%).

b. Metode Pembahasan Hasil Analisis Risiko yang Paling Berpengaruh Pada Risiko K3

Metode pembahasan hasil analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pembobotan atau *scoring*. Setelah dilakukan analisis data maka dilakukan pembahasan hasil analisis. Dari hasil analisis diperoleh bobot (%) dan ranking dari masing-masing indikator. Dari hasil tersebut dilakukan penentuan pembatasan bobot (%) yang paling berpengaruh, dan menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang diuji.

3. PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan Hasil Analisis

3.1.1. Pembahasan Hasil Analisis Faktor yang Berpengaruh Pada Risiko K3

Pembahasan hasil analisis faktor yang berpengaruh pada Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada proyek *Terbit Fajar* oleh PT. Lokal Saja. Hasil dari kuesioner dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Faktor } X_{1.9} = \frac{222}{50} \times 100\% = 4,44\%$$

Keterangan:

- Faktor (X) = Pertanyaan yang terdapat pada indikator (X1)
- 222 = Total nilai skor dari tiap - tiap responden
- 50 = Total responden

Tabel 3.1 Hasil Analisis Faktor yang Berpengaruh (X1)

No	Indikator	Bobot (%)
1	Sumber Bahaya (X1)	3,60
2	Resiko Kecelakaan Kerja (X2)	4,24
3	Upaya Pencegahan (X3)	4,26

Sumber: Olahan Penelitian

Pada Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa batasan faktor yang berpengaruh pada risiko keselamatan dan kesehatan kerja yaitu $\geq 3,45\%$,

maka faktor yang memiliki dampak paling besar terhadap risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada indikator sumber bahaya (X1) di proyek *Terbit Fajar* oleh PT. Lokal Saja sebagai berikut:

1. Bongkar pasang Scaffolding (Perancah) X1.9 = 4,44%
2. Lifting material dengan Tower Crane X1.10 = 4,18%
3. Galian Tanah X1.1 = 3,92%
4. Timbunan/urugan tanah X1.2 = 3,80%
5. Pabrikasi besi X1.4 = 3,78%
6. Pematatan tanah menggunakan alat pematatan X1.3 = 3,60%

3.1.2. Pembahasan Hasil Analisis Faktor yang Paling Berpengaruh Pada Risiko K3

Pembahasan hasil analisis faktor yang paling berpengaruh pada Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada proyek *Terbit Fajar* oleh PT. Lokal Saja. Hasil dari kuesioner dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut yaitu:

- Faktor X2.9 = $\frac{223}{50} \times 100\% = 4,46\%$

Keterangan:

- Faktor X2.9 = Pertanyaan yang terdapat pada indikator (X2/X3)
- 223 = Total nilai skor dari tiap - tiap responden
- 50 = Total responden

Tabel 3.2 Hasil Analisis Faktor yang Paling Berpengaruh (X2 - X3)

No	Indikator	Bobot (%)
1	Resiko Kecelakaan Kerja (X2)	4,24
2	Upaya Pencegahan (X3)	4,26

Sumber: Olahan Penelitian

Pada tabel 3.2 dapat dilihat bahwa batasan faktor yang paling berpengaruh pada risiko keselamatan dan kesehatan kerja di setiap indikator mempunyai batasan masing-masing untuk indikator resiko kecelakaan kerja batasannya yaitu $\geq 3,59\%$ dan upaya penegahan yaitu $\geq 3,16\%$. Maka faktor yang

memiliki dampak paling berpengaruh dari setiap indikator terhadap risiko keselamatan dan kesehatan kerja proyek *Terbit Fajar* oleh PT. Lokal Saja sebagai berikut:

1. Scaffolding jatuh dan menimpa pekerja/fasilitas X2.9 = 4,46%
2. Material terjatuh dari ketinggian dan menimpa pekerja X2.10 = 4,42%
3. Tanah longsor/runtuhnya dinding samping X2.1 = 4,36%
4. Terkena /tertimpa benda dari atas X2.2 = 4,32%
5. Tangan pekerja terkena barbender X2.4 = 4,30%

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Faktor-faktor yang berpengaruh pada risiko K3 dari setiap indikator (sumber bahaya, risiko kecelakaan, dan upaya pencegahan) dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Faktor yang Berpengaruh

INDIKATOR								
SUMBER BAHAYA (X1)			RISIKO KECELAKAAN (X2)		UPAYA PENCEGAHAN (X3)			
NO	ALTERNATIF	BOBOT	NO	ALTERNATIF	BOBOT	NO	ALTERNATIF	BOBOT
X1.9	Bongkar Pasang Scaffolding (Perancah)	4,44%	X2.9	Scaffolding jatuh dan menimpa Pekerja / Fasilitas	4,46%	X3.11	Melakukan pemrosesan ulang sebelum memulai pekerjaan untuk memastikan tidak ada kesalahan	4,46%
X1.10	Lifting Material dengan Tower Crane	4,18%	X2.10	Material Terjatuh dan berimpas dan Menimpa Pekerja	4,42%	X3.10	Pelatihan pada saat pengisian material dilakukan dengan benar, jujur & bertanggung	4,40%
X1.1	Galian Tanah	3,92%	X2.1	Tanah longsor / runtuhnya Dinding samping	4,36%	X3.1	Pelaksanaan-pelaksanaan di ketinggian yang tertinggi	4,36%
X1.2	Timbunan/Urugan Tanah	3,80%	X2.2	Terkena / tertimpa benda dari atas	4,32%	X3.2	Pelaksanaan pemrosesan ulang material yang tidak dapat diterima minimal 1 meter dari lokasi galian serta wajib menggunakan APD	4,32%

INDIKATOR								
SUMBER BAHAYA (X1)			RISIKO KECELAKAAN (X2)		UPAYA PENCEGAHAN (X3)			
NO	ALTERNATIF	BOBOT	NO	ALTERNATIF	BOBOT	NO	ALTERNATIF	BOBOT
X1.4	Pabrikasi Besi	3,78%	X2.4	Tangan Pekerja Terkena Barbender	4,30%	X3.4	Pelatihan pada saat pemasangan dengan alat kerja wajib menggunakan APD (sarung tangan) dan memastikan pemrosesan ulang material yang tidak dapat diterima dengan alat pemrosesan	4,28%
X1.3	Pematatan Tanah menggunakan alat Pematatan	3,60%	X2.3	Tabakan Alat Pematatan	4,24%	X3.3	Pelatihan pada saat pemrosesan ulang material yang tidak dapat diterima dengan alat pemrosesan	4,20%

Sumber: Olahan Penelitian

Dari setiap indikator faktor yang berpengaruh pada risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada Proyek Pembangunan Apartemen *Terbit Fajar* yang sudah di sebutkan diatas cukup banyak. Maka perlu

ditingkatkan lagi penerapan K3, pelaksanaan K3, pengawasan K3, serta upaya pencegahan /meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja.

- 2) Tingkatan faktor yang berpengaruh pada risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada setiap indikator sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tingkatan Faktor yang Berpengaruh

INDIKATOR					
Sumber Bahaya (X1)		Risiko Kecelakaan (X2)		Upaya Pencegahan (X3)	
NO	BOBOT	NO	BOBOT	NO	BOBOT
X1.9	4,44%	X2.9	4,46%	X1.13	4,46%
X1.10	4,18%	X2.10	4,42%	X1.10	4,40%
X1.1	3,92%	X1.1	4,36%	X1.1	4,36%
X1.2	3,80%	X1.2	4,32%	X1.2	4,32%
X1.4	3,78%	X1.4	4,30%	X1.4	4,30%
X1.3	3,60%	X1.3	4,24%	X1.3	4,26%

Sumber: Olahan Penelitian

Dari hasil tingkatan faktor yang berpengaruh dapat dilihat pada tabel diatas hasil yang di dapat untuk indikator sumber bahaya (X1) mencapai bobot 4,44% kurang 0,56% untuk mencapai 5% (100%), indikator risiko kecelakaan (X2) mencapai bobot 4,46% kurang 0,54% untuk mencapai 5% (100%), sedangkan pada indikator upaya pencegahan (X3) mencapai bobot 4,46% kurang 0,54% untuk mencapai 5% (100%). Pada hasil dari bobot sumber bahaya dan risiko kecelakaan cukup tinggi, sedangkan untuk bobot upaya pencegahan hasil yang di dapat juga cukup tinggi. Jadi perlu meningkatkan lagi upaya dalam pencegahan terjadinya kecelakaan kerja guna mengurangi angka kecelakaan kerja pada pekerjaan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

Dinas PU, 2007, *pencegahan terhadap kecelakaan kerja*
 Peraturan Pemerintah No. 50, 2012, *penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja*

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PADA SEL SURYA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

¹Leni Devera Asrar, ²Cahyono Kurniawan Hidayat, ³Izzudin Al Qasam
^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
leniasrar@gmail.com

Abstrak

Cahaya matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Dengan bantuan sel surya, cahaya matahari dapat dirubah menjadi energi listrik. Untuk menghasilkan energi listrik, sel surya akan mengeluarkan tegangan dan arus berdasarkan jumlah cahaya matahari yang diserap. Untuk itu dapat menggunakan sistem monitoring berbasis IoT untuk memantau tegangan dan arus yang dikeluarkan sel surya. Tujuan sistem monitoring berbasis IoT pada sel surya ini adalah untuk memastikan keluaran dari sel surya tersebut apakah sudah efektif dan performa dari sel surya dapat dimonitor dari manapun dan kapanpun. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah rancang bangun menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai kontrol utama, sensor arus ACS712 dan sensor tegangan sebagai pengukur tegangan dan arus dari sel surya, perhitungan daya menggunakan keluaran sensor arus dan tegangan, serta platform IoT blynk sebagai interface untuk menampilkan parameter-parameter. Pada hasil pengujian rancang bangun sistem monitoring sel surya didapatkan selisih pengukuran nilai daya pada pengukuran multimeter dan pengukuran monitoring blynk sebesar 1,39% pada hari pertama dan 1,83% pada hari kedua.

Kata kunci: Sel surya, ESP32, Blynk, Sensor Arus, Sensor Tegangan

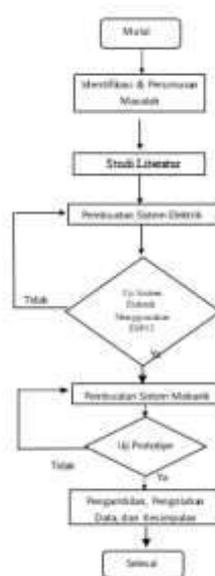
1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi matahari dengan merubah sinar matahari menjadi energi listrik dapat dilakukan dengan penggunaan sel surya (Purwoto et al., 2018). Untuk memaksimalkan penerimaan cahaya oleh panel surya diperlunya sistem monitoring berbasis IoT (Erwanto et al., 2020). Sistem monitoring bertujuan untuk mengetahui secara langsung dan real time pada parameter arus, tegangan, dan daya yang dimonitor melalui aplikasi android ataupun web. Pemakaian system berbasis IoT ini sudah banyak digunakan pada penelitian terdahulu antara lain system pemantauan panel surya *polycrystalline* (Mungkin et al., 2020), *thingspeak* (Aritonang et al., 2020), *dual axis solar tracking* (TRICAHYONO & Kholis, 2018), suhu dan kelembaban lingkungan (Martin et al., 2019), pembangkit listrik hybrid (Hermanto et al., 2022).

Penelitian ini merancang sistem monitoring pada sel surya berbasis IoT menggunakan mikrokontroler EPS32. Penelitian yang dilakukan (FAHMI, 2020) sistem monitoring hidroponik pada budidaya tanaman dan penelitian yang dilakukan (Khaerudin & Kurniawan, 2021) untuk monitoring kualitas air.

2. METODOLOGI

Penelitian ini membuat rancang bangun sistem monitoring sel surya berbasis IOT menggunakan mikrokontroler ESP32.

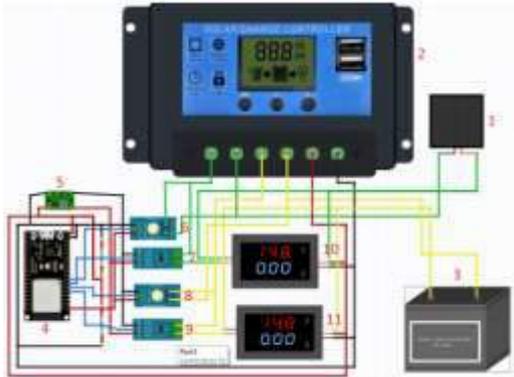


Gambar 1. Diagram Alir
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Peralatan hardware yang digunakan berupa ESP32, sensor tegangan, sensor arus, sel surya, *solar charge control* (SCC), battery dan kabel serta software visual studio code.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan alat dan sistem rancang bangun sistem monitoring pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, yaitu perancangan sistem elektrik dan perancangan sistem program monitoring.

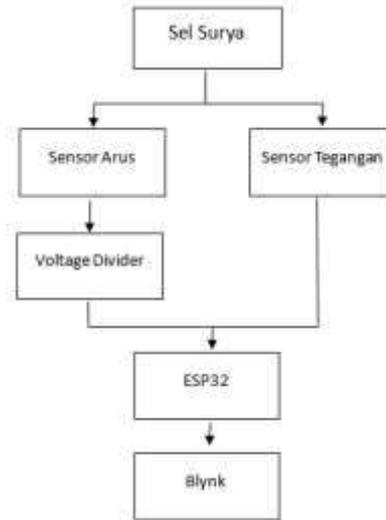


Gambar 2. Gambar Wiring Rangkaian Sistem Monitoring Sel Surya
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Keterangan :

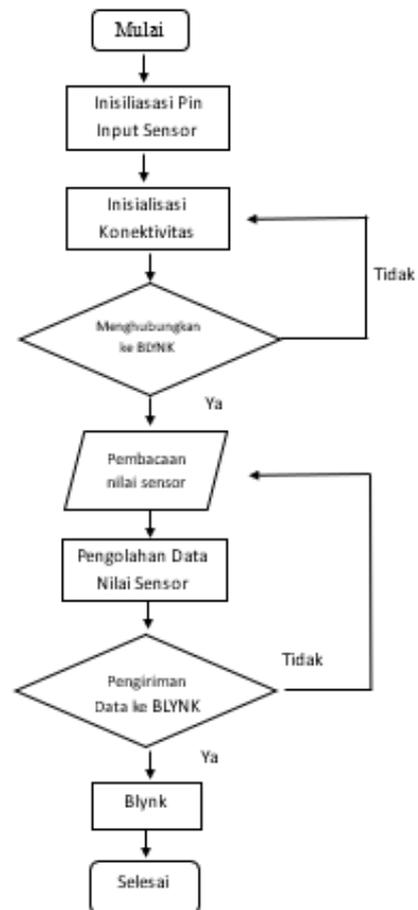
1. Sel Surya 20Wp
2. Surya Charge Controller (SCC) 12V 10A
3. Baterai 12V 7.5Ah
4. ESP32
5. MP1584
6. DC Voltage Sensor (Solar Cell)
7. Sensor Arus ACS712 (Solar Cell)
8. DC Voltage Sensor (Baterai)
9. Sensor Arus ACS712 (Baterai)
10. Volt Ampere Meter Digital (Solar Cell)
11. Volt Ampere Meter Digital (Baterai)

Sensor-sensor yang dipasang pada rancang bangun ini adalah sensor arus, sensor tegangan dan ESP32 yang berfungsi untuk mengolah data analog pada sensor dan mengirim data yang telah di olah tersebut ke server BLYNK melalui jaringan internet.



Gambar 3. Diagram alir Sistem Elektrikal Monitoring Solar Cell
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Untuk sistem program monitoring dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Pemrograman ESP32
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Adapun tahap perancangan pemrograman sistem monitoring sel surya dapat dilihat pada gambar 5 s/d 9.

```

//inisialisasi pin input sensor
#define PIN_A0 MPU_05 // setting pin sensor tegangan solar cell
#define PIN_A1 MPU_03 // setting pin sensor tegangan baterai
#define PIN_A2 MPU_04 // setting pin sensor arus solar cell
#define PIN_A3 MPU_02 // setting pin sensor arus baterai

//inisialisasi koneksi ke Blynk
#define BLYNK_DEVICE_ID "TINY180606"
#define BLYNK_DEVICE_NAME "Monitoring Solar Cell"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "WfYF3-3G2uK3-7u9y8F-1u8dy0"

char auth[] = "WfYF3-3G2uK3-7u9y8F-1u8dy0";
char ssid[] = "TINY1806";
char pass[] = "TINY1806";
BlynkTimer timer;
    
```

Gambar 5. Inisialisasi Pin Input Sensor dan Konektivitas ESP32
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

```

// monitoring nilai tegangan solar cell
float sensor = 0; // variabel untuk nilai sensor
int iPinA0 = A0; // koneksi pin tegangan solar cell ke pin
float sensor = analogRead(PIN_A0); // membaca
delay(1);

float sensor = (sensor / 1023) * 5000; // monitoring data data solar cell ke web
float sensor = (sensor * 3.3) / 4095; // monitoring nilai tegangan solar cell
teganganSC = VOLT / (0.01/1000); // monitoring nilai tegangan solar cell

// monitoring nilai tegangan baterai
float sensor = 0; // variabel untuk nilai sensor
int iPinA1 = A1; // koneksi pin tegangan baterai ke pin
float sensor = analogRead(PIN_A1); // membaca
delay(1);

float sensor = (sensor / 1023) * 5000; // monitoring data data solar cell ke web
float sensor = (sensor * 3.3) / 4095; // monitoring nilai tegangan solar cell
teganganBT = VOLT / (0.01/1000); // monitoring nilai tegangan baterai
    
```

Gambar 6. Pengolah Data Nilai Sensor Tegangan
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

```

// monitoring nilai arus solar cell
float sensor = 0; // variabel untuk nilai sensor
int iPinA2 = A2; // koneksi pin arus solar cell ke pin
float sensor = analogRead(PIN_A2); // membaca
delay(1);

float sensor = (sensor / 1023) * 5000; // monitoring data data solar cell ke web
float sensor = (sensor * 3.3) / 4095; // monitoring nilai tegangan solar cell
float sensor = abs(VOLT * sensor); // monitoring arus solar cell ke web
float sensor = sensor / 1000; // monitoring nilai arus solar cell

// monitoring nilai arus baterai
float sensor = 0; // variabel untuk nilai sensor
int iPinA3 = A3; // koneksi pin arus baterai ke pin
float sensor = analogRead(PIN_A3); // membaca
delay(1);

float sensor = (sensor / 1023) * 5000; // monitoring data data solar cell ke web
float sensor = (sensor * 3.3) / 4095; // monitoring nilai tegangan solar cell
float sensor = abs(VOLT * sensor); // monitoring arus baterai ke web
float sensor = sensor / 1000; // monitoring nilai arus baterai
    
```

Gambar 7. Pengolah Data Nilai Sensor Arus
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

```

void daya()
DayaSC = teganganSC * arusSC; // Perhitungan Daya Solar Cell
DayaBT = teganganBT * arusBT; // Perhitungan Daya Baterai
    
```

Gambar 8. Pengolahan Data Nilai Daya
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

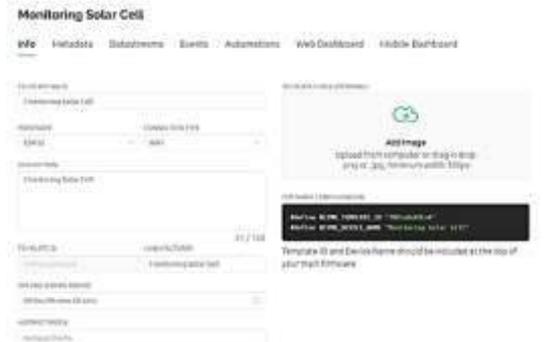
```

void loop()
{
  timer.run();
  Blynk.run();

  Blynk.virtualWrite(V0, arusSC); // Kirim data arus solar cell
  Blynk.virtualWrite(V1, teganganBT); // Kirim data tegangan solar cell
  Blynk.virtualWrite(V2, arusBT); // Kirim data arus baterai
  Blynk.virtualWrite(V3, teganganSC); // Kirim data tegangan baterai
  Blynk.virtualWrite(V4, dayaSC); // Kirim data daya solar cell
  Blynk.virtualWrite(V5, dayaBT); // Kirim data daya baterai
  timer.setInterval(500, sensorTegangan); // setting timer sensor tegangan solar
  timer.setInterval(500, sensorArus); // setting timer sensor arus solar
  timer.setInterval(500, daya); // setting timer daya solar
}
    
```

Gambar 9. Pengiriman Data ke BLYNK
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Untuk perancangan BLYNK sendiri dapat dilihat pada gambar 10 s/d 14.



Gambar 10. Pembuatan Template
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 11. Pembuatan Data Streams
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 12. Pembuatan Web Dashboard
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 13. Pembuatan New Device
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 14. Auth Token
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan dan arus pada panel surya menggunakan multimeter dan membandingkan hasilnya dengan program yang dibuat. Hasil pengukuran dari multimeter dapat dilihat pada table 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Panel Surya Hari Pertama

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,8	0,71	11,22
11.00	16,1	0,84	13,52
12.00	17,1	1,14	19,49
13.00	16,8	0,96	16,13
14.00	15,6	0,74	11,54

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 15. Grafik Perbandingan Tegangan Pengukuran Hari Pertama
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 16. Grafik Perbandingan Arus Pengukuran Hari Pertama
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 17. Grafik Perbandingan Daya Pengukuran Hari Pertama
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 2. Hasil Pengukuran Panel Surya Hari Kedua

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10.00	15,1	0,70	10,57
11.00	15,5	0,77	11,94
12.00	16,4	0,88	14,43
13.00	16,4	0,83	13,61
14.00	15,8	0,77	12,17

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 18. Grafik Perbandingan Tegangan Pengukuran Hari Kedua
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 19. Grafik Perbandingan Arus Pengukuran Multimeter dan Monitoring BLYNK Hari Kedua
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 20 Grafik Perbandingan Daya Pengukuran Multimeter dan Monitoring BLYNK Hari Kedua
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Perbandingan hasil pengukuran antara multimeter dan monitoring blynk dapat dilihat pada table 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Hari Pertama

Waktu	Multimeter			Monitoring Blynk		
	Teg	Arus	Daya	Teg	Arus	Daya
10.00	15,8	0,71	11,22	15,7	0,70	10,99
11.00	16,1	0,84	13,52	15,9	0,86	13,67
12.00	17,1	1,14	19,49	16,9	1,2	18,75
13.00	16,8	0,96	16,13	16,6	0,94	15,6
14.00	15,6	0,74	11,54	15,5	0,77	11,93
Rata-rata	16,28	0,88	14,38	16,12	0,89	14,18

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 4. Hasil Pengukuran Hari Kedua

Waktu	Multimeter			Monitoring Blynk		
	Teg	Arus	Daya	Teg	Arus	Daya
10.00	15,1	0,70	10,57	15,0	0,68	10,2
11.00	15,5	0,77	11,94	15,2	0,75	11,4
12.00	16,4	0,88	14,43	16,1	0,91	14,65
13.00	16,4	0,83	13,61	16,1	0,85	13,68
14.00	15,8	0,77	12,17	15,5	0,75	11,62
Rata-rata	15,84	0,79	12,54	15,58	0,78	12,31

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Dari tabel dan grafik di atas dapat dibandingkan nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan. Dengan selisih yang dihasilkan diantara kedua cara pengukuran tersebut, dapat dihitung persentase perbedaan antara pengukuran menggunakan multimeter dengan pengukuran menggunakan monitoring blynk.

$$\text{Prosentase Teg} = \frac{\text{Teg. Multimeter} - \text{Teg. Blynk}}{\text{Teg. Multimeter}}$$

$$= \frac{16,28 - 16,12}{16,28} \times 100\% = 0,98\%$$

$$= \frac{15,84 - 15,58}{15,84} \times 100\% = 1,64\%$$

$$\text{Prosentase Arus} = \frac{\text{Arus Multimeter} - \text{Arus Blynk}}{\text{Arus Multimeter}}$$

$$= \frac{0,88 - 0,89}{0,88} \times 100\% = -1,13\%$$

$$= \frac{0,79 - 0,78}{0,79} \times 100\% = 1,27\%$$

$$\text{Prosentase Daya} = \frac{\text{Daya Multimeter} - \text{Daya Blynk}}{\text{Daya Multimeter}}$$

$$= \frac{14,38 - 14,18}{14,38} \times 100\% = 1,39\%$$

$$= \frac{12,54 - 12,31}{12,54} \times 100\% = 1,83\%$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil rata-rata tegangan, arus, dan daya pada hari pertama dari multimeter adalah 16,28 volt, 0,88 A, 14,38 watt. Sedangkan pada hari kedua adalah 15,84 volt, 0,79 A, dan 12,54 watt.
2. Hasil rata-rata tegangan, arus, dan daya pada hari pertama dari monitoring blynk adalah 16,12 volt, 0,89 A, 14,18 watt. Sedangkan pada hari kedua adalah 15,58 volt, 0,78 A, dan 12,31 watt.
3. Prosentase daya yang diperoleh antara multimeter dan monitoring blynk dihari pertama 1,39% dan 1,83% pada hari kedua.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, C. L., Maison, M., & Hais, Y. R. (2020). Sistem Monitoring Tegangan, Arus, dan Intensitas Cahaya pada Panel Surya dengan Thingspeak. *Jurnal Engineering*, 2(1), 11–24.
- Erwanto, D., Sugiarto, T., & others. (2020). Sistem Pemantauan Arus Dan Tegangan Panel Surya Berbasis Internet of Things. *Multitek Indonesia*, 14(1), 1–12.
- Fahmi, Y. (2020). Perancangan Purwarupa Sistem Monitoring Hidroponik Pada Budidaya Tanaman Sawi Berbasis Internet Of Things (IOT). Universitas Mataram.
- Hermanto, I. D. W., Kartini, U. T., Suprianto, B., & Endryansyah, E. (2022). Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 371–378.
- Khaerudin, R., & Kurniawan, I. H. (2021). Implementasi Internet Of Things Untuk Monitoring Kualitas Air Secara Realtime Pada Utilities PT. Kilang Pertamina Internasional Cilacap Berbasis Mikrokontroler Nodemcu ESP 32. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 3(2).
- Martin, A. H., Pranjoto, H., & Sitepu, R. (2019). Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Lingkungan Berbasis Iot Dan Listrik Tenaga Surya. *Widya Teknik*, 18(2), 71–76.
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., Turnip, G. B. A., & Suwarno, S. (2020). Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 3(2), 319–327.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14.
- Tri Cahyono, R. W., & Kholis, N. (2018). Sistem monitoring intensitas cahaya dan daya pada dual axis solar tracking system berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(3).

PERANCANGAN RUANG PENYIMPANAN DINGIN SEBAGAI MEDIA PEMATANGAN PISANG CAVENDISH DENGAN KAPASITAS 3,5 TON

¹Sahidul Anam, ²Muhammad Alif Royyan

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
 syahidulanam1@gmail.com, malifroyyan@gmail.com

Abstrak

Pisang cavendish merupakan buah yang dipanen sekitar 12-15 bulan dihitung sejak pohon mulai berbunga dengan derajat kematangan 75%-85% kemudian diberi karbit buah dan dibiarkan di suhu ruang. Dengan metode ini dalam waktu 2-3 hari buah akan matang dan dapat dikonsumsi ataupun dijual, tetapi apabila menggunakan metode pematangan dengan cara tradisional warna kematangan buah cenderung tidak merata, dikarenakan buah ini bergantung pada suhu atau temperatur lingkungan pada proses pemeraman agar mendapatkan tingkat kematangan yang sempurna. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan ruang pendingin sebagai media penyimpanannya. Dengan menggunakan ruang pendingin diharapkan menekan laju respirasi pada saat proses pematangan buah pisang akibat penguapan pada serbuk *ethylen*. Pada proses pematangan produk target temperatur ruangan yang akan dicapai sebesar 18°C. Jenis mesin pendingin yang akan digunakan adalah AC split 2 PK merek DKN dengan menggunakan referigan R-410a dan menggunakan dinding polyurethane dengan ketebalan 7,5 cm. Kapasitas ruang pendingin ini dapat menampung 7.716,17lb dengan luas bagian dalam ruangan 1.225 ft³, dan total beban pendingin pada ruang penyimpanan dingin ini sebesar 10.136,5 Btu/jam, laju aliran refrigan 149 lb/jam, dengan COP sistem sebesar 8,6.

Kata kunci :Pisang Cavendish, ruang pendingin

1. PENDAHULUAN

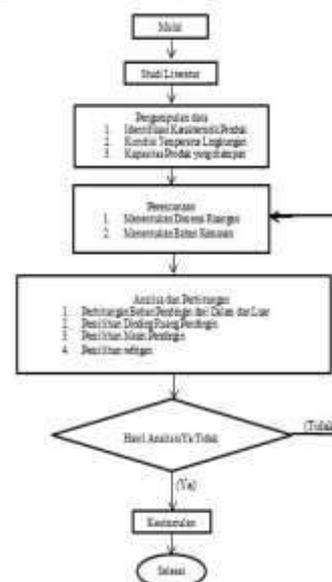
Pada umumnya, proses pematangan buah pisang menggunakan karbit buah. Buah pisang dipanen dengan derajat kematangan 75%-85%, kemudian diberi karbit buah dan dibiarkan disuhu ruang. Dengan metode ini dalam waktu 2-3 hari buah akan matang dan dapat dikonsumsi ataupun di jual. Bila menggunakan metode pematangan dengan cara tradisional, warna kematangan buah cenderung tidak merata dan kurang menarik begitupun dengan rasa dan kesegaran buah yang tidak bertahan lama dikarenakan pada saat proses pematangan dibiarkan pada suhu ruang menyebabkan laju respirasi buah menjadi lebih cepat (elman, 2018).

Faktor suhu sangat berpengaruh pada saat proses pematangan pisang cavendish. Ruang penyimpanan dingin atau *coldstorage* menjadi alternatif. Sebagai media *ripening* atau pematangan pisang khususnya pisang cavendish dengan ruangan di dalam penyimpanan dapat dipertahankan suhu 18°C, sehingga tampilan buah menjadi lebih menarik dan harga jual menjadi lebih tinggi (Sulusi Prabowati, 2008). Atas dasar permasalahan di atas, dilakukan penelitian dengan judul: "PERANCANGAN RUANG PENYIMPANAN DINGIN SEBAGAI

MEDIA PEMATANGAN PISANG CAVENDISH DENGAN KAPASITAS 3,5 TON"

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, digunakan bagan atau diagram alir, sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir
 [Sumber: Dokumen Pribadi]

Perencanaan ruang penyimpanan dingin di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapan

Pada bagian ini mempersiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan untuk proses, dan tahap selanjutnya mempersiapkan media yang akan digunakan untuk proses pengumpulan referensi, baik media cetak maupun tulis

2. Pengumpulan referensi

3. Pembahasan

Proses ini akan membahas perhitungan beban pendingin yang dimulai dari proses perhitungan beban kalor yang dikeluarkan oleh dinding, pengaruh perpindahan panas dari lingkungan, kalor yang dikeluarkan oleh produk, kalor yang dihasilkan oleh infiltrasi, dan juga beban-beban eksternal yang dapat berupa kalor dari benda laten ataupun sensibel.

4. Penentuan Komponen

Penentuan komponen harus sesuai dengan kebutuhan seperti menentukan berapa banyak komponen dinding panel yang digunakan, lampu penerangan, kabel dan sebagainya, begitu juga dengan penentuan mesin refrigerasinya. Seberapa besar kapasitas *evaporator* yang diperlukan haruslah sesuai dengan besar beban yang akan didinginkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Ruang pendingin ini dirancang untuk menyimpan pisang cavendish dengan kapasitas 3,5 ton, dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Massa pisang cavendish adalah 3,5 ton = 7.716,17lb
2. Suhu yang akan dicapai pada proses pematangan produk 18°C = 64,4°F
3. Suhu pisang cavendish 25°C = 77°F
4. Suhu lingkungan adalah 32°C = 89,6°F

Dimensi Ruang Pendingin

Volume untuk 3,5 ton pisang cavendish adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Berat 1 kardus} &= 13 \text{ kg} \\ \text{Volume 1 kardus} &= 1,5 \text{ ft}^3 \\ \text{Total berat produk} &= 3.500 \text{ kg} \\ \text{Total kardus} &= \frac{3500 \text{ kg}}{13 \text{ kg}} = 270 \text{ kardus} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume ruangan} &= 270 \text{ Kardus} \times 1,5 \text{ ft} \\ &= 405 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan data di atas, dapat diperoleh ukuran bagian dalam ruangan pendingin sebagai berikut: (1m = 3,2ft)

$$\begin{aligned} \text{Panjang (P)} &= 4 \text{ m} &&= 13,1 \text{ ft} \\ \text{Lebar (L)} &= 3,5 \text{ m} &&= 11,4 \text{ ft} \\ \text{Tinggi (T)} &= 2,5 \text{ m} &&= 8,2 \text{ ft} \\ \text{Luas Penampang (A)} &= &&= 149,34\text{ft}^2 \\ \text{Volume (V)} &= &&= 1.225 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Konstruksi Dinding Ruang Pendingin



Gambar 2. Dimensi Ruang

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 1. Bahan Dinding Utara, Selatan, Timur, Barat, Atap, Aluminium

No	Bahan	Ketebalan (ft)	Btu/lb	Keterangan
1.	Aluminium	0,0065	118,5	Lapisan Dalam
2.	Polystyrene	0,246	0,017	Lapisan Tengah
3.	Aluminium	0,0065	118,5	Lapisan Luar

Sumber: Ashrae (Taqwali Berman, Ega, 2013)

Tabel 2. Bahan Dinding Pintu

No	Bahan	Ketebalan (ft)	Btu/lb	Keterangan
1.	Aluminium	0,0065	118,5	Lapisan Dalam
2.	Polistirene	0,262	0,017	Lapisan Tengah
3.	Aluminium	0,0065	118,5	Lapisan Luar

[Sumber: Ashrae (Taqwali Berman, Ega, 2013)]

Tabel 3. Bahan Dinding Lantai

No	Bahan	Ketebalan (ft)	Btu/lb	Keterangan
1.	Aluminium	0,0065	118,5	Lapisan Dalam
2.	Polistirene	0,246	0,017	Lapisan Tengah
3.	Aluminium	0,0065	118,5	Lapisan Luar
4.	Semen	0,164	1	Lapisan Lantai

[Sumber: Ashrae (Taqwali Berman, Ega, 2013)]

Perhitungan Beban pendingin

Untuk mendapatkan hasil yang efisien, maka harus dilakukan perhitungan beban pendingin diantaranya: (Taqwali Berman, Ega, 2013).

Perhitungan Beban Transmisi

Jenis bahan dinding yang akan digunakan pada ruangan pendingin ini adalah *polyurethane* 7,5 cm. Pada dinding luar dan dalam dilapisi oleh aluminium galvanis dengan tebal 0,2 cm.

$$Q = U \times A \times \Delta T \times 24$$

Keterangan:

Q = Jumlah beban panas yang mengalir (BTU/jam)

U = Total koefisien perpindahan panas (Btu/hr.ft².°F)

A = Luas permukaan (ft²)

Δt = Perbedaan temperatur luar dan dalam (°F)

Untuk mencari nilai U dari dinding dan lantai pada perencanaan ruang pendingin adalah:

$$U = \frac{1}{\frac{x}{f1} + \frac{x}{k1} + \dots + \frac{1}{fd}}$$

$$U_{DINDING} = \frac{1}{\frac{1}{1,65} + 2 \frac{0,00656}{118,5} + \frac{0,246}{0,017} + \frac{1}{4}}$$

$$= \frac{1}{0,61 + 0,00011 + 14,7 + 0,25}$$

$$= 0,065 \text{ Btu/jam. ft}^{\circ}\text{F}$$

$$U_{PINTU} = \frac{1}{\frac{1}{1,65} + 2 \frac{0,00656}{118,446} + \frac{0,262}{0,017} + \frac{1}{4}}$$

$$= \frac{1}{0,61 + 0,00011 + 15,14 + 0,25}$$

$$= 0,061 \text{ Btu/jam. ft}^{\circ}\text{F}$$

$$U_{LANTAI} = \frac{1}{\frac{1}{1,65} + 2 \frac{0,00656}{118,446} + \frac{0,246}{0,017} + \frac{0,164}{1} + \frac{1}{4}}$$

$$= \frac{1}{0,61 + 0,00011 + 14,7 + 0,164 + 0,25}$$

$$= 0,063 \text{ Btu/jam. ft}^{\circ}\text{F}$$

Maka beban pendingin melalui dinding dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{\text{Barat}} = U \times A \times \Delta t \times 24$$

$$= 0,065 \times 120,5 \times (89,6^{\circ}\text{F} - 64,4^{\circ}\text{F}) \times 24$$

$$= 4.737 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Timur}} = U \times A \times \Delta t \times 24$$

$$= 0,065 \times 120,5 \times (89,6^{\circ}\text{F} - 64,4^{\circ}\text{F}) \times 24$$

$$= 4.737 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Utara}} = U \times A \times \Delta t \times 24$$

$$= 0,065 \times 106, \times (89,6^{\circ}\text{F} - 64,4^{\circ}\text{F}) \times 24$$

$$= 4.182,7 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Selatan}} = U \times A \times \Delta t \times 24$$

$$= 0,065 \times 85,6 \times (89,6^{\circ}\text{F} - 64,4^{\circ}\text{F}) \times 24$$

$$= 3.365 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Atap}} = U \times A \times \Delta t \times 24$$

$$= 0,065 \times 165,7 \times (89,6^{\circ}\text{F} - 64,4^{\circ}\text{F}) \times 24$$

$$= 6.514 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Lantai}} = U \times A \times \Delta t \times 24$$

$$= 0,063 \times 165,7 \times (89,6^{\circ}\text{F} - 64,4^{\circ}\text{F}) \times 24$$

$$= 6.313 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Pintu}} = U \times A \times \Delta t \times 24$$

$$= 0,061 \times 20,8 \times (89,6^{\circ}\text{F} - 64,4^{\circ}\text{F}) \times 24$$

$$= 767,3 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Total Dinding}} = Q_{\text{Barat}} + Q_{\text{Timur}} + Q_{\text{Utara}} + Q_{\text{Selatan}}$$

$$= (4.737 + 4.737 + 4.182,7 + 3.365)$$

$$= 17.021,7 \text{ Btu/24jam}$$

$$Q_{\text{Ruangan}} = Q_{\text{Total Dinding}} + Q_{\text{Atap}} + Q_{\text{Lantai}} + Q_{\text{Pintu}}$$

$$= 17.021,7 + 6.514 + 6.313 + 767,3$$

$$= 30.616 \text{ Btu/24jam}$$

Beban Panas Pertukaran

Beban panas dihitung karena adanya pengaruh ketika pintu dibuka, sehingga udara luar ruangan dapat masuk dan membuang udara dingin yang ada pada ruangan pendingin

Beban panas pertukaran = volume ruangan dalam x Δt x Lama pintu terbuka

$$Q_{\text{Pertukaran Udara}} = 1.225 \times (89,6^{\circ}\text{F}-64,4^{\circ}\text{F}) \times 2 \text{ jam} = 61.740 \text{ Btu}/24\text{jam}$$

Beban Panas dari Produk

Kapasitas produk 3,5 Ton pisang cavendish meliputi panas produk, panas kemasan dan respirasi dari pisang itu sendiri di harapkan dapat mencapai suhu pematangan yaitu sebesar 18°C

Beban Panas dari Pisang

$$Q = W \times c \times (t_2-t_1) \text{ Btu}$$

Keterangan

Q = Jumlah beban Panas (Btu)
 W = Berat produk (lb)
 C = Panas produk (Btu/lb/°F)
 Ti = temperatur ruang pendingin (°F)
 t2 = temperatur produk (°F)
 = 7.716,17 x 0,9 Btu/jam x (77-64,4)
 = 87.501,3 Btu/24jam

Beban Panas Respirasi

$$Q = W \times c \times 24 \text{ jam}$$

Keterangan:

Q = Jumlah beban Panas (Btu)
 W = Berat produk (lb)
 C = Panas respirasi (Btu/lb/jam)
 = 7.716,17lb x (0,19 + 0,01) x 24jam
 = 37.037,6 Btu/24jam

Beban Panas Dari Kardus

$$Q = W \times c \times (t_2-t_1)$$

Keterangan

Q = Jumlah beban Panas (Btu/24jam)
 W = Berat kardus (lb)
 C = panas spesifik (Btu/lb/°F)
 t1 = temperatur ruang pendingin (°F)

t2 = temperatur produk saat masuk ruang pendingin (°F)
 = (270 x 1,1lb) x 0,29 Btu/jam°F x (77- 64,4)°F
 = 1.085,2 Btu/24jam

Beban Panas Tambahan

Beban pendingin yang berasal dari dalam ruangan pendingin seperti lampu penerangan dan pekerja yang bekerja saat proses bokngkar muat

Beban Panas Tubuh Pekerja

$$Q_{\text{pekerja}} = \text{Factor} \times \text{Jumlah Pekerja} \times \text{Lama}$$

= 590 x 2 x 2 jam
 = 2.360 btu/24 jam

Beban Lampu Penerangan

$$Q = \text{Watt} \times 3,42 \times \text{Lama}$$

= (2 x 60Watt) x 3,42 x 2 jam
 = 820,8 Btu/24jam

Tabel 4. Hasil Perhitungan Beban Pendingin

	30.616
	61.740
	87.501,3
	37.037,6
	1.085,2
	2.360
	820,8
	221.160,5 Btu/24 jam

[Sumber : Hasil Perhitungan]

Menentukan Kapasitas Mesin

$$Q_{\text{mesin}} = \frac{Q_{\text{Total}}}{t}$$

Keterangan:

Q = Kapasitas mesin pendingin (Btu/jam)
 Q_{Total} = Jumlah beban pendingin (Btu/24jam)

T = Jumlah waktu bekerja (Jam)

$$= \frac{221.160,5}{24}$$

$$= 9.215 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Safety factor} = Q_{\text{Total}} \times 10\%$$

$$= 10\% \times 9.215 \text{ Btu/jam}$$

$$= 912,5 \text{ Btu/jam}$$

$$Q_{\text{Akhir}} = Q_{\text{total}} + \text{safety factor}$$

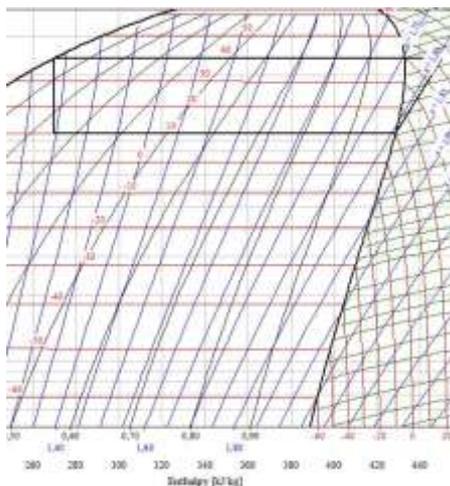
$$= 9.215 + 912,5$$

$$= 10.136,5 \text{ Btu/jam}$$

Perhitungan Sistem Pendingin

Selisih suhu evaporator dan kondensor terhadap produk adalah sebesar 8°C

1. Suhu evaporasi 18°C – 8 = 10°C
2. Suhu kondensasi 32°C + 8 = 40°C
3. Total beban pendingin pada perancangan ini adalah 10.136,5 Btu/jam
4. Jenis refrigeran yang digunakan adalah refrigeran R-410a



Gambar 3. Koordinat Point
[Sumber: Hasil Perhitungan Pada Aplikasi Coolpack]

1. $h_1 = 428,293 \text{ kJ/kg} = 184,132 \text{ Btu/lb}$
2. $h_2 = 449,965 \text{ kJ/kg} = 193,45 \text{ Btu/lb}$
3. $h_3 \text{ dan } h_4 = 270,019 \text{ kJ/kg} = 116,08 \text{ Btu/lb}$

1. $q_e = h_1 - h_4$
 $= 184,132 - 116,08$
 $= 68,05 \text{ Btu/lb}$

2. $q_w = h_2 - h_1$
 $= 193,45 - 184,13$
 $= 9,32 \text{ Btu/lb}$

3. $q_c = h_2 - h_4$
 $= 193,45 - 116,08$
 $= 77,37 \text{ Btu/lb}$

4. $\text{COP}_{\text{aktual}} = \frac{q_e}{w}$
 $= \frac{68,05}{9,32}$
 $= 7,3$

1. $m = \frac{Q_{\text{total}}}{h_1 - h_4}$
 $= \frac{10.136,5}{68,05}$
 $= 149 \text{ lb/jam}$

2. $Q_c = m \times q_c$
 $= 149 \times 77,37$
 $= 11.528 \text{ Btu/jam}$

3. Daya kompresor = $m \times W$
 $= 149 \times 9,32$
 $= 1.388,6 \text{ Btu/jam}$

4. Dengan mengambil efisiensi isentropis kompresor sebesar = 85%
 $W_{ca} = 1.388,6 \times 85\%$
 $= 1.180,3 \text{ Btu/jam}$

5. $\text{COP}_{\text{ideal}} = \frac{Q_{\text{Total}}}{W_{\text{kompresor}}}$
 $= \frac{10.136,5}{1.180,3} = 8,6$

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan perancangan ruang pendingin untuk pematangan pisang cavendish dengan kapasitas 3,5 ton dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban pendingin perlu dipertimbangkan dengan cara menentukan empat factor, yaitu:

- beban pendingin melalui dinding,
- beban pendingin melalui pertukaran udara terbuka,
- beban panas dari produk yang akan disimpan, termasuk panas dari kemasan dan respirasi apabila produk yang disimpan berupa buah dan sayuran
- beban panas tambahan dari alat-alat kelistrikan maupun dari panas tubuh pekerja.

Sehingga akan didapat beban total pendinginan yang harus ditanggulangi mesin pendingin

2. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan ruang pendingin untuk pematangan pisang cavendish dengan kapasitas 3,5 ton dan volume ruangan 1.225ft³ didapatkan total beban pendingin sebesar 10.136 Btu/jam dan nilai COP sistem sebesar 8,6
3. Perancangan ruang pendingin ini direncanakan menggunakan dinding berbahan *polyurethane* dengan tebal 7,5 cm dan menggunakan komponen refrigerasi dari AC split 1,5 PK merek DKN FTNE50MV non inverter dengan kapasitas pendinginan 12.000 Btu/jam dan menggunakan refrigeran R-410a

DAFTAR PUSTAKA

- Ega, Taqwali Berman 2013 Modul PLPG Teknik Pendingin
- ARTI, Inti Mulyo; MISKA, Moch Ega Elman. 2018 Perubahan Mutu Fisik Pisang Cavendish Selama Penyimpanan Dingin pada Kemasan Plastik
- Sulusi Prabowati 2008 Teknologi Pasca Panen dan Pengolahan Buah Pisang

PERANCANGAN STRUKTUR DUDUKAN MESIN LAS SAW 1500A UNTUK PENGELASAN SHELL BEJANA TEKAN DIAMETER 1600 (mm)

Parman Sinaga

*Program studi Teknik Mesin ,FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
parmans@itbu.ac.id*

Abstrak

Dalam proses pembuatan bejana tekan, Pengelasan shell bejana tekan menggunakan mesin las SAW, diperlukan struktur dudukan untuk mesin las SAW yang dalam pembuatannya harus memperhitungkan beban mesin dan operatornya. Untuk menunjang proses pengelasan SAW dibutuhkan struktur penunjang untuk Mesin SAW, sehingga struktur sebagai penopang mesin SAW perlu dilakukan perhitungan dengan tujuan untuk menahan beban Mesin SAW. Analisis data atau perhitungan yang dilakukan adalah Momen keseluruhan yang terjadi pada setiap batang, Momen inersia dan titik berat penampang, Bending Stress yang terjadi pada setiap batang dan Safety Factor. Perencanaan dalam membuat struktur dudukan mesin las SAW dihitung stress yang terjadi pada masing-masing batang yang menggunakan baja siku 75x75x6, siku 40x40x4, dan UNP 100x50 sehingga dapat diketahui nilai faktor keamanan terendah adalah 2,5 dengan nilai stress maksimum sebesar 100 MPa. Kekuatan struktur ditentukan dari nilai faktor keamanan dimana dikatakan kuat jika faktor keamanan nilainya diatas 1, pada perancangan struktur dudukan mesin las SAW ini didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,5 sehingga struktur ini bisa dikatakan kuat dilihat dari nilai faktor keamanannya.

Kata kunci: Shell bejana tekan, mesin las SAW, struktur, bending stress, faktor keamanan

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan hal paling penting dalam pembuatan bejana tekan (I. P. Mulyatno, 2014). Dalam proses pembuatan bejana tekan, pengelasan dilakukan untuk menyambung plat yang telah diroll sehingga dapat menahan tekanan yang telah ditentukan. pengelasan sendiri mengacu pada WPS (welding procedure specification) agar mendapatkan hasil pengelasan yang baik.

Dengan kemajuan teknologi yang begitu pesat pengelasan dapat dilakukan secara otomatis yaitu dengan metode penyambungan las SAW (Submerged Arc Welding). Penggunaan metode pengelasan SAW banyak digunakan karena hasil dan kualitas lasan las yang baik, kecepatan proses produksi yang tinggi sehingga mempercepat dan meningkatkan efisiensi waktu pekerjaan serta dapat mengurangi pengerjaan ulang.

Untuk pengelasan shell bejana tekan menggunakan mesin las SAW, posisi mesin harus berada diatas shell, sehingga

diperlukan struktur dudukan untuk mesin las SAW. Yang mana dalam pembuatannya harus memperhitungkan beban mesin dan operatornya.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Dalam perancangan struktur penunjang mesin las saw 1500A untuk pengelasan shell bejana tekan diameter 1600 mm ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian perencanaan. Pada perencanaan metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif-deduktif/induktif, karena perencanaan memiliki tahapan-tahapan yang dikerjakan bertahap dan tiap tahap memiliki uraian pekerjaan secara deduktif (pendekatan makro ke mikro) atau induktif (pendekatan dari mikro ke makro).

Kasus dalam penelitian ini yaitu merancang sebuah struktur penunjang mesin las saw 1500A untuk pengelasan shell bejana tekan diameter 1600 mm, dimana mesin las tersebut akan diposisikan diatas shell

berdiameter 1600mm sehingga diperlukan suatu struktur untuk menopangnya.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk menghasilkan analisis yang sesuai, maka diperlukan data-data teknis yang berhubungan dengan mesin las SAW yang digunakan. Pengumpulan data ini dilakukan dengan berbagai cara, adapun metode yang dilakukan yaitu antara lain:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap salah satu orang dibagian produksi yang ada di PT Intan Prima Kalorindo, dengan jaminan bahwa data yang diberikan sesuai dengan kondisi dan keadaan sebenarnya, wawancara ini lebih difokuskan kepada pengumpulan data sebanyak-banyaknya mengenai mesin las SAW baik berupa manual book maupun spek yang tertera pada name plate mesin.

2. Dokumen

Pengambilan dokumen merupakan pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari lembaga/institusi atau pihak pemilik data atau pengamatan obyek secara langsung. Pengambilan data ini difokuskan kepada pengumpulan data teknis tertulis baik itu spesifikasi teknis, drawing, dan table-table penunjang yang diambil dari berbagai referensi.

Data yang diperoleh dari metode pengambilan data diatas terdiri dari2 (dua) macam, yaitu :

1. Data Primer

Data primer merupakan data-data pokok yang diambil dari pengamatan langsung di lapangan yang tertuang dalam bentuk satu dokumen datasheet dan drawing, data primer yang dimaksud diantaranya adalah:

- a. Dimensi mesin las SAW
- b. Berat mesin las SAW (kg)

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data-data penunjang tambahan yang diambil dari beberapa referensi baik tabel ataupun grafik, data sekunder yang dimaksud diantaranya adalah:

- a. Yield Strength (E)
- b. Tabel standard baja struktural

- c. Dimensi standard baja struktural
- d. Berat standard baja structural per meter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

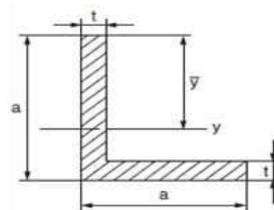
3.1 Analisis

Dalam melakukan perancangan struktur penunjang mesin las SAW digunakan metode analisis dengan melakukan perhitungan menggunakan teori dan rumus yang sudah dibahas pada Bab 2, dimanana yang dihitung adalah gaya, momen, keseimbangan gaya, momen inersia pada batang, *Bending Stress* pada setiap batangnya. Setelah diketahui *Bending Stress* yang terjadi maka dapat diketahui apakah struktur tersebut kuat atau tidak yang ditandai dengan nilai *Safety Factor* diatas nilai satu.

3.2 Titik Berat dan Momen Inersia Pada Batang

Profil batang yang digunakan adalah baja siku dan UNP sehingga momen inersia yang harus dihitung adalah untuk baja siku dan UNP juga dengan menggunakan persamaan 2-7 dan 2-8.

Titik berat dan momen inersia pada profil baja siku 75 x 75 x 6:



Gambar 1. Baja siku 75 x 75 x 6

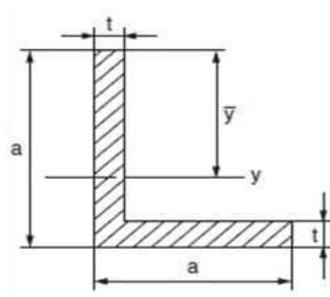
Sumber: Penelitian mandiri

Dimana:

$$\begin{aligned}
 a &= 75 \text{ mm} \\
 t &= 6 \text{ mm} \\
 I_x &= \frac{1}{12} (a^3 t + t a^3) = \frac{1}{12} (75^3 \cdot 6 + 6 \cdot 75^3) \\
 I_x &= \frac{1}{12} (421875 + 253125) = \frac{675000}{12} = 56250 \text{ mm}^4 \\
 I_y &= \frac{1}{12} (t a^3 + a t^3) = \frac{1}{12} (6 \cdot 75^3 + 75 \cdot 6^3) \\
 I_y &= \frac{1}{12} (20250 + 16875) = \frac{37125}{12} = 3093,75 \text{ mm}^4 \\
 I_{xy} &= \frac{1}{4} (a^2 t^2 + t^2 a^2) = \frac{1}{4} (75^2 \cdot 6^2 + 6^2 \cdot 75^2) \\
 I_{xy} &= \frac{1}{4} (337500 + 337500) = \frac{675000}{4} = 168750 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas bahwa baja siku 75 x 75 x 6 mm memiliki nilai titik berat y yaitu 54,05 mm atau 0,054 m dan momen inersia $4,68 \times 10^{-7} \text{ m}^4$.

Titik berat dan momen inersia pada profil baja siku 40 x 40 x 4 mm:



Gambar 2. Baja siku 40 x 40 x 4

Sumber : Young, Budynas, & Sadegh, 2012, p. 687)

Dimana:

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

$$y = a \frac{a^2 + at - t^2}{2(2a - t)} = 40 \frac{40^2 + 40 \times 4 - 4^2}{2(2 \times 40 - 4)}$$

$$y = 20,34 \text{ mm}$$

$$I = \frac{1}{3} [(2y^2 + a(a - y)^2 - (a - t)(a - y - t)^2]$$

$$I = \frac{1}{3} [4 \times 20,34^2 + 40(40 - 20,34)^2 - 140 - 4(40 - 20,34 - 4)^2]$$

$$I = 40001 \text{ mm}^4 = 4,01 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

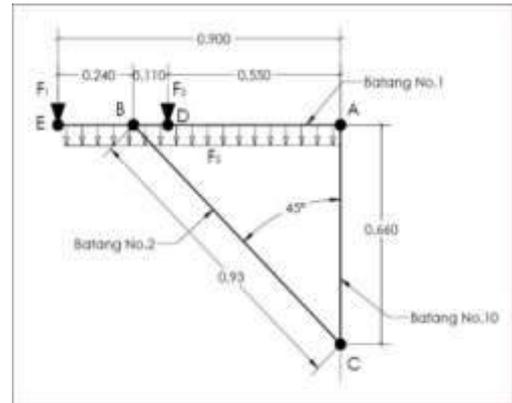
Dari hasil perhitungan di atas bahwa baja UNP 100 x 50 mm memiliki nilai titik berat y yaitu 50 mm atau 0,05 m dan momen inersia $1,94 \times 10^{-6} \text{ m}^4$.

3.3 Reaksi Tumpuan dan Bending Stress pada Setiap Batang

Sebelumnya sudah diasumsikan rangka struktur yang akan digunakan adalah seperti pada gambar 4.6, dimana terdapat 11 batang yang masing-masing batang tersebut harus dihitung Bending Stress dan reaksi gaya nya dimulai dari batang 1 sampai 11 dan menggambarkan diagram gaya normal, gaya lintang dan momen lentur yang terjadi.

Batang 1 dan 2:

Batang 1 dan 2 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 3. Pembebanan batang no.1

Sumber: Penelitian mandiri

$$\text{Diketahui } F_1 = F_2 = 539 \text{ N dan } F_3 = 160 \text{ N} \times 0,9 \text{ m} = 1742 \text{ N/m}$$

Reaksi gaya di titik B pada batang No.1:

$$\sum M_A = 0 = R_A \cdot 0 - F_2 \cdot 0,55 + R_B \cdot 0,66 - F_1 \cdot 0,9 - F_3 \cdot 0,9 \cdot 0,45$$

$$R_B = \frac{(539 \cdot 0,55) + (539 \cdot 0,9) + (1742 \cdot 0,9 \cdot 0,45)}{0,66}$$

$$R_B = 1851 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik B pada batang No.1 adalah $R_B = 1851 \text{ N}$.

Reaksi gaya di titik A pada batang No.1:

$$\sum M_B = 0 = R_A \cdot 0,66 - F_2 \cdot 0,11 + R_B \cdot 0 - F_1 \cdot 0,24 - F_3 \cdot 0,9 \cdot 0,21$$

$$R_A = \frac{(539 \cdot 0,11) + (539 \cdot 0,24) + (1742 \cdot 0,9 \cdot 0,21)}{0,66}$$

$$R_A = 687 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik A pada batang No.1 adalah $R_A = 687 \text{ N}$. Bending momen pada batang No.1:

Untuk menentukan bending momen pada batang No.1 maka batang tersebut dibagi menjadi 3 segmen yaitu segmen AD, DB, dan BE.

Segmen AD:

$$M_{AD} = RA \cdot x - F_1 \cdot x(x/2)$$

$$M_{AD} = 687 \cdot x - 1742 \cdot x(x/2)$$

Untuk $x = 0 \rightarrow M_{AD} = 0$

$$\text{Untuk } x = 0,55 \rightarrow M_{AD} = 687 \cdot 0,55 - 1742 \cdot 0,55 \left(\frac{0,55}{2}\right) = 114 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Segmen DB:

$$M_{DB} = RA \cdot x - F_1 \cdot x(x/2) - F_2 \cdot (x - 0,55)$$

$$M_{DB} = 687 \cdot x - 1742 \cdot x(x/2) - 539 \cdot (x - 0,55)$$

Untuk $x = 0,55$

$$\rightarrow M_{DB} = 687 \cdot 0,55 - 1742 \cdot 0,55 \left(\frac{0,55}{2}\right) - 539 \cdot (0,55 - 0,55) = 114 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Untuk $x = 0,66$

$$\rightarrow M_{DB} = 687 \cdot 0,66 - 1742 \cdot 0,66 \left(\frac{0,66}{2}\right) - 539 \cdot (0,66 - 0,55) = 15 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Segmen BE:

$$M_{BE} = RA \cdot x - F_1 \cdot x(x/2) - F_2 \cdot (x - 0,55) + RB(x - 0,66)$$

$$M_{BE} = 687 \cdot x - 1742 \cdot x(x/2) - 539 \cdot (x - 0,55) + RB(x - 0,66)$$

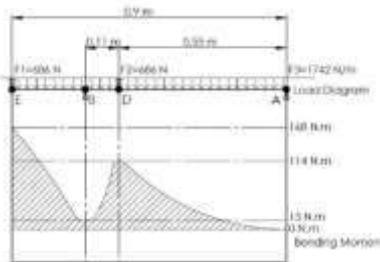
Untuk $x = 0,66$

$$\rightarrow M_{BE} = 687 \cdot 0,66 - 1742 \cdot 0,66 \left(\frac{0,66}{2}\right) - 539 \cdot (0,66 - 0,55) + 1851 \cdot (0,66 - 0,66) = 15 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Untuk $x = 0,9$

$$\rightarrow M_{BE} = 687 \cdot 0,66 - 1742 \cdot 0,66 \left(\frac{0,66}{2}\right) - 539 \cdot (0,66 - 0,55) = 148 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.1 sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram bending momen batang no.1
Sumber: Penelitian mandiri

Bending Stress maksimum pada batang no.1:

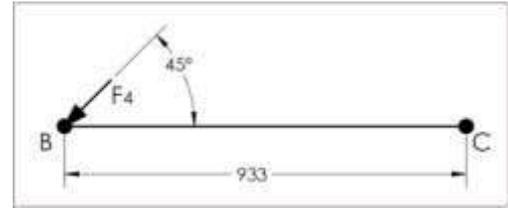
$$\sigma_{max} = \frac{My}{I} = \frac{148 \cdot 0,054}{4,68 \times 10^{-6}} = 19405407 \text{ N/m}^2 = 19,4 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.1 adalah

$$\sigma_{maks} = 19,4 \text{ MPa}$$

Batang 2:

Batang 2 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 5. Pembebanan batang no.2
Sumber: Penelitian mandiri

Gaya F4 pada batang no.2 dapat diketahui dari reaksi titik B (RB) pada batang no.1 yaitu = 1851 N ditambah berat batang 1 itu sendiri senilai 41,2 kg sehingga total gaya F4 = 1851 + 41,2 x 9,8 = 2254 N

Reaksi gaya di titik C pada batang No.2:

$$BC = F_4 \cdot \cos 45^\circ$$

$$BC = 2254 \times 0,7$$

$$BC = 1578 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik C pada batang No.2 adalah BC = 1578 N.

Bending momen pada batang No.2:

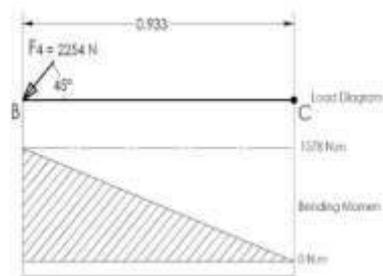
$$M_{CB} = BC \cdot x$$

$$M_{CB} = 1578 \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 0 \rightarrow M_{CB} = 0$$

$$\text{Untuk } x = 0,933 \rightarrow M_{CB} = 1578 \times 0,933 = 1472 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.2 sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram bending momen batang no.2
Sumber: Penelitian mandiri

Bending Stress maksimum pada batang no.2:

$$\sigma_{max} = \frac{My}{I} = \frac{1578 \cdot 0,054}{4,68 \times 10^{-6}} = 182076923 \text{ N/m}^2 = 182 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.2 adalah

$$\sigma_{maks} = 182 \text{ MPa}$$

Batang no.3:

Batang 3 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 7. Pembebanan batang no.3
Sumber: Penelitian mandiri

Gaya F5 pada batang no.3 dapat diketahui dari reaksi titik A (RA) pada batang no.1 yaitu = 687 N ditambah berat batang 1 itu sendiri senilai 41,2 kg sehingga total gaya F5 = 687 + 41,2 x 9,8 = 1090 N, pada batang no.3 ini beban diberikan hanya pada satu titik saja dikarenakan mesin SAW hanya satu dan berjalan secara orizontal dari titik A1 ke titik A4 untuk reaksi gaya pada titik dapat dipastikan bahwa RA1 = RA4 = RA2 = RA3 namun reaksi gaya harus ditetapkan pada nilai maksimum sehingga diyakini bahwa gaya maksimum akan terjadi ketika mesin las SAW berada pada titik A2 sedangkan yang dijadikan tumpuan pada perhitungan adalah titik A1 dan A4.

Reaksi gaya di titik A1 pada batang No.3:

Jadi, reaksi gaya di titik A4 pada batang

$$\sum M_{A_4} = 0 = RA_1 \cdot 0 - F_5 \cdot 2,34 + RA_2 \cdot 3,51$$

$$RA_1 = \frac{(1090 \cdot 2,34)}{3,51}$$

$$RA_1 = 726,6 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik A1 pada batang No.3 adalah RA1 = 726,6 N

Reaksi gaya di titik A4 pada batang No.3:

$$\sum M_{A_1} = 0 = RA_4 \cdot 0 - F_5 \cdot 1,17 + RA_2 \cdot 3,51$$

$$RA_4 = \frac{(1090 \cdot 1,17)}{3,51}$$

$$RA_4 = 363,3 \text{ N}$$

No.3 adalah RA4 = 363,3 N. Bending momen pada batang No.3:

Untuk menentukan bending momen pada batang No.3 maka batang tersebut dibagi menjadi 2 segmen yaitu segmen A1 A2 dan A2 A4.

Segmen A1 A2:

$$M_{A1A2} = RA_1 \cdot x$$

$$M_{A1A2} = 726,6 \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 0 \rightarrow M_{A1A2} = 0$$

$$\text{Untuk } x = 1,17 \rightarrow M_{A1A2} = 726,6 \cdot 1,17 = 851 \text{ N.m}$$

Segmen A2 A4:

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.3 sebagai berikut:

$$M_{A2A4} = RA_1 \cdot x - F_5 \cdot (x - 1,17)$$

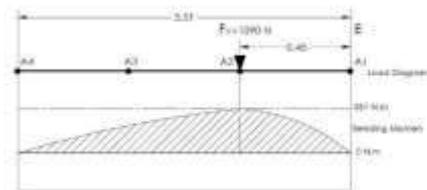
$$M_{A2A4} = 726,6 \cdot x - 1090 \cdot (x - 1,17)$$

$$\text{Untuk } x = 1,17$$

$$\rightarrow M_{A2A4} = 726,6 \cdot 1,17 - 1090 \cdot (1,17 - 1,17) = 851 \text{ N.m}$$

$$\text{Untuk } x = 3,51$$

$$\rightarrow M_{A2A4} = 726,6 \cdot 3,51 - 1090 \cdot (3,51 - 1,17) = 0 \text{ N.m}$$



Gambar 8. Diagram bending momen batang no.3

Sumber: Penelitian mandiri

Bending Stress maksimum pada batang no.3:

$$\sigma_{max} = \frac{My}{I} = \frac{851 \cdot 0,054}{4,68 \times 10^{-7}} = 98192307 \text{ N/m}^2 = 99 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.3

σ batang 3 = 99 MPa.

Batang no.4:

Batang 4 menggunakan baja siku 75 x 75 x 6mm



Gambar 3.9 Pembebanan batang no.4

Sumber: Penelitian mandiri

Hampir sama dengan batang no.3 Gaya F6 pada batang no.4 dapat diketahui dari reaksi titik C (RC) pada batang no.2 yaitu = 1578 N ditambah berat batang 1 dan 2 senilai 83 kg sehingga total gaya $F_5 = 1578 + 83 \times 9,8 = 2392$ N, pada batang no.4 ini beban diberikan hanya pada satu titik saja dikarenakan mesin SAW hanya satu dan berjalan secara horisontal dari titik C1 ke titik C4 untuk reaksi gaya pada titik dapat dipastikan bahwa $RC_1 = RC_4 = RC_2 = RC_3$ namun reaksi gaya harus ditetapkan pada nilai maksimum sehingga diyakini bahwa gaya maksimum akan terjadi ketika mesin las SAW berada pada titik A2 sedangkan yang dijadikan tumpuan pada perhitungan adalah titik C1 dan C4.

Reaksi gaya di titik C1 pada batang No.4:

Jadi, reaksi gaya di titik C1 pada batang No.4 adalah $RC_1 = 1595$ N. Reaksi gaya di titik C4 pada batang No.4:

$$\sum MC_1 = 0 = RC_4 \cdot 0 - F_6 \cdot 1,17 + RC_1 \cdot 3,51$$

$$RC_4 = \frac{(2392 \cdot 1,17)}{3,51}$$

$$RC_4 = 797,3 \text{ N}$$

$$\sum MC_4 = 0 = RC_1 \cdot 0 - F_6 \cdot 2,34 + RC_4 \cdot 3,51$$

$$RC_1 = \frac{(2392 \cdot 2,34)}{3,51}$$

$$RC_1 = 1595 \text{ N}$$

Jadi, reaksi gaya di titik C4 pada batang No.4 adalah $RC_4 = 797,3$ N.

Bending momen pada batang No.4:

Untuk menentukan bending momen pada batang No.4 maka batang tersebut dibagi menjadi 2 segmen yaitu segmen C1 C2 dan C2 C4.

Segmen A1 A2:

$$M_{C1C2} = RC_1 \cdot x$$

$$M_{C1C2} = 1595 \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 0 \rightarrow M_{C1C2} = 0$$

$$\text{Untuk } x = 1,17 \rightarrow M_{C1C2} = 1595 \cdot 1,17 = 1867 \text{ N.m}$$

Segmen C2 C4:

$$M_{C2C4} = RC_1 \cdot x - F_6 \cdot (x - 1,17)$$

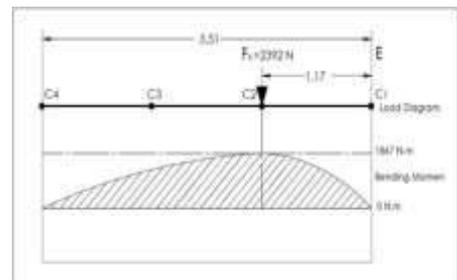
$$M_{C2C4} = 1595 \cdot x - 2392 \cdot (x - 1,17)$$

$$\text{Untuk } x = 1,17$$

$$\rightarrow M_{C2C4} = 1595 \cdot 1,17 - 2392 \cdot (1,17 - 1,17) = 1867 \text{ N.m}$$

$$\text{Untuk } x = 3,51$$

Sehingga dapat digambarkan diagram bending momen untuk batang no.4 sebagai berikut:



Gambar 10. Diagram bending momen batang no.4

Sumber: Penelitian mandiri

3.4 Faktor Keamanan (Safety Factor)

Faktor keamanan adalah hal yang paling penting karena menyangkut keselamatan, idealnya nilai faktor keamanan tidak kurang dari 1, nilai faktor keamanan dapat dihitung menggunakan persamaan 2-12 (W. C. Young, 2012).

Faktor keamanan untuk masing-masing batang:

Tabel 1. Faktor keamanan minimum disetiap batang

Nomor Batang	Bending Stress Maksimum, σ (MPa)	Yield Strength / Modulus elastisitas E Material (MPa)	Faktor Keamanan $\frac{\sigma}{E}$
Batang no.1	19,4	250	12,8
Batang no.2	182	250	1,3
Batang no.3	99	250	2,5
Batang no.4	216	250	1,2
Batang no.5	100	250	2,5
Batang no.6	12	250	20,8
Batang no.7	54	250	4,6
Batang no.8	75	250	3,3
Batang no.9	94	250	2,6
Batang no.10	22	250	11,3
Batang no.11	19	250	13,1

Sumber: Penelitian mandiri

3.5 Pembahasan

Berdasarkan nilai faktor keamanan pada setiap batang sudah dipastikan bahwa struktur penunjang mesin las SAW ini sudah optimum karena terbukti secara analisis tidak ada batang dengan nilai faktor keamanan dibawah 1, namun terdapat 2 batang dengan nilai faktor keamanan yang sangat mendekati nilai 1 yaitu batang no.2 dan 3 dimana masing-masing memiliki nilai faktor keamanan 1,3 dan 1,2 sehingga muncul keragu-raguan, untuk itu perlu dianalisis ulang untuk kedua batang tersebut.

Sebelumnya batang no.2 dan 4 direncanakan menggunakan baja siku 75 x 75 x 6 mm, supaya dapat meningkatkan nilai faktor keamanan maka batang tersebut dihitung lagi menggunakan UNP 100 x 50, karena diyakini bahwa UNP 100 x 50 mm akan lebih kuat lagi.

Batang no. 2: Dimana:

Bending momen maksimum = 1578 N.m

Bending Stress maksimum pada batang no.2 jika menggunakan UNP100 x 50 mm:

Berikut adalah summary penggunaan batang dalam

$$f_{max} = \frac{My}{I} = \frac{1578,050}{1,94 \times 10^{-6}} = 40670104 \text{ N/m}^2 = 41 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.2 jika menggunakan UNP adalah $\sigma_{maks} = 41 \text{ MPa}$. Koefisien faktor keamanan sebesar $250 / 41 = 6$.

Batang no. 4:

Dimana:

Bending momen maksimum = 1867 N.m

Bending Stress maksimum pada batang no.4 jika menggunakan UNP 100 x 50 mm:

$$f_{max} = \frac{My}{I} = \frac{1867,050}{1,94 \times 10^{-6}} = 48118557 \text{ N/m}^2 = 49 \text{ MPa}$$

Jadi, Bending Stress maksimum yang terjadi pada batang No.4 jika menggunakan UNP adalah $\sigma_{maks} = 49 \text{ MPa}$. Koefisien faktor keamanan sebesar $250 / 49 = 5,1$.

Setelah diganti menjadi UNP 100 x 50 batang no.2 dan 4 mengalami peningkatan menjadi 6 dan 5,1 dari sebelumnya yang hanya 1,3 dan 1,2.

merencanakan struktur penunjang mesin las SAW untuk pengelasan shell diameter 1600mm.

Tabel 2. Summary penggunaan material batang pada perencanaan struktur

Nomor Batang	Material	Faktor Keamanan
Batang no.1	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	12,8
Batang no.2	UNP 100 x 50 mm	6
Batang no.3	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	2,5
Batang no.4	UNP 100 x 50 mm	5,1
Batang no.5	Baja siku 40 x 40 x 4 mm	2,5
Batang no.6	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	20,8
Batang no.7	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	4,6
Batang no.8	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	3,3
Batang no.9	Baja siku 75 x 75 x 6 mm	2,6
Batang no.10	UNP 100 x 50 mm	3,7
Batang no.11	UNP 100 x 50 mm	4,4

Sumber: Penelitian mandiri

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Hasil perancangan yang dilakukan dalam membuat struktur dudukan mesin las SAW untuk pengelasan shell bejana tekan diameter

1600 mm dengan menggunakan metode analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Struktur dudukan mesin las SAW untuk pengelasan shell bejana tekan diameter 1600 mm dirancang menggunakan batang baja profil siku 75x75x6, siku 40x40x4 dan UNP 100x50.
2. Perencanaan dalam membuat struktur dudukan mesin las SAW ini telah dihitung stress yang terjadi pada masing-masing batang sehingga dapat diketahui nilai faktor keamanan terendah adalah 2,5 dengan nilai stress maksimum sebesar 100 MPa.
3. Kekuatan struktur ditentukan dari nilai faktor keamanan dimana dikatakan kuat jika faktor keamanan nilainya diatas 1, pada perancangan struktur dudukan mesin las SAW ini didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,5 sehingga struktur ini bisa dikatakan kuat dilihat dari nilai faktor keamanannya.

4.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis bermaksud memberikan saran yang semoga bermanfaat bagi pembaca dengan harapan agar penelitian selanjutnya dibidang perencanaan struktur dapat mencapai hasil yang lebih baik. Berikut saran penulis untuk para pembaca:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk mengkaji lebih dalam mengenai penghitungan kekuatan struktur dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti faktor angin, seismic, dll.
2. Penelitian selanjutnya disarankan agar dapat dilakukan dengan menggunakan software terkemuka dibidang penghitungan kekuatan struktur sehingga dapat melakukan validasi terhadap perhitungan yang sudah dibuat secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- I. P. Mulyatno, A. Trimulyono and S. F. Khristyson, "Analisa Kekuatan Konstruksi Internal Ramp Sistem Steel Wire Rope Pada Km. Dharma Kencana VII Dengan Metode Elemen Hingga," KAPAL, vol. 11 No.2, pp.85-93, 2014.

- W. C. Young, R. G. Budynas and A. M. Sadegh, Roark's Formula for Stress and Strain, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2012.

PERANCANGAN KETEL UAP PIPA API KAPASITAS UAP 185 KG /JAM PADA GEDUNG PERHOTELAN

Srihanto.

Prodi Teknik Mesin , FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
srihanto58@gmail.com

Abstrak

Ketel uap adalah suatu pesawat yang mengubah air menjadi uap dengan jalan dipanaskan dan uap tersebut digunakan untuk keperluan kebutuhan gedung perhotelan. Perencanaan Ketel uap ini berskala kecil tipe pipa api dengan kapasitas uap 185 kg/jam uap basah dengan bahan bakar solar. Kebutuhan gedung perhotelan terhadap uap adalah untuk pembuatan air panas di Heat exchange tank, pengering cucian di laundry, memasak di dapur. Permasalahan yang ada tidak mudah mendapatkan ketel uap yang sesuai dengan kebutuhan gedung perhotelan dengan kapasitas yang diinginkan. Untuk itu Tujuan dari perencanaan ini diharapkan dapat memperoleh spesifikasi ketel uap yang sesuai dengan keperluan gedung perhotelan yang terdiri dari 200 room. Metode penelitian dalam perancangan ketel uap ini dengan survei ke lapangan untuk menentukan spesifikasi data kebutuhan uap pada gedung perhotelan, serta studi perpustakaan dan mencari sumber dari jurnal ilmiah maupun internet tentang perancangan ketel uap. Dari hasil perancangan diperoleh : jumlah kalor yang diproduksi 247844,6 kJ/jam. Tekanan uap 4 bar. Konsumsi bahan bakar solar 12,7 kg/jam kg/jam atau 15 liter/jam. Diameter ketel 690 mm, tebal 88 mm, panjang 1,85 m, luas bidang pemanasan, $V_0 = 7,5 \text{ m}^2$, diameter Lorong Api $D_1 = 160 \text{ mm}$, tebal dinding lorong api 8 mm. Diameter pipa luar 42,2 mm, jumlah pipa api / tube 115 buah. Bahan Plat drum (badan) ketel dari Baja SCMn5, untuk suhu kerja 400°C, tegangan kerja (σ_k) = 25 kg/cm², sedangkan tegangan ijin 119,3 kg/cm².

Kata kunci: perancangan, ketel uap, pipa api, gedung.

1. PENDAHULUAN

Ketel uap adalah suatu alat atau mesin kalor yang terdiri dari seperangkat komponen utama diantaranya tabung bejana (*shell*) yang berisi fluida air dan pipa (*tube*) untuk mengalirkan panas hasil pembakaran bahan bakar dari lorong api, panas tersebut dialirkan melalui dinding pipa ke air sehingga air berubah menjadi uap bertekanan. Uap panas bertekanan tersebut digunakan pada gedung perhotelan maupun apartemen sebagai pengering pakaian, pembuat air panas untuk mandi dan memasak, sedang di industri minyak uap digunakan untuk penyulingan, di industri manufaktur uap digunakan sebagai oven, pengering cat dan di industri kimia sebagai proses pencampur, oven dan pengering, serta uap digunakan sebagai pemutar turbin untuk pembangkit tenaga listrik. Permasalahan yang ada pada produksi ketel uap kapasitas 180 kg/jam yang di perkiran untuk kapsitas hotel dengan 200 kamar masih jarang di temukan di pasaran, kebanyakan kapasitasnya lebih besar atau kecil. Fungsi Ketel Uap di Gedung Perhotelan. a) Kebutuhan air panas tamu hotel yang menginap (10 %) dengan cara uap di salurkan ke coil tangki Heat Exchange berisi air sehingga air menjadi

panas 50°C. dan disalurkan ke ruangan-ruangan. b) Kebutuhan pengering berbagai baju, handul, spry, nafkin, restorant dan lainnya. (70 %), c) Kebutuhan memasak agar hemat bahan bakar (20%) kebutuhan uap ini diperoleh dari data dan pengalaman pengelola hotel.

Sebagaimana di tulis di Jurnal Teknovasi Volume 03, Nomor 1, 2016, 45 – 50 ISSN : 2355-701X oleh Edy Syahputra^{1*}, Riky Wardhana² & Indra Hermawan³ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Al Azhar Medan berjudul “Rancang Bangun Ketel Uap Pada Rumah Sakit Dengan Kapasitas 400 Tempat Tidur” Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan konsumsi bahan bakar sebesar 151,14 kg/jam, adalah salah satu perancangan ketel uap dengan kapasitas yang lebih besar sehingga akan membutuhkan bahan bakar yang lebih besar (ASME, 2004).

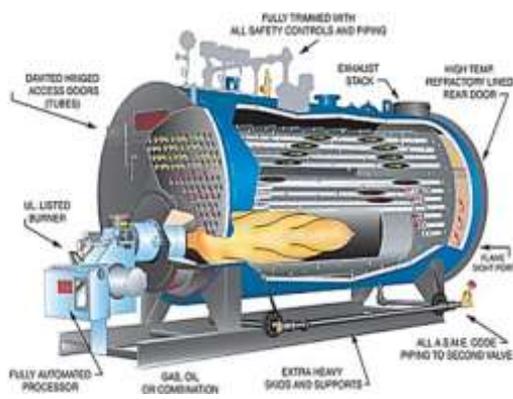
Tujuan perancangan ketel uap dengan kapasitas 180 kg/jam untuk memenuhi kebutuhan pada gedung perhotelan 200 kamar. Menentukan berapa besar kalor yang dibutuhkan untuk hotel tersebut. Kemudian menentukan ukuran atau dimensi dan kekuatan komponen utama ketel uap. Yang selanjutnya menentukan berapa besar

konsumsi bahan kajar tiap jam (Brothers S , 1998).

Dada umumnya Ketel uap di bagi menjadi dua yaitu : a) ketel uap pipa api dan b) ketel uap pipa air. Dalam perancangan ketel uap pipa api ini menentukan konstruksi dan dimensi komponen utama ketel uap yaitu:

- a) Bejana Ketel.(*sheel*)
Bejana ketel uap pipa api biasanya dibuat berbentuk silinder yang di dalamnya berisi air yang dipanaskan menjadi uap bertekanan.
- b) Pipa-pipa Penguap.
Pipa-pipa api ini pada sisi satu berhubungan dengan gas panas, dan pada sisi yang lain berhubungan dengan air berdiameter sekitar 2- 3,5 inch tergantung pada bahan bakar yang dipakai.
- c) Ruang Pembakaran
Ruang pembakaran digunakan untuk proses pembakaran bahan bakar padat, sedangkan untuk bahan bakar cair digunakan ruang bahan bakar
- d) Lemari/lorong Api
Gas panas hasil pembakaran bahan bakar dalam alirannya akan berkumpul dalam lemari api, sedangkan sisa-sisa pembakaran yang berupa abu yang terbawa gas asap akan dibuang melalui pengumpul debu. (Subakty. BM, 2016)(8)

Di bawah ini diperlihatkan ketel uap pipa api type Horizontal pada gambar 1.1.



Gambar 1. Ketel Uap Pipa Api Horizontal
(Sumber : <http://repository.unimar-amni.ac.id/2217/2/BAB%20II.pdf>, 30-10-22)(6)

Selain komponen utama ketel uap di lengkapi dengan komponen pendukung yaitu :

- a. *Superheater* (pemanas Uap lanjut).

- b. *Economizer* (pemanas Air Pengisi Ketel).
 - c. *Air Heater* (pemanas Udara).
 - d. Kondensator.
 - e. Tangki pemanas (*Feed Tank*).
 - f. Valve Pengaman tekanan.(*safety valve*)
 - g. Gelas Penduga.(*sign glass*)
 - h. Blowdown system
1. Oil burner

2. METODOLOGI PENELITIAN .

Untuk mendapatkan perancangan yang sistematis dan akurat dari berbagai dimensi komponen ketel uap, maka di buatlah diagram alir yang memberikan gambaran prosedur perancangan ketel uap.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.
Sumber : Penelitian Mandiri

Dalam perancangan ketel uap ini adalah penelitian perancangan dan terapan untuk mendapatkan hasil nyata dari jenis ketel uap yang mampu memenuhi kebutuhan beban kalor di hotel 200 kamar. Mendapatkan data dari lapangan dan menggunakan referensi dari berbagai buku, jurnal dan aplikasi internet.

a) Data Perancangan :

- Kapasitas uap = 185 kg/jam
- Tekanan uap = 4 Bar

- Jenis Ketel Uap Pipa Api Type Vertikal
- Bahan bakar = Solar
- Penggunaan = Gedung Hotel 200 kamar.

*** Adapun Data kebutuhan kalor uap pada hotel adalah (Data lapangan) :**

- Untuk kebutuhn laundry =70 %
- Uuntuk masak di dapur = 20 %
- U untuk pemanass air = 10 %.

*** Data Pengeringkan Pakaian Di Laundry Antara Lain (Edy Syahputra dkk, 2016)(5) :**

- Linen(*spray*) = 240 lembar = 240 kg.
- Handuk Besar = 300 lembar = 300 kg.
- Handuk kecil dan napkin /serbet = 220 lbr = 110 kg.
- Seragam karyawan 200 setel= 200 kg.
- Baju tamu 200 sêtel= 200 kg.
- Cucian dari luar Hotel = 400 kg.
- Total Cucian adalah = 1450 kg.
- Bila kandungan air 50 % pada kain 1450 kg x 0,5 = 724,7 kg.

Dasar Analisa Perhitungan Ketel uap :

a) Perhitungan Kalor (Subakty.BM, 1996)(8):

$$Qb = m. Cp. (Ta-Tu). \dots\dots(2.1)$$

Dimana =

m = massa air yang hendak dikeringkan.

Cp = kalor spesifik air = 4,2 kJ/kg °C.

Ta = suhu air.

Tu = suhu penguapan.

b) Perhitungan Kapasitas Ketel uap (Subakty. BM, 1996)(8):

$$Q_{laundry} = \frac{Qb}{Ho(\eta k)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Hk = efisiensi ketel uap. = 80 %.

Ho = *hu* – *ha* (kJ/kg), (*hu* entalpi uap masuk dan *ha* entalpi masuk)

c) Kebutuhan udara spesifik bahan bakar (Brothers Sulzer,2008)(2):

$$V_{th} = \frac{1,01 Hn}{1000} + 0,5(m^3/kgbb) \dots\dots(2.3)$$

Dimana :

Hn = Nilai kalor bahan bakar minyak solar = 10500 kCal / kg

d) Sedangkan Panas Yang Berguna :

$$Q_l = 87,5 \% .Hn \dots\dots\dots(2.4)$$

g) Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan adalah :

$$B = \frac{Qs (hs-hv)}{\eta k.Hn.} (kg/jam) \dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Qs = Kapasitas ketel kg/jam .

Hn = Nilai bakar tertinggi = 10500 kCal / kg. = 43953 kJ/kg.

ηk = Efisiensi ketel = 87,5 %

hs = Enthalpi pada tekanan 4 Bar, temperatur 144°C

hv = Enthalpi dari air pengisi ketel, 27°C s/d 30°C . 125,8 kJ / kg. (dari tabel uap)

Analisa perhitungan Konstruksi Ketel - uap(Brothers Sulzer,1998)(2):

a) Ukuran Diameter atau Badan Ketel

Ukuran badan ketel adalah diameter dari bahan ketel.

$$D = \pm 0,25V Vo (m) \dots\dots(2.6)$$

Dimana ;

Beban spesifik (*s*) adalah 25 kg uap/m² Vo / jam.

$$Vo = \frac{S}{s}(m^2) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

S = beban spesifik kg uap/m².Vo.jam.

S = Kapasitas ketel (kg/jam)

b). Sedangkan ukuran panjang badan ketel uap (Brothers Sulser Ltd, 1998) (2) :

$$L = \frac{Vo}{k.D^2} (m) \dots\dots\dots$$

(2.8)

Dimana :

Vo = Luas pemanasan

K = Konstanta besaran 2,75 - 4,5

D = Diameter ketel (m)

c). Tebal Dinding Ketel (Badan Ketel)

$$t = \frac{Di.P}{(200.V.Sf)-P} + C (mm) \dots\dots(2.9)$$

Dimana :

t = Tebal dinding ketel direncanakan (mm)

Di = Diameter dalam ketel (m)

P = Tekanan kerja ketel (kg / cm²)

V = Faktor sambungan Las = 0,7

Sf = Faktor keamanan = 1,5

K = Tegangan kerja (kg/mm²) suhu kerja dinding ketel adalah

$$tu + 50 ^\circ C$$

d). Tebal Pipa Api (Djoko Setyarjo, M.J. 1987)(4):

$$t_p = \frac{D.P+C}{\frac{200.V.K+P}{S_f}} \dots(2.10)$$

Dimana :

- P = Tekanan kerja ketel (atm = kg / cm²)
- D = Diameter Luar pipa (mm)
- V = 1
- K = Tenggangan material pada temperatur kerja (kg/mm².)
- S_f = Faktor keamanan = 1,5
- C = faktor penambahan tebal pipa = 2 mm.

e) Menentukan jumlah pipa api :

Jadi Jumlah pipa api adalah =

$$N_p = \frac{\text{Luasan shell} - \text{Luasan lorong api}}{\text{Luasan pipaserta jarak pipa}} = \frac{A_d - A_l}{D_p} \text{ (buah) } \dots (2.11)$$

f). Luas bidang pemanasan: (Bruijin L.A. De dan Muilwijk L,1996) (3)

$$V_o = \frac{Q_k}{S} \text{ (m}^2\text{) } \dots(2.12)$$

Dimana :

- Q_k = Kapasitas ketel uap (kg/jam).
- S = Beban spesifik panas (25 kg uap/m². V_o/jam)

g) Perancangan Diameter Lorong Api Type Schots : (Bruijin L.A. De dan Muilwijk L) [3]:

Api Type Schots : (Bruijin L.A. De dan Muilwijk L) [3]:

$$D_1 = 0,25 (D - 50) \text{ (mm)}$$

h) Tebal dinding lorong api adalah (Bruijin L.A. De dan Muilwijk L)(3):

$$t_1 = \frac{P.D.+(0,2xL)+200}{1200} \text{ (mm)}$$

Dimana :

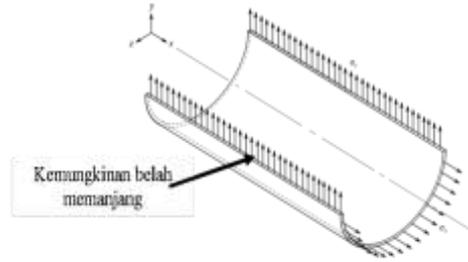
- P = Tekanan kerja ketel (Bar).
- D = Diameter lorong api (mm)
- L = panjang lorong api di L_r = direncanakan 1850 mm

i) Persamaan kemungkinan belah dinding ketel :

$$t_b = \frac{D.P}{2.\sigma_i.(1+\frac{D}{L})} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana =

- D = diameter dalam ketel (mm)
- P = tekanan kerja (N/mm²)
- σ_i = Tegangan ijin bahan (N/mm²)
- L = panjang ketel (m)



Gambar 3. Dinding ketel di periksa kemungkinan belah. (Sumber : <https://id.lambdageeks.com/pressure-vessel-design/>, 20-10-22)(7)

j). Pemeriksaan terhadap kekuatan pipa (Subakty. BM, 1996) :

$$\sigma = \frac{P.D.}{2.t}$$

Dimana :

- P = Tekanan air (N/mm²)
- D = diameter dalam pipa (mm)
- t = tebal pipa (mm)

k) Material Pipa Api direncanakan (ASME ,2004) (1) :

dari SA-178-A .(ASME), tegangan tarik ijin σ_i = 26 ksi/1,5 = 17,3 ksi = 119,3 kg/cm²

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisa Peerhhitungan :

Dari hasil analisa perancangan ketel uap ddi kategorrikn menjadi dua bagian yaitu perhitungan kalor dan perhitungan konstruksi.

Perencanaan Perhitungan kalor adalah :

a) Perhitungan kalor ketel uap:

* Jumlah air yang diuapkan pada pakaian di laundry adalah Q_l = 346982,4kJ.

* Uap tersebut diproduksi selama 2 jam maka , Maka kebutuhan uap untuk laundry per jam : \

$$Q_{\text{laundry}} = \frac{Q_l}{2} = 346982,4/2 = 173491,2 \text{ kJ/jam}$$

* Sedang Pemakaian uap laundry sebesar 70 %

$$Q_l = \frac{Q_l}{70} \times 100 = \frac{173491,2 \text{ kJ/jam}}{70} \times 100 = 247844,6 \text{ kJ/jam.}$$

* Sehingga kebutuhan uap laundry

$$Q_l = 108 \text{ kg/jam}$$

b) Besar kapasitas ketel uap pada hotel (Q_b) :

1.Untuk Laundry 70 % = 108 kg/jam

- 2. Pemanas air 20 % = 30,9 kg/jam
- 3. Memasak 10 % = 15,4 kg/jam +

Total kebutuhan Uap untuk Hotel

$$(Qh) = 154,3 \text{ kg/jam.}$$

Dengan demikian maka direncanakan kapasitas ketel uap :

$$Qk : 1,2 \times 154,3 \text{ kg} = 185,16$$

kg/jam atau dibulatkan menjadi

Maka Kapasitas ketel uap

$$(Qk) = 185 \text{ kg/jam.}$$

c) Kebutuhan udara, 1 kg bahan bakar teoritis

$$V_{th} = 11,105 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ bahan bakar.}$$

d) Sedangkan Panas Yang Berguna

Adalah $(QI) = 9188 \text{ kCal / kg}$ bahan bakar.

e) Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan adalah

$$B = 12,7 \text{ kg/jam}$$

Analisa Perhitungan Dimensi dan Kontruksi :

a) Perancangan diameter ketel uap

$$(Di) = 0,69 \text{ m} = 690 \text{ mm}$$

b) Ukuran panjang badan ketel uap (L)

$$= 1,85 \text{ m}$$

c) Tebal dinding ketel uap, Baja SC

Mn5, untuk suhu kerja 400 °C, teggangan kerja $(\sigma_k) = 25 \text{ kg/mm}^2$ diperroleh tebal dinding ketel uap (t) = **4,18 mm**

d) Dimensi pipa api direncanakan

Diameter luar

$$Do = 1\frac{1}{4}'' = 42,2 \text{ mm,}$$

Diameter dalam Di = 38,64 mm

Tebal pipa t = 3,56 mm,

Panjang pipa L = 1,85 m = 1850 mm

Material pipa api direncanakan

(ASME, 2004): SA-178-A . teggangan tarik ijin $\sigma_i = 26 \text{ ksi}/1,5 = 17,3 \text{ ksi} = 119,3 \text{ kg/cm}^2$.

e) Menentukan jumlah pipa api :

$$n = 128 \text{ buah.}$$

Dikurangi satu baris untuk penyangga pipa (10 %) (dikurangi 13 buah)

sehingga jumlah pipa

$$n = 128 - 13 = 115 \text{ buah}$$

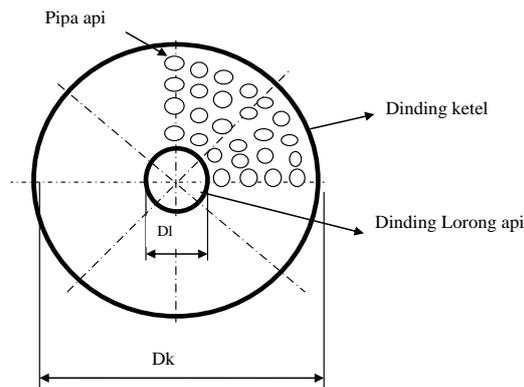
f)Pemeriksaan kekuatan dinding ketel uap

kemungkinan belah adalah (tb) = 0,83

mm. Maka dinding ketel uap aman

terhadap kemungkinan belah atau $t > tb$

atau $8 \text{ mm} > 0,83 \text{ mm}$.



Gambar 4. Susunan pipa api ketel uap .

Sumber : Penelitian Mandiri

g) Luas bidang pemanasan.

$$Vo = 7,5 \text{ m}^2$$

h) Diameter Lorong Api

$$D1 = 160 \text{ mm}$$

i) Tebal dinding lorong api (ti) :

$$ti = 2,1 \text{ mm}$$

Direncanakan tebal dinding Lorong api sesuai dengan tebal dinding ketel uap yaitu = 8 mm

j) Pemeriksaan terhadap kekuatan pipa

$$(\sigma_k) = 2170786,5 \text{ kN/m}^2. = 21,09 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } 2,11 \text{ N/mm}^2.$$

Material pipa terbuat (ASME 2004) : SA-178-A, suhu 950°F tebal (3,56 mm). teggangan tarik $\sigma = 26 \text{ ksi}$, Type Plain, joint welded. Dengan teggangan tarik ijin $\sigma_i = 26 \text{ ksi}/1,5 = 17,3 \text{ ksi} = 119,3 \text{ kg/cm}^2$.

3.2. Pembahasan

Dari hasil perancangan perancangan ketel uap pipa api type vertical kapasitas 185 kg/jam adalah :

*.Analisa Energi:

Kalor yang dihasilkan/produksi ketel uap adalah 247844,6 kJ/jam, digunakan untuk laundry 70 % , masak 10 % dan pemanas air 20 %.

Kebutuhan udara spesifik terhadap bahan bakar adalah 11,105 m³/kg bahan bakar. Panas yang berguna adalah 87,5%. Atau kerugian panas adalah 12,5%.

Pemakaian bahan bakar 15 ltr/jam , bahan bakar dri solar dengan nilai kalor $H_n = 10500 \text{ kJ/kg}$.

*. Hasil Analisa Kekuatan dan dimensi :

Diameter luar Shell = 690 mm, panjang ketel = 185 mm, Tebal

dinding = 8 mm. bahan terbuat dari baja SCMn5 pada 400°C Tegangan kerja 25 kg/mm². Tegangan ijin 16,7 kg/mm². Tekanan kerja 4 Bar. luas bidang pemanasan, $V_o = 7,5 \text{ m}^2$, diameter Lorong Api D1 = 160 mm, tebal dinding lorong api 8 mm. Diameter pipa api = 1 ¼ inc atau =42,2 mm, schedule 40, tebal 3,56 mm, jumlah pipa = 115 buah bahan pipa terbuat dari Material terbuat pipa api direncanakan dari SA-178-A .(ASME), tegangan tarik ijin $\sigma_i = 26 \text{ ksi}/1,5 = 17,3 \text{ ksi} = 119,3 \text{ kg/cm}^2$.

4. KESIMPULAN

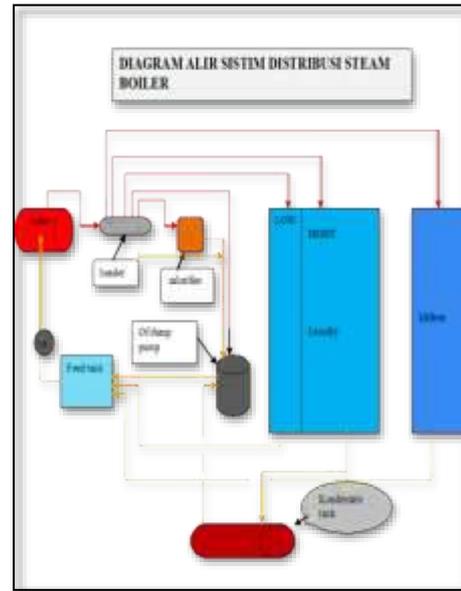
Dari hasil perencanaan ketel Uap kapasitas 185 kg/jam tekanan 4 Bar. Adalah :

- a) Jenis Ketel uap pipa api vertical dengan produksi uap 247844,6 kJ/kg. bahan bakar cair (Solar) , konsumsi bahan bakar perjam = 14,8 kg/jam. Atau 15 ltr/jam.
- b). Diameter luar dinding ketel (sheel) = 690 mm, Panjang 186 mm, tebal dinding = 8 mm. jumlah pipa api 115 buah diameter 1 ¼ inc.
- c). Bahan dinding terbuat bahan Plat ScMn 5 dengan kekuatan 25 kg/cm². Hasil pemeriksaan pada tegangan kerja bahan tersebut kemungkinan belah tebal 0,85 mm, dan kemungkinan putus, tebal 0,45 mm sedang tebal dinding 8 mm, sehingga bahan ketel aman.

DAFTAR PUSTKA :

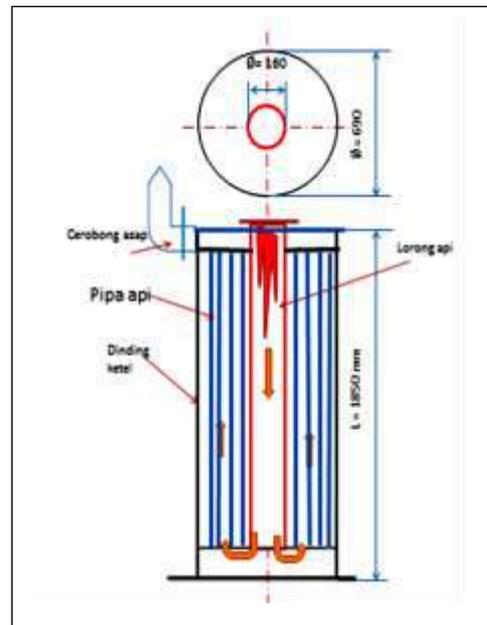
- ASME (*American Society of Mechanical Engineer*), 2004. *Boiler & Pressure Vessel Section IV: Rule For The Contruction fo Heating Boiler* , NewYork . Three Park Avenew
- Brothers Sulzer Ltd, **Boiler Hand Book**, 1998 Wintherthur, *InterWeld Inc Ltd* Switzerland,
- <https://id.lambdageeks.com/pressure-vessel-design/>, (20-10-22)(7)
- <http://repository.unimaramni.ac.id/2217/2/BAB%20II.pdf>, (20-10-22)(6)
- <http://repository.unimaramni.ac.id/2217/2/BAB%20II.pdf>, (20-10-22)
- <https://id.lambdageeks.com/pressure-vessel-design/>, (20-10-22)

LAMPIRAN 1



Gambar Skematik distribusi uap

LAMPIRAN 2



Gambar Konstruksi ketel uap vertikal

Tren Penelitian Analisis Wacana Kritis pada Jurnal Sastra dan Linguistik Terapan di Indonesia: Tinjauan Tipe Penelitian, Subjek Penelitian dan Kerangka Kerja

Rendy Pribadi

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
rendyp@itbu.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini berupaya mengkaji tren penelitian Analisis Wacana Kritis (AWK) dari tahun 2017-2022. Analisis Wacana Kritis merupakan salah satu metodologi yang membahas permasalahan ketidakseimbangan kekuasaan, melihat bentuk-bentuk ideologi, dan penyalahgunaan wewenang dari moda wacana teks maupun lisan. Metodologi penelitian ini menggunakan sistem *jurnal review* artinya dimulai dari tahap pengumpulan melalui portal SINTA, menuliskan data-data metodologi dalam artikel, dan mengklasifikasikannya dalam tiga instrument, yakni 1. Tipe Penelitian, 2. Subjek Penelitian, dan 3. Kerangka kerja. Berdasarkan 36 artikel dari portal SINTA 2 kemudian melihat kepada tiga aspek tersebut dapat disimpulkan, bahwa 1. Tipe penelitian kualitatif mendominasi penelitian sebanyak 31 artikel, 2. Subjek penelitian didominasi oleh teks berita (koran) sejumlah 6 artikel dari tahun 2017-2022, 3. Kerangka kerja didominasi model Norman Fairclough, penyebab paling banyak digunakan dalam penelitian SINTA boleh jadi kerangka kerja yang cukup sederhana untuk diterapkan dalam karya ilmiah dan fiksi karena melihat ketidakseimbangan dalam kuasa dan membahas banyak aspek mulai dari politik, ekonomi, budaya, dan sosial.

Kata kunci: tren, wacana kritis, linguistik

1. PENDAHULUAN

Penelitian analisis wacana kritis telah mengalami perkembangan yang pesat di Indonesia. Perkembangan ini didasari dari jumlah tema dan metode lintas disiplin yang mampu mengungkapkan berbagai persoalan wacana, terutama permasalahan interpretasi dan pemaknaan terhadap bentuk-bentuk linguistik. Seperti iklan atau sejumlah teks koran yang membawa ideologi ketika si pengarang membawa peran kognitif dalam berbahasa. Penggunaan Bahasa ini bisa bersifat ideologis. Maka (Wodak, 1996) untuk memastikannya membutuhkan interpretasi, penerimaan dan efek sosialnya (Fairclough, 1999)

Berbagai penelitian untuk memahami teks dari sudut pandang konteks sosial di berbagai dunia salah satunya ialah Analisis Wacana Kritis (AWK). AWK pada mulanya merupakan metode baru di dalam ilmu-ilmu sosial (Haryatmoko, 2017). Berbagai model analisis wacana kritis pun beragam, mulai dari model tiga dimensi Fairclough, dimensi sosiokognitif van Dijk, , analisis wacana kritis pendekatan sejarah Ruth Wodak dan model strategi inklusi dan eksklusi van Leeuwen. Penelitian Analisis Wacana Kritis (AWK) yang masih berkuat dengan teks-teks koran

dan jenis teks lainnya yang masih konvensional untuk menyuarakan ketidakadilan sosial

Dalam cakupan aspek-aspek diskursif dan mencari cara-cara yang memungkinkan untuk memenuhi dan hak dan mengurangi ketidakadilan tersebut.

Berbagai penelitian di Indonesia yang menggunakan analisis AWK didominasi oleh topik seperti ketidakseimbangan dalam wacana oleh (Asrianti, 2019), dominasi tindak tutur laki-laki (Syahrin et al., 2021), praktik kuasa (Risaldi et al., 2021), marginalisasi (Aji, 2019; Paramita, 2019), bias gender (Lestari & Triyono, 2020), kekuasaan (Aryanto et al., 2021), budaya patriarki (Romiyati., 2020), stereotip (Hayuningsih, 2021; Kusno et al., 2017), dan representasi (Gina Nanda, 2019; Habibah, 2020; Hayuningsih, 2021; Zulkarnain, 2018; Asidiky, 2020). Tema-tema ini menunjukkan bahwa AWK pada dasarnya ialah metodologi yang digunakan dalam sebuah teks untuk mengkaji ketidakseimbangan dalam konteks sosial (Asrianti, 2019; Lestari & Triyono, 2020).

Berbeda dengan tema-tema di atas, AWK sebagai metodologi digunakan untuk meningkatkan kemampuan akademik dan analisis, misalnya mengidentifikasi bentuk

linguistik (Yasa, 2021), meningkatkan menulis argumentasi di sekolah menengah (Wuryaningrum, 2020), penggunaan unsur-unsur semantik untuk memperkuat berita (Mardikantoro & Haryadi, 2019), kajian AWK melalui grafiti untuk meningkatkan kesadaran ekologis (Setiyanto & Macaryus, 2022), dan konstruksi ideologi dalam meme Setya Novanto (Andriani et al., 2019).

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan analisis konten dengan kerangka kerja AWK yang berfokus kepada jurnal yang telah dipublikasikan di Indonesia melalui portal SINTA. Metode penelitian yang sama telah digunakan oleh (Susetyarini & Fauzi, 2020) yang telah mengalami beberapa modifikasi.

2.1 Sumber Data

Data yang dikumpulkan berasal dari hasil pencarian penggunaan kerangka kerja atau metode AWK. Keseluruhan artikel diambil dari kata kunci Analisis Wacana Kritis dari jurnal yang telah terindeks di portal *Science and Technology Index* (SINTA 2) dari tahun 2017 sampai dengan 2022. Portal SINTA merupakan sebuah platform yang telah dibuat dan dikembangkan oleh Kemenristekdikti Indonesia sebagai salah satu wadah pengumpulan jurnal ilmiah. Semua artikel yang berjumlah ratusan terdapat 36 artikel yang menggunakan metode AWK dalam analisisnya yang diambil dari 11 jurnal terindeks SINTA 2. Artikel-artikel yang dikumpulkan telah dipublikasikan secara online sebelum September 2022.

2.3 Instrumen Penelitian

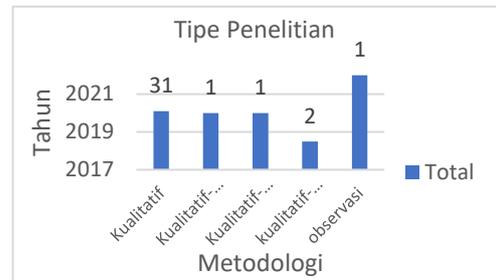
Instrumen dalam penelitian ini digunakan untuk memetakan kenaikan penggunaan metode AWK tiap tahun dari artikel dalam jurnal yang telah terindeks SINTA dengan menggunakan metode AWK dan kategori yang akan dianalisis menggunakan beberapa aspek untuk mengulas metode kerangka kerja dan analisis data dalam 36 artikel yang telah dikumpulkan. Terdapat enam pokok ulasan dalam menganalisis konten dalam penelitian ini. Hal pokok itu meliputi 1. Tipe penelitian, 2. subjek penelitian, 3. Jenis kerangka kerja

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Semua artikel telah diklasifikasikan berdasarkan kategori dan aspek yang telah ditentukan. Informasi ini didapat dari penulis dalam bentuk abstrak penulisan dan diperjelas dengan membaca metodologi penelitian dan simpulan yang ada pada setiap artikel. Kemudian data yang telah dikumpulkan lalu diolah dalam bentuk diagram batang.

Tipe Penelitian



Aspek	Kategori	
Tipe penelitian	1 Penelitian Kuantitatif	3 Penelitian kualitatif-kuantitatif
Subjek penelitian	1 teks berita 2 teks pidato 3 percakapan 4 teks syair lagu 5 teks karya sastra 6 transliterasi (video)	7 teks grafiti 8 teks karya ilmiah 9 kutipan transkrip dalam radio
Kerangka kerja	1 Norman Fairclough 2 Van Dijk 3 Van Leeuwen 4 Milles & Hubberman 5 Foucault	

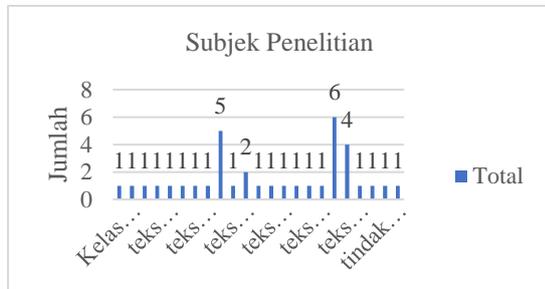
Gambar 1 Tipe Penelitian
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 1. Aspek Dan Kategori dalam Penelitian.
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tipe penelitian menentukan bentuk yang akan dianalisis. Tipe ini berbentuk kualitatif dan deskriptif dalam pengolahan dan pemetaannya. Bentuk analisis seperti ini menggunakan teknik rata-rata dan dari tiap jurnal yang dihasilkan dari tahun 2017-2022 berdasarkan topik penelitian yang digunakan, subjek penelitian, pengumpulan data, dan metode analisis. Tipe penelitian dalam diagram di bawah ini menunjukkan tipe penelitian dari tahun 2020 didominasi oleh kualitatif dan disusul dengan metode campuran yakni kualitatif-kuantitatif kritis berjumlah satu penelitian, kualitatif-kuantitatif

(survei) dan observasi yang berjumlah masing-masing satu penelitian lalu.

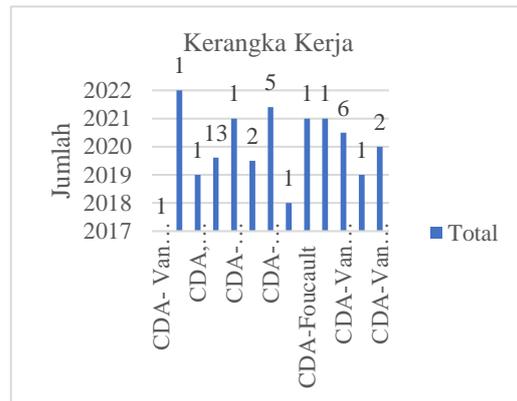
Penelitian AWK di Indonesia yang didominasi bertipe kualitatif didasarkan oleh banyaknya fenomena dalam masyarakat yang sangat dinamis dalam lingkup sosial, politik, ekonomi, dan lainnya.



Gambar 2 Subjek Penelitian
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Dalam subjek penelitian, teks berita (koran) mendominasi korpus data yang dianalisis menggunakan AWK. Kecenderungan teks koran karena berita menjadi fenomena yang selalu diperoleh masyarakat Indonesia. Fenomena berbasis data dan kemudian banyak diinterpretasikan menurut pandangan media. Pandangan ini kemudian diekonstruksi menjadi hal yang menarik saat berhubungan dengan kekuasaan, dominasi, ras, dan politik karena peran media salah satunya ialah memperlihatkan wacana ideologi media kepada masyarakat sebagai bagian dari alur mediasi pembentukan realitas melalui teks berita (Ghofur, 2016). Subjek yang menjadi bagian penting dalam masyarakat Indonesia selanjutnya yakni teks karya fiksi berupa novel dan cerpen yang berjumlah 6, masing-masing 4 untuk novel dan 2 berbentuk cerpen berbentuk novel yakni pada tahun 2018, 2021, dan 2022. Karya fiksi mendapat perhatian dalam penelitian AWK, misalkan dalam novel *La Demi Mondaine* yang menggambarkan hukuman secara moral dari seseorang yang berprofesi sebagai gundik (Hayuningsih, 2021). Bentuk karya fiksi lainnya, yakni cerpen. Karya fiksi ini mampu menggambarkan sebuah kejadian yang ada dalam struktur masyarakat, karena cerpen dapat dibentuk dan membentuk struktur sosial (Ramadhona, 2021). Kemudian bentuk subjek lainnya masing-masing berjumlah satu dari

penelitian yang dilakukan selama tahun 2017-2022.



Gambar 3 Jenis Kerangka Kerja Analisis Wacana Kritis
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Jenis penelitian yang menggunakan kerangka kerja tiga dimensi Norman Fairclough mendominasi dari keseluruhan penelitian dalam SINTA 2 yakni berjumlah 21 dari tahun 2019-2021. Hal mendasar dari banyaknya penggunaan metode ini ialah instrumen yang bisa menghubungkan antara teks dan sosiokultural (Hayuningsih, 2021), ketidakseimbangan hubungan kekuasaan (Ramadhona, 2021), menghubungkan antara interpretasi dari sebuah fenomena dan hegemoni (Wuryaningrum, 2020), representasi negatif dari seorang Ahok (Asidiky & Puspa, 2020), ketidakterbukaan media dalam memberitakan permasalahan (Busri, H., & Badrih, 2022), keresahan komika kepada orang yang mengambil banyak keuntungan selama pandemi Covid-19 (Putri et al., 2020), praktik kuasa pelaku pedofilia (Risaldi et al., 2021), dan praktik sosial dalam pembuatan kebijakan saat pandemi Covid-19 (Nursalam Sulaeman, Sulaeman, Mustafa, Irvan, 2021). ciri khas metode AWK Fairclough ialah bagaimana mengungkapkan sebuah ideologi dalam praksis teks, wacana, sosiokultural yang dihubungkan dengan teks. Perkembangan dari temuan ini bisa menjadi negosiasi dalam penentuan arah wacana yang akan menentukan bentuk netralitas dari penulis dan media mainstream lainnya..

Kerangka kerja kedua yang paling banyak ditemukan dalam SINTA 2 yakni praksis kognitif dari Van Dijk. Kerangka kerja ini digunakan sebanyak 8 jurnal yakni tahun

2017 dan 2018 sebanyak masing-masing 1 jurnal kemudian 2020 sebanyak 6 jurnal. Ketertarikan terhadap kerangka kerja Van Dijk disebabkan perkembangan media yang ada dalam negara Indonesia dan Van Dijk juga melihat bagaimana struktur sosial, dominasi, dan kelompok kekuasaan yang ada dalam masyarakat dan bagaimana kognisi/pikiran dan kesadaran yang membentuk dan berpengaruh terhadap teks-teks tertentu (Ghofur, 2016). Media sebagai penyampai informasi juga mempunyai indikasi yang berbeda dari segi linguistik, seperti media dalam Kompas.com dalam menyampaikan penilaian melalui tiga dimensi van Dijk, yakni dimensi teks, sosiokognitif, dan konteks sosial dengan pendekatan feminis yang memberitakan adanya penindasan dan pelanggaran suatu oknum terhadap atlet gimnastik perempuan (Lestari & Triyono, 2020). Mak

Lalu dalam analisis kerangka kerja lainnya ialah AWK Van Leeuwen dengan ciri khasnya memperlihatkan aktor yang merepresentasikan kejadian tersebut. Kerangka kerja ini dipakai oleh 3 artikel yakni, tahun 2020 sejumlah 2 artikel dan 2022 sejumlah 1 artikel. Kemunculan kerangka ini mempunyai ciri khas dalam pemakaiannya, yakni penggunaan kerangka linguistik mikro untuk menganalisis situasi dalam wacana tersebut. Sebagai contoh pada tahun pemilu di 2019, koran Tempo yang menganalisis berita mengenai ulasan dari segi teknik objektivitas-abstraksi, nominasi-kategorisasi, nominasi-identifikasi, asimilasi-individualisasi, dan asosiasi-disosiasi dan diakhiri dengan simpulan bahwa wartawan berpihak kepada pelaku yakni dengan membeberkan keburukan dari pihak lain dan mementingkan satu pihak saja (Paramita, 2019).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan keterangan dari ketiga instrumen yang telah dipaparkan peneliti, tipe penelitian didominasi oleh kualitatif dari tahun 2017 sampai dengan 2022. Hal ini disebabkan analisis AWK mendasarkan kepada fenomena dan persepsi kemudian diinterpretasikan berdasarkan kemampuan penarikan simpulan secara analitik. Pendekatan lainnya yakni, kualitatif-kuantitatif ialah mendasarkan perhitungan secara statistika dan mengulasnya dalam

analisis-persepsi. Instrumen kedua, yakni subjek penelitian didominasi oleh teks koran maupun berita digital sebagai wacana tulis yang dimuat dalam media *mainstream* karena media sebagai penyampai informasi sangat menentukan pembentukan dan membentuk struktur sosial dan ideologi baik penulisnya dan pembaca. Perhatian khusus tertuju pada teks sastra, yang menunjukkan situasi sosial pada jaman tersebut kemudian dijadikan refleksi dan perenungan baik tertulis dalam novel maupun cerpen. Instrumen ketiga, kerangka kerja yang digunakan didominasi oleh tiga dimensi Norman Fairclough yang mempunyai ciri khas pada perubahan sosiokulturalnya dan mendapat perhatian khusus mengenai sebaran kerangka kerjanya dalam SINTA. Belum ada sebuah kajian khusus mengenai hal tersebut, namun jika melihat dari statistika boleh jadi kerangka kerja yang sederhana dan kompleks karena terdapat ranah ilmiah (genealogi sejarah), metafora, dan sosiokultural bisa digunakan dalam teks ilmiah maupun fiksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, E. N. . (2019). Power Relation in the Discourse of Conflict Between Corruption. II, 140–149.
- Andriani, V. W., Ilmu, M., Fakultas, L., Budaya, I., Jember, U., & Timur-indonesia, J. (2019). SEBAGAI REPRESENTASI DEMOKRASI DIGITAL DI INDONESIA : ANALISIS WACANA KRITIS A . PENDAHULUAN Dalam mekanisme kehidupan manusia , bahasa sesungguhnya tidak berhenti pada fungsinya sebagai media komunikasi , tetapi bahasa merupakan manifestasi dari praktik. III(2), 231–260.
- Aryanto, A., Rochimansyah, N., Sholeh, K., & Setyowati, H. (2021). Spiritualitas Dan Kekuasaan Dalam Lakon Wayang Arjunawiwaha Karya Ki Nartosabdo: Analisis Wacana Kritis Michel Foucault. Widyaparwa, 49(2), 315–324. <https://doi.org/10.26499/wdprw.v49i2.799>
- Asidiky, Z., & Puspa, R. V. M. (2020). The Representation of Basuki Tjahaja Purnama (BTP) as a Social Actor in the Collection of Hoax News Headlines on www.turnbackhoax.id. Eralingua: Jurnal Pendidikan Bahasa Asing Dan Sastra,

- 4(1), 54.
<https://doi.org/10.26858/eralingua.v4i1.11291>
- Asrianti, A. (2019). Representasi Kekuasaan Dalam Wacana Kelas Di Sekolah Menengah Pertama. *RETORIKA: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 12(1), 14.
<https://doi.org/10.26858/retorika.v12i1.7384>
- Azizah, H. A., & Triyono, S. (2021). ANALISIS WACANA KRITIS POLEMIK UNDANG-UNDANG Oleh A . PENDAHULUAN Pemakaian bahasa , baik dalam bentuk tutur maupun tulis , dapat dilihat sebagai sebuah praktik sosial . Dalam tinjauan analisis wacana , praktik sosial tersebut dapat menyebabkan hubungan y. V(2), 222–243.
- Busri, H., & Badrih, M. (2022). Representation of Linguistic Characteristics in Mass Media. *Kembara: Jurnal Keilmuan Bahasa, Sastra Dan Pengajarannya*, 8(1)(1), 1–14.
- Detik, O., Dan, C. O. M., Grid, N., Studi, P., Linguistik, M., Budaya, F. I., Diponegoro, U., Soedarto, J. P. H., & Tembalang, S. H. (2020). Gender Bias in News Reports a Case of Reporting Affair Presented By Detik.Com and Nova.Grid.Id (Bias Gender Dalam Teks Berita Studi Tentang Pemberitaan Kasus Perselingkuhan Yang Ditampilkan Oleh Detik.Com Dan Nova.Grid.Id). *Gramatika STKIP PGRI Sumatera Barat*, 6(1), 1–12.
<https://doi.org/10.22202/jg.2020.v6i1.3808>
- Ghofur, A. (2016). Critical Discourse Analisis Sebuah Model Analisis Sosial Kritis Dalam Teks Media. *OKARA: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 10(2), 177.
<https://doi.org/10.19105/ojbs.v10i2.978>
- Gina Nanda. (2019). The Effectiveness of Tourist Hunting Project in Improving Students' English Communication Skill. *OKARA: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 13(1), 65.
<https://doi.org/10.19105/ojbs.v13i1.2262>
- Fairclough, N. (1999). *Ruth Wodak, Disorders of discourse. (Real language series.)* London: Longman, 1996. Pp. xi, 200. Pb £15.99. *Language in Society*, 28(4), 605–609.
<https://doi.org/10.1017/s0047404599294043>
- Habibah, S. U. (2020). Analisis Wacana Kritis Pada Catatan Najwa Berjudul “ Trias Koruptika ” Perspektif Norman Fairclough. *Adabiyat: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, IV(2), 244–261.
<http://ejournal.uin-suka.ac.id/adab/Adabiyat/article/view/1979/929>
- Hayuningsih, A. A. C. (2021). Social Exclusion of Demi-Mondaine and Nyai in French and Indonesian Novels. *Poetika*, 9(2), 77.
<https://doi.org/10.22146/poetika.v9i2.61094>
- Kusno, A., Rahmad, A., & Bety, N. (2017). Analisis Wacana Kritis Pembentukan Stereotip Pemerintah Oleh Hti. *Bahasa Dan Seni: Jurnal Bahasa, Sastra, Seni Dan Pengajarannya*, 45(2), 143–154.
<https://doi.org/10.17977/um015v45i22017p143>
- Leeuwen, T. van. (2008). *Discourse and Practice_ New Tools for Critical Discourse Analysis (Oxford Studies in Sociolinguistics)*.
- Lestari, D., & Triyono, S. (2020). Feminist Discourse Analysis on Kompas.Com News: Atlet Senam Sea Games Dipulangkan Karena Tak Perawan. *Widyaparwa*, 48(2), 219–229.
<https://doi.org/10.26499/wdprw.v48i2.455>
- Mardikantoro, H. B., & Haryadi, H. (2019). Korupsi Dalam Konstruksi Media : Analisis Struktur Mikro Semantik Teks Berita Korupsi Di Televisi. *Widyaparwa*, 47(1), 104–115.
<https://doi.org/10.26499/wdprw.v47i1.195>
- Nursalam Sulaeman, Sulaeman, Mustafa, Irvan, N. (2021). Analisis istilah wacana kebijakan pembatasan sosial COVID-19 di Indonesia (Discourse analysis of the COVID-19 social restrictions policy in Indonesia). *Kembara*, 7(2), 388–405.
<https://ejournal.umm.ac.id/index.php/kembara/article/view/16500>
- Paramita, C. (2019). *Critical Discussion Analysis in Online News Tempo. Co About Pilpers 2019 (Analisis Wacana*

- Kritis Pada Berita Online Tempo. Co Tentang Pilpers 2019). Gramatika STKIP PGRI Sumatera Barat, 5(2), 236–251.
<https://doi.org/10.22202/jg.2019.v5i2.3360>
- Putri, L. M., Ramadhan, S., Bahasa, P., Padang, U. N., Hamka, J. P., & Padang, A. T. (2020). Keresahan komika terhadap pelanggaran aturan pemerintah dalam menghadapi wabah Covid-19 dilihat dari perspektif sociocultural practice 19 terputus (Tobroni , 2020). Selain itu , juga diberlakukan larangan mudik sementara , terutama menjelang Bintang Emo. KEMBARA: Jurnal Keilmuan Bahasa, Sastra Dan Pengajarannya, 6(2), 205–212.
- Ramadhona, S. R. (2021). ISLAM-POLITICAL ISLAM POWER RELATION IN INDONESIA IN TRIWIKROMO ' S “ LENGTU LENGMUA ” (2012). 9(2).
- Risaldi, A., Santoso, A., & Syahri, M. (2021). Modalitas sebagai fitur lingual praktik kuasa dalam komunitas pedofilia. KEMBARA Journal of Scientific Language Literature and Teaching, 7(2), 241–255.
<https://doi.org/10.22219/kembara.v7i2.17682>
- Setiyanto, E., & Macaryus, S. (2022). STUDI KASUS GRAFITI PELAJAR KOTA PATI GRAPHITIES ENVIRONMENTAL CONSERVATION CAMPAIGN : Grafiti sebagai Media Penyampaian Pesan Pelestarian Lingkungan Hidup : Studi Kasus. 50(1), 62–76.
- Susetyarini, E., & Fauzi, A. (2020). Trend of critical thinking skill researches in biology education journals across Indonesia: From research design to data analysis. International Journal of Instruction, 13(1), 535–550.
<https://doi.org/10.29333/iji.2020.13135a>
- Syahrin, A., Wahid, A., Al-muslim, U., Tadulako, U., & Makassar, U. M. (2021). Discourse Competition in the Classroom : Poststructuralism Critical Discourse Analysis on Student ' S Speech During Discussion. 194–200.
<https://doi.org/10.26858/retorika.v14i2.21505>
- Wuryaningrum, R. (2020). the Effectiveness of the Implementation of Critical Discourse Analysis Insurance Advertising in Argumentative Writing Learning for University Students. RETORIKA: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya, 13(1), 11.
<https://doi.org/10.26858/retorika.v13i1.11311>
- Yasa, I. N. (2021). Application of Cda in Analyzing Literary Works in Higher Education. RETORIKA: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya, 14(1), 32.
<https://doi.org/10.26858/retorika.v14i1.13958>
- Zulkarnain, J. A. (2018). Dekonstruksi Femininitas dalam Novel-Novel Karya Eka Kurniawan. Jurnal Ilmu Sastra, VI(2), 109–121.
<https://doi.org/10.22146/poetika.40188>

ANALISIS KUALITAS PRODUK SENSOR PARKING DENGAN MENGGUNAKAN METODE PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK

¹Bambang Agus Hidayat, ²Triyono Budi Santoso

¹Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
bagush.57@gmail.com

²Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
triyono.budi@gmail.com

Abstrak

Produk yang berkualitas akan membuat konsumen merasa terjamin dalam menggunakannya, sedangkan produk yang tidak berkualitas membuat konsumen enggan, bahkan beralih ke produk lain sehingga akan membuat perusahaan merugi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk pada PT. Whetron Jaya Indonesia yang memproduksi sensor *parking*. sesuai standar prosedur sehingga didapatkan hasil produksi yang maksimal. Oleh sebab faktor manusia amat berperan, maka diperlukan juga untuk meningkatkan kesadaran operator produksi akan pentingnya SOP (*Standard of Procedure*). Metode Pengendalian Kualitas Proses Statistik diterapkan untuk menjaga agar kualitas produk sesuai dengan spesifikasi dari awal proses produksi sampai akhir proses produksi. Terdapat 5 jenis kecacatan yang ditemukan pada produk sensor dengan kecacatan yang paling dominan yaitu jenis cacat goresan sebanyak 39,18%, cacat *peel off* sebanyak 21,65%, *self test* sebanyak 15,46%, jenis cacat *transverse tubule* sebesar 13,4% dan kecacatan *jumping wave* dengan persentase 10,31%.2. Faktor penyebab terjadinya jenis kecacatan goresan pada sensor *parking* adalah diakibatkan oleh 3 faktor yaitu manusia, metode, dan lingkungan. Usulan perbaikan dalam meningkatkan kualitas produk sensor *parking* adalah dengan memberikan pengarahan kepada operator produksi akan pentingnya SOP serta meningkatkan pengawasan dari kinerja operator produksi, meningkatkan kinerja dari operator sesuai dengan prinsip kerja perusahaan menurut 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), memberikan *pengarahan* pada saat *briefing* sebelum bekerja untuk mengevaluasi kerja dari masalah-masalah yang terjadi pada hari sebelumnya dan rutin melakukan olahraga bersama untuk menjaga kebugaran serta memberikan peringatan dan teguran kepada operator produksi yang pada saat bekerja tidak mengikuti SOP dengan baik dan benar.

Kata kunci : Sensor *Parking*, Pengendalian Kualitas Proses Statistik, Kecacatan, Perbaikan, SOP.

1. PENDAHULUAN

Kualitas dari suatu produk yang dihasilkan oleh perusahaan menjadi hal yang sangat penting dan berguna bagi perusahaan itu sendiri. Semakin besar tingkat kualitas dari produk yang dihasilkan, maka semakin besar pula tingkat keyakinan konsumen pada perusahaan tersebut. Persaingan antar perusahaan mengakibatkan perusahaan dituntut untuk lebih aktif dalam melakukan pengendalian kualitas, terutama dalam proses produksi yang harus dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus. Produk yang berkualitas membuat konsumen akan merasa terjamin dengan produk yang digunakan sedangkan produk yang tidak berkualitas membuat konsumen enggan untuk menggunakan kembali produk tersebut dan beralih ke produk lain sehingga akan membuat perusahaan merugi (Antony, 2015).

Pengendalian kualitas proses statistik adalah alat yang sangat berguna dalam membuat produk sesuai dengan spesifikasi dari awal proses produksi sampai akhir proses produksi karena dalam banyak proses produksi, akan selalu ada gangguan yang dapat timbul secara tidak terduga (Montgomery, 2019). Gangguan proses kadang-kadang dapat timbul dari tiga sumber, yaitu mesin yang dipasang tidak wajar, kesalahan operator, dan bahan baku yang rusak atau tidak sesuai standar. Akibat dari gangguan tersebut menyebabkan proses produksi tidak dalam keadaan terkendali dan produk yang dihasilkan tidak dapat diterima. Pengendalian proses statistik bertujuan untuk menyelidiki dengan cepat sebab-sebab terjadinya kesalahan dan melakukan tindakan perbaikan sebelum terlalu banyak produk cacat yang diproduksi (Evan et al, 2018).

Tujuan dari pengendalian kualitas ini adalah untuk menghasilkan produk yang dapat bersaing di pasaran, serta dapat diterima oleh konsumen. Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik dengan alat bantu berupa lembar periksa, diagram pareto, peta kontrol, dan diagram sebab akibat (Ariani, 2004).

PT. Whetron Jaya Indonesia adalah perusahaan yang memproduksi produk sensor *parking*, yang dalam proses produksinya memiliki masalah kecacatan yang terjadi pada produknya. Oleh karena itu dengan menggunakan metode pengendalian proses statistik diharapkan dapat memperoleh jaminan kualitas, menjaga konsistensi kualitas serta meningkatkan kualitas dengan proses yang berada dalam kondisi (berada dalam batas pengendalian statistik).

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah dengan menggunakan metode pengendalian proses statistic melalui alat bantu yang digunakan seperti lembar periksa, diagram pareto, peta kontrol, dan diagram sebab akibat. Secara garis besar aktivitas penelitian digambarkan sebagaimana pada Diagram Alir pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3.1 Data Jenis Kecacatan

Berdasarkan kriteria pemeriksaan terhadap 1200 produk sensor *parking* yang dilakukan pengamatan pada selama 30 hari, maka kecacatan diklasifikasikan pada lima jenis kecacatan sebagaimana pada tabel 1. Pemeriksaan pada satu produk sensor *parking* ini apabila terdapat satu atau lebih jenis kecacatan pada produk, maka produk tersebut tetap masuk dalam satu produk cacat atau tidak baik atau yang biasa disebut produk NG (*Not Good*).

Tabel 1. Klasifikasi Jenis Kecacatan

Jenis Kecacatan	Kriteria Kecacatan	Keterangan
Goresan	Goresan Pada Sensor	Pemeriksaan dilakukan dengan uji coba.
Peel Off	Bintik Pada Sensor	Pemeriksaan dilakukan secara visual
SelfTest	Socket yang kurang pas	Pemeriksaan secara uji coba
Transverse Tube	Pembacaan Sinyal Error	Pemeriksaan secara uji coba
Jumping Wave	Frekuensi Tidak standar	Pemeriksaan secara uji coba

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3.2 Analisis Lembar Periksa

Berdasarkan data hasil observasi terhadap produk sensor *parking* yang diproduksi oleh PT. Whetron Jaya Indonesia, terdapat 5 jenis kecacatan pada produk sensor *parking* yang diproduksi, yaitu berupa goresan pada sensor, bintik pada sensor, socket yang kurang pas, pembacaan sinyal *error*, dan frekuensi tidak standar. Setelah dikelompokkan menggunakan tabel lembar periksa, dihasilkan tabel jenis kecacatan produk seperti pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Tabel lembar periksa jenis kecacatan

LEMBAR PEMERIKSAAN		
Produk : Sensor Parking (03-406300F0)	Tgl/Bln/Thn : 1 Sept - 12 Oktober 2015	
Tahap Produk : Akhir	Seksi : Produksi	Pemeriksa : Operator Produksi
Permasalahan : 1. Goresan	Diperiksa : Pimpunan Lini	
2. Peel Off	Produksi : 3000 (Unit)	
3. SelfTest	Baik (Good) : 2903 (Unit)	
4. Pembacaan Sinyal Error	Cacat (NG) : 97 (Unit)	
5. Frekuensi tidak standar		
Jenis Cacat	Turus	Frekuensi
Goresan	III III III	15
Peel Off	III III III III III III III	38
SelfTest	III III III III I	21
Transverse Tube	III III	10
Jumping Wave	III III III	13
Jumlah Jenis Cacat		97

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.3 Analisis Diagram Pareto

Selanjutnya untuk menentukan prioritas yang sering terjadi dari jenis kecacatan produk, digunakan alat bantu diagram pareto. Tujuannya adalah untuk mengetahui serta menggambarkan distribusi dari sekumpulan data berdasarkan data grafik jenis kecacatan produk sensor *parking* secara keseluruhan. Tabel 3 dan Gambar2 dibawah ini adalah data persentase keseluruhan beserta diagram pareto dari jenis-jenis kecacatan pada produk sensor *parking* yang di produksi oleh PT Whetron jaya Indonesia .

Tabel 3. Tabel Pareto Jenis Kecacatan Produk

Jenis Kecacatan	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Goresan	38	38	39.18	39.18
Peel Off	21	69	21.65	60.83
SelfTest	15	74	15.46	76.29
Transverse Tube	13	87	13.4	89.69
Jumping Wave	10	97	10.31	100
	97			

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 2. Diagram Pareto Kriteria Kecacatan Produk
 Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3.4 Analisis Peta Kendali

Peta kendali digunakan untuk mengukur kualitas dari ketidaksesuaian produk dengan tujuan untuk mengetahui apakah produksi tersebut berada dalam kondisi terkontrol atau tidak terkontrol dengan menetapkan nilai Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Nilai tersebut digunakan untuk membuat batas-batas pada peta proporsi kecacatan (p)

Untuk mengetahui nilai rata-rata dari proporsi (\bar{p}) dapat dihitung dengan.

$$\bar{p} = \frac{\sum x}{\sum n} \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana :

$\sum x$ = jumlah total cacat produksi

$\sum n$ = jumlah total produksi

Garis pusat (CL) untuk peta pengendali proporsi kesalahan adalah :

$$CL = \bar{p} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\bar{p} = \frac{71}{1200} = 0,059$$

Batas kontrol atas untuk peta pengendali proporsi kesalahan ini adalah :

$$BKA = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1-\bar{p})}{n}} \dots(3.3)$$

$$= 0,059 + 3 \sqrt{\frac{0,059 \times (1 - 0,059)}{40}}$$

$$= 0,114$$

dimana :

BKA = batas kontrol atas

\bar{p} = rata-rata bagian cacat atau proporsi kesalahan

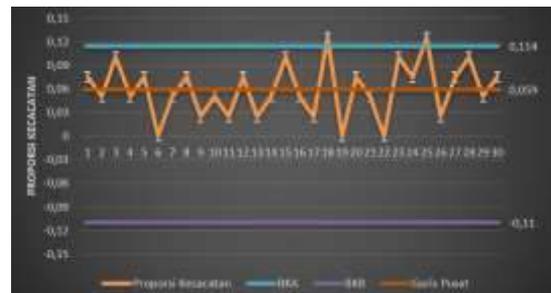
n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

Sedangkan Batas Kontrol Bawah (BKB) untuk peta pengendali proporsi kesalahan ini adalah.

$$BKB = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1-\bar{p})}{n}} \dots (3.4)$$

$$= 0,059 - 3 \sqrt{\frac{0,059 \times (1 - 0,059)}{40}}$$

$$= - 0,110$$



Gambar 3. Grafik Peta Kendali Proporsi Produk
 Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

Karena data pada observasi ke-18 dan ke-25 ada di luar batas kontrol atas yang disebabkan karena sebab khusus, maka agar tetap terkontrol (berkualitas) maka harus dilakukan revisi pada kondisi yang berada

diluar batas kendali tersebut sehingga perhitungan Garis Pusat, BKA dan BKB untuk peta kendali revisi menjadi :

$$\bar{p} = \frac{71-5-5}{1200-40-40} = 0.054$$

$$BKA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$= 0.054 + 3\sqrt{\frac{0.054 \times (1-0.054)}{40}}$$

$$= 0.110$$

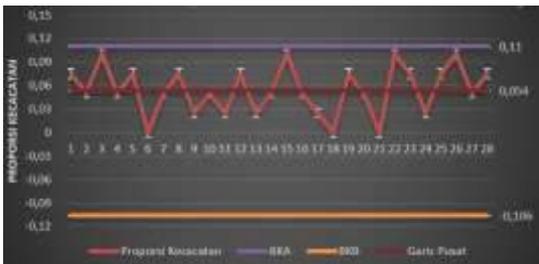
$$CL = \frac{61}{1120} = 0.054$$

$$BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$= 0.054 - 3\sqrt{\frac{0.054 \times (1-0.054)}{40}}$$

$$= -0.106$$

Grafik peta kendali yang telah direvisi tersebut apabila di gambarkan akan tampak seperti gambar 4..... berikut ini.



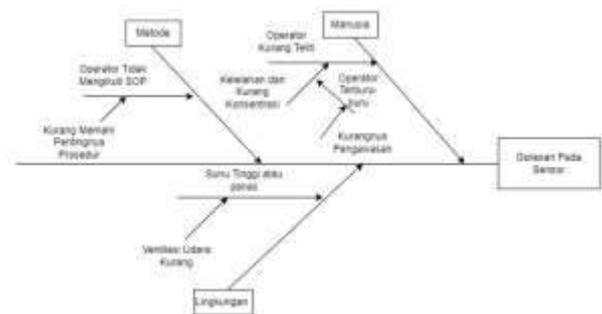
Gambar 4. Grafik Peta Kendali Proporsi Produk yang direvisi
Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3.5 Analisis Diagram Sebab Akibat

Analisis diagram sebab akibat digunakan sebagai alat bantu untuk pencarian masalah sampai sumber-sumber akar penyebab kecacatan dan nantinya dapat dijadikan sebagai indikator untuk melakukan tindakan perbaikan, dimana diagram sebab akibat ini menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab terjadinya suatu masalah. Diagram tersebut memang digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan, dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya, penyebab

masalah ini pun dapat berasal dari berbagai sumber utama, misalnya metode kerja, bahan baku, pengukuran, karyawan atau operator, lingkungan, dan seterusnya, dan selanjutnya dari sumber-sumber utama tersebut diturunkan menjadi beberapa sumber yang lebih kecil dan mendetail, dengan harapan supaya dapat meminimalisir terjadinya kecacatan produk.

Berdasarkan hasil analisis diagram pareto yang telah dilakukan sebelumnya dapat diketahui kecacatan yang paling dominan yaitu goresan yang terjadi pada sensor dengan persentase kecacatan sebesar 39,18%, jenis kecacatan tersebut akan menjadi target utama agar segera dilakukan perbaikan dengan mencari penyebab kecacatan produk dengan menggunakan diagram sebab akibat. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan dengan teknik sumbang saran (*brainstorming*), teknik ini digunakan untuk mengumpulkan ide-ide besar. Ide yang dihasilkan dirancang untuk mengatasi masalah tertentu dengan melakukan wawancara atau sumbang saran kepada pihak terkait, dan penyebab kecacatan ini disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor manusia, faktor metode, faktor lingkungan. Berikut dibawah ini merupakan tabel hasil wawancara terhadap pihak-pihak yang terkait dalam proses produksi sensor *parking* yaitu pimpinan pengendalian kualitas produk, pimpinan lini produksi, dan operator produksi.



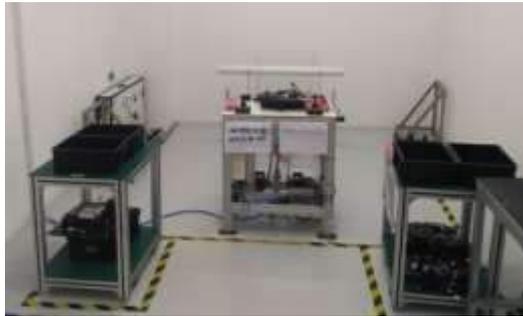
Gambar 5. Diagram Sebab Akibat Jenis Kecacatan Goresan Pada Sensor

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3.6 Proses Check Function Sensor

Untuk memastikan apakah sensor berfungsi baik atau tidak, digunakan sebuah mesin untuk mengecek sensor. Sensor dinyatakan berfungsi apabila dapat

mendeteksi objek lalu dikirimkan sinyalnya ke ECU (Engine Control Unit) dan pada saat diproses mengeluarkan suara bip.



Gambar 6. Proses Cek Fungsi Sensor yang didukung oleh sebuah perangkat lunak.

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3.7 Usulan Perbaikan

Dari hasil analisis, selanjutnya dilakukan usulan perbaikan dengan menggunakan alat bantu berupa metode perbaikan 5W+1H, terhadap ketiga faktor penyebab kecacatan yaitu faktor manusia, faktor metode, faktor lingkungan.

Tabel 4. Tabel Perbaikan Kecacatan Goresan Sensor 5W+1H Faktor Manusia

5W+1H	Penjelasan Usulan Perbaikan
<i>What</i> (Apa)	1. Meningkatkan pengawasan di lini produksi. 2. Meningkatkan kinerja dari operator sesuai dengan prinsip kerja perusahaan menurut SR. 3. Melakukan pergantian posisi operator.
<i>Why</i> (Mengapa)	1. Operator terburu-buru ingin segera menyelesaikan pekerjaannya. 2. Operator kurang teliti dan konsentrasi. 3. Operator kelelahan.
<i>Where</i> (Dimana)	Lini produksi di PT. Whetron Jaya Indonesia
<i>When</i> (Kapan)	Pada saat proses produksi produk sensor <i>parking</i> .
<i>Who</i> (Siapa)	Operator lini produksi.
<i>How</i> (Bagaimana)	Penanganan Perusahaan
	1. Memberikan teguran secara lisan dan mengarahkan kepada operator tentang pentingnya bekerja sesuai SOP saat bekerja. 2. Melakukan briefing sebelum bekerja.
	Usulan Perbaikan
	1. Memberikan pengarahan kepada operator produksi akan pentingnya SOP serta meningkatkan pengawasan dari kinerja operator produksi. 2. Memberikan pengarahan pada saat briefing sebelum bekerja untuk mengevaluasi kerja dari masalah-masalah yang terjadi pada hari sebelumnya dan rutin melakukan senam pagi untuk menjaga kebugaran.

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 5. Tabel Perbaikan Kecacatan Goresan Sensor 5W+1H Faktor Metode

5W+1H	Penjelasan Usulan Perbaikan
<i>What</i> (Apa)	1. Meningkatkan pengawasan di lini produksi. 2. Melatih tingkat kesadaran operator di lini produksi sesuai dengan prinsip kerja perusahaan menurut SR. 3. Melakukan pengarahan SOP pada operator produksi.
<i>Why</i> (Mengapa)	Operator tidak mengikuti standar operasional prosedur yang ada pada saat melakukan pekerjaannya.
<i>Where</i> (Dimana)	Lini produksi di PT. Whetron Jaya Indonesia
<i>When</i> (Kapan)	Pada saat proses produksi produk sensor <i>parking</i> .
<i>Who</i> (Siapa)	Operator lini produksi
<i>How</i> (Bagaimana)	Penanganan Perusahaan
	1. Memberikan teguran secara lisan dan mengarahkan kepada operator tentang pentingnya bekerja sesuai SOP saat bekerja. 2. Melakukan briefing sebelum bekerja.
	Usulan Perbaikan
	1. Melakukan peringatan dan teguran kepada operator produksi yang pada saat bekerja tidak mengikuti SOP dengan baik dan benar. 2. Melakukan pengarahan pada saat briefing sebelum bekerja untuk selalu mengikuti SOP perusahaan. 3. Melatih tingkat kesadaran operator di lini produksi sesuai dengan prinsip kerja perusahaan menurut SR.

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 6. Tabel Perbaikan Kecacatan Goresan Sensor 5W+1H Faktor Lingkungan

5W+1H	Penjelasan Usulan Perbaikan
<i>What</i> (Apa)	1. Meningkatkan kenyamanan untuk operator pada saat bekerja di lini produksi. 2. Memberikan kipas angin di setiap proses pada lini produksi.
<i>Why</i> (Mengapa)	Suhu tinggi atau panas.
<i>Where</i> (Dimana)	Lini produksi di PT Whetron Jaya Indonesia
<i>When</i> (Kapan)	Pada saat proses produksi produk sensor <i>parking</i> .
<i>Who</i> (Siapa)	Operator lini produksi
<i>How</i> (Bagaimana)	Penanganan Perusahaan
	Memberikan kipas angin pada setiap proses di lini produksi.
	Usulan Perbaikan
	1. Memberikan kenyamanan untuk operator produksi dengan cara memberikan kipas angin pada setiap proses di lini produksi guna mengurangi tingkat kelelahan dan untuk mempertahankan tingkat konsentrasi pada saat operator bekerja.

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

4. KESIMPULAN

Terdapat 5 jenis kecacatan yang ditemukan pada produk sensor *parking* produksi PT. Whetron Jaya Indonesia, dengan kecacatan yang paling dominan yaitu jenis cacat goresan sebanyak 39,18%, cacat *peel off* sebanyak 21,65%, *self test* sebanyak 15,46%, jenis

cacat *transverse tubule* sebesar 13,4% dan kecacatan *jumping wave* dengan persentase 10,31%.².

Faktor penyebab terjadinya jenis kecacatan goresan pada sensor *parking* adalah diakibatkan oleh 3 faktor yaitu manusia, metode, dan lingkungan. Usulan perbaikan dalam meningkatkan kualitas produk sensor *parking* antara lain adalah dengan memberikan pengarahan kepada operator produksi akan pentingnya SOP menurut (Bird, Dale, 2016) serta meningkatkan pengawasan dari kinerja operator produksi, meningkatkan kinerja dari operator sesuai dengan prinsip kerja perusahaan menurut 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), memberikan pengarahan pada saat *briefing* sebelum bekerja untuk mengevaluasi kerja dari masalah-masalah yang terjadi pada hari sebelumnya dan rutin melakukan olahraga bersama untuk menjaga kebugaran serta memberikan peringatan dan teguran kepada operator produksi yang pada saat bekerja tidak mengikuti SOP dengan baik dan benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony, (2015) *Ten Key Ingredients for Making SPC Successful In Organisations Measuring Business Excellence: Newyork Times*.
- Montgomery, (2019) *Introduction to Statistical Quality Control, 8th Edition, Wiley*.
- Evans, et all (2018) *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. Jakarta, Salemba Empat.
- Ariani, Dorothea (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik: Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- Bird, Dale, (2016) *The Misuse and Abuse of SPC: A Case Study International Journal of Vehicle Design: New American Library*

ANALISIS DAN PERANCANGAN *WEBSITE* PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA PADA INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

Aji Nurrohman

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
ajinurrohman@itbu.ac.id

Abstrak

Media Informasi pada Program Studi (Prodi) Teknik Informatika Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU) saat ini masih menggunakan cara manual untuk mempublikasikan informasi kepada tiap mahasiswa yaitu dengan menggunakan mading kampus. Dengan belum adanya media informasi *website* khusus Prodi, maka penulis membuat *website* khusus Prodi Teknik Informatika untuk memberikan kemudahan bagi masyarakat kampus maupun masyarakat umum. Adapun pengguna dari sistem informasi ini adalah mahasiswa, dosen, karyawan, dan masyarakat umum. Metode pembuatan penelitian ini yaitu menggunakan pengembangan perangkat lunak waterfall dan pemodelan *Unified Modelling Language* (UML) yang menggunakan *Microsoft Visual Studio Code* dengan bahasa pemrograman *PHP* dan *JavaScript* dengan database *MySQL*. Teknik pengumpulan data dengan observasi dan wawancara. Berdasarkan hasil yang telah diujikan oleh sistem dengan menggunakan testing black box secara manual telah sesuai. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah sistem informasi berbasis *website* yang dapat menampung berbagai informasi berkaitan dengan Prodi Teknik Informatika sehingga dapat dengan mudah diakses oleh masyarakat kampus maupun masyarakat umum. Pada perancangan sistem informasi Prodi Teknik Informatika ini terdapat halaman pengunjung, halaman super admin dan halaman admin.

Kata kunci : sistem informasi, teknik informatika, *website*, kampus, UML

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komunikasi yang lebih baik pada saat ini, maka *website* adalah salah satu alat yang dapat digunakan sebagai sarana peningkatan kualitas pelayanan terhadap masyarakat kampus (Saputri, 2021).

Meskipun di Prodi Teknik Informatika ini belum adanya *website* khusus Prodi, maka dari itu baik dari masyarakat kampus maupun masyarakat umum kesulitan untuk memperoleh informasi terkini mengenai informasi akademik maupun kegiatan lainnya di lingkungan kampus. Dan masyarakat kampus yang mau mengajukan Kerja Praktik maupun Skripsi semua informasi tersebut ada di *website* khusus Prodi.

Belum adanya *website* khusus Prodi, maka penulis membuat *website* khusus Prodi Teknik Informatika untuk memberikan

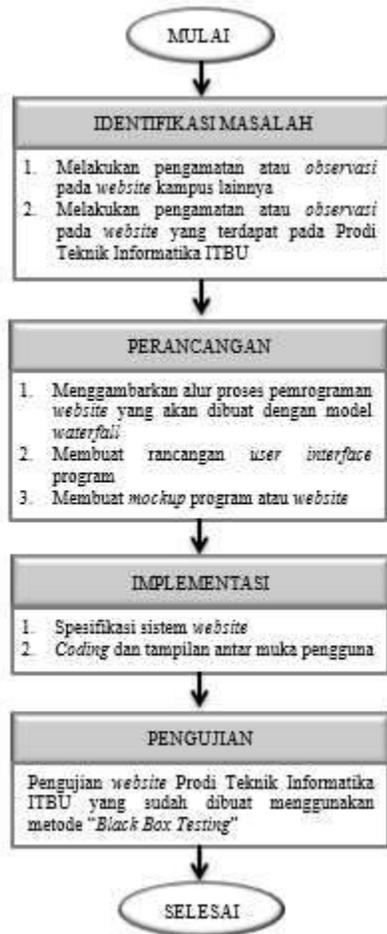
kemudahan bagi masyarakat kampus maupun masyarakat umum. Adapun pengguna dari sistem informasi ini adalah mahasiswa, dosen, karyawan, dan masyarakat umum. *website* ini memiliki *loading time* atau waktu panggil yang tidak terlalu lama. Dalam *website* ini terdapat banyak berita baik dari dalam kampus maupun dari luar kampus mengenai perkembangan teknologi, mahasiswa teknik informatika bisa menulis di kolom opini dan *website* inipun tidak konsisten dalam menggunakan *default* bahasa.

Pada latar belakang di atas maka penulis membuat suatu penelitian dengan topik “Analisis Dan Perancangan *Website* Program Studi Teknik Informatika Pada Institut Teknologi Budi Utomo”.

2. METODOLOGI

2.1 Kerangka Pemikiran

Adapun penelitian ini dibangun berdasarkan kerangka pemikiran sebagai berikut:



Gambar 1 : Kerangka Pemikiran
Sumber : Olahan data mandiri

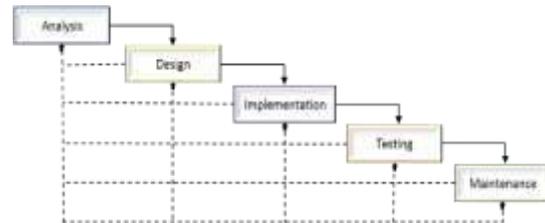
2.2 Model Metode Penelitian

2.2.1 Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem penelitian ini menggunakan model *Software Development Life Cycle* (SDLC). SDLC juga merupakan pola yang diambil untuk mengembangkan sistem perangkat lunak, yang terdiri dari tahap-tahap: rencana atau *planning*, analisis atau *analysis*, desain atau *design*, implementasi

atau *implementation*, pengujian atau *testing* dan pengelolaan atau *maintenance*.

Model SDLC yang dipakai dalam penelitian ini adalah model *Waterfall*. *Waterfall Model* atau *Classic Life Cycle* (CLC) merupakan model yang paling banyak dipakai dalam *Software Engineering* (SE).



Gambar 2 : Waterfall Model
Sumber : Olahan data mandiri

2.3 Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan pembuatan sistem informasi *website* ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

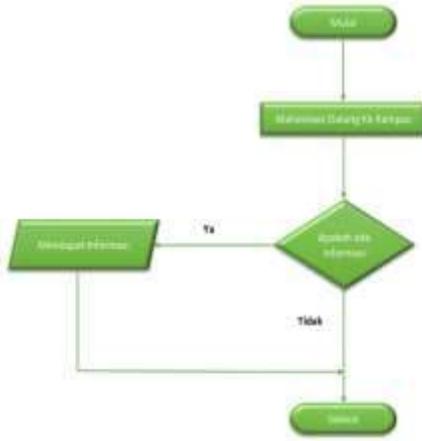
- a. Menganalisa dan mendefinisikan kebutuhan sistem
Tahapan ini dimaksudkan agar kita mengetahui tentang apa yang perlu dipelajari, serta data-data pendukung apa saja yang diperlukan aplikasi web service “Analisis Dan Perancangan *Website* Program Studi Teknik Informatika Pada Institut Teknologi Budi Utomo”.
- b. Desai Sistem
Pembuatan desain sistem informasi dari aplikasi *website* “Analisis Dan Perancangan *Website* Program Studi Teknik Informatika Pada Institut Teknologi Budi Utomo” pada tahapan ini meliputi beberapa langkah, diantaranya pembuatan :
 1. Use Case Diagram
 2. Activity Diagram
 3. Class Diagram
 4. Desai Skema Informasi Web
 5. Desain Database

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Sistem berjalan

Analisis terhadap penyajian informasi mengenai jadwal kuliah, agenda kegiatan dan beberapa pengumuman lain yang ada pada Prodi Teknik Informatika saat ini dilakukan dengan cara membuat selebaran kertas yang ditempel pada majalah dinding kampus. (Kurniawan,2020)

Pembagian tugas kuliah dari dosen kepada mahasiswa Prodi Teknik Informatika saat ini dilakukan dengan membagikan lembar tugas dari dosen kepada mahasiswa secara langsung pada saat proses perkuliahan.



Gambar 3 Sistem Informasi Berjalan
Sumber : Olahan data mandiri

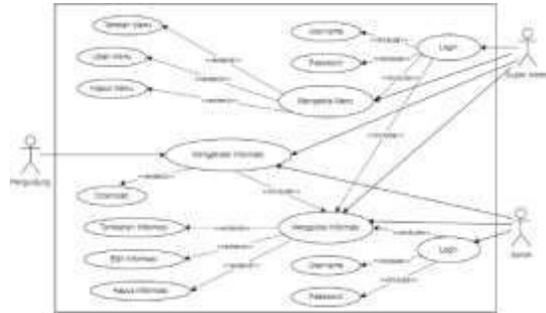
3.2 Perancangan Program

Pada pembahasan ini berisikan *Unified Modeling Language (UML)*, struktur navigasi, rancangan tampilan aplikasi, tampilan aplikasi, basis data, dan testing aplikasi (Pratama,2022). Untuk pemaparannya sebagai berikut:

3.2.2 Unified Modeling Language (UML)

Pada penelitian ini menggunakan UML sebagai perancangan sistem yaitu *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, *class diagram* untuk pemaparannya sebagai berikut :

a. Usecase Diagram

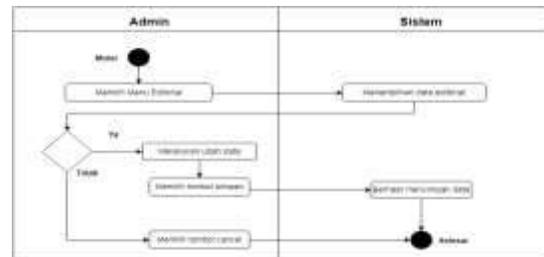


Gambar 4 Usecase Diagram
Sumber : Olahan data mandiri

b. Activity Diagram

Pada pembahasan ini mengenai proses keseluruhan sistem, yang dijelaskan melalui activity diagram sebagai berikut :

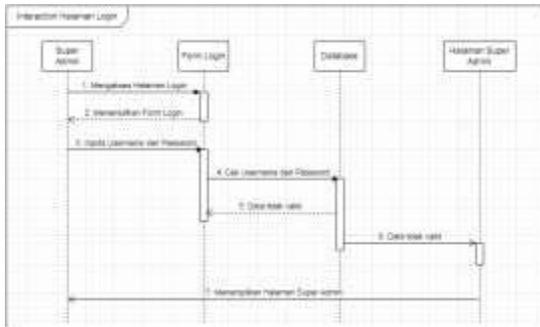
1) Activity Diagram Menu Editorial



Gambar 5 Activity Diagram
Sumber : Olahan data mandiri

c. Sequence Diagram

1. Login Super Admin



Gambar 6 Login Super Admin
Sumber : Olahan data mandiri

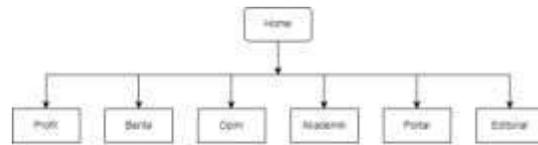
d. Class Diagram



Gambar 7 Class Diagram
Sumber : Olahan data mandiri

3.3 Struktur Navigasi

Struktur navigasi pada sistem ini terdapat 2 (dua) struktur navigasi, yaitu struktur navigasi *website* Teknik Informatika yang digunakan oleh pengguna dan struktur navigasi *website dashboard* yang digunakan oleh super admin dan admin. Untuk pembahasan masing-masing navigasinya, sebagai berikut :



Gambar 8 Struktur Navigasi
Sumber : Olahan data mandiri

3.3 Rancangan Tampilan Aplikasi

Rancangan tampilan aplikasi pada sistem ini terdapat 2 (dua) rancangan tampilan aplikasi, yaitu rancangan tampilan aplikasi *website* Teknik Informatika yang digunakan oleh pengguna dan rancangan tampilan aplikasi *website dashboard* yang digunakan oleh super admin dan admin. Untuk pembahasan masing-masing rancangan tampilannya sebagai berikut :

Pada aplikasi *website* Teknik Informatika terdapat beberapa halaman, untuk rancangan tampilannya sebagai berikut :

1. Halaman Utama Website Teknik Informatika



Gambar 9 Website Teknik Informatika
Sumber : Olahan data mandiri

3.4 Rancangan Tampilan Aplikasi Website Dashboard

1. Halaman Beranda



Gambar 10 Halaman Beranda
Sumber : Olahan data mandiri

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Setelah melalui beberapa tahap analisa, perancangan dan implementasi maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan sebuah halaman *website* sistem informasi untuk Prodi Teknik Informatika Institut Teknologi Budi Utomo yang berisi kegiatan perkuliahan, informasi, dan berita terkini di Prodi Teknik Informatika telah dibuat dan dapat dikembangkan kembali. Karena saat ini belum ada *website* khusus Prodi yang ada di Prodi Teknik Informatika.
2. Menyajikan *website* sistem informasi teknik informatika untuk memudahkan masyarakat dan mahasiswa mengenai informasi terbaru yang ada pada Prodi Teknik Informatika Institut Teknologi budi Utomo.
3. Hasil pengujian *website* sistem informasi Prodi Teknik Informatika dengan menggunakan testing black box secara manual telah sesuai. *Website* sistem informasi Prodi Teknik Informatika merupakan salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan dalam publikasi dan penyajian informasi saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- I. Saputri, (2021), Rancang Bangun Sistem Informasi Berbasis *Website* Pada Kantor Desa Bassiang, Univ. Cokroaminoto Palopo, [Online]. Available:
- R. Pratama, 2019, Belajar Unified Modeling Language (UML) - Pengenalan,” *Codepolitan*, <https://www.codepolitan.com/unified-modeling-language-uml> (accessed Mar. 04, 2022).
<http://repository.uncp.ac.id/1154/>
- T.Kurniawan,SDLC,*studentactivity.binus.ac.id*,2017.<https://studentactivity.binus.ac.id/himsisfo/2017/01/sdlc/> (accessed Feb. 23, 2022)

ANALISIS SISTEM PRODUKSI POT PLASTIK INJECTION MOLDING DI CV. PGHA MENGGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*

¹Sahidul Anam, ²Somadi

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
syahidulanam1@gmail.com, somadikbm1@gmail.com

Abstrak

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan ide Nakajima 1988 yang menekankan pada pendayagunaan dan keterlibatan sumber daya manusia dan sistem *Preventive Maintenance* untuk memaksimalkan efektifitas peralatan dan mengurangi kerugian. Untuk mengetahui dan meminimumkan kerugian yang terjadi, diperlukan adanya evaluasi kinerja dari peralatan produksi. Mesin injeksi termoplastik adalah salah satu jenis mesin yang digunakan dalam proses produksi di CV. PGHA, Jakarta yang akan dievaluasi efektifitasnya. Pengukuran efektifitas mesin dilakukan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness*. OEE digunakan mengukur efektifitas dengan menggunakan tiga sudut pandang untuk mengidentifikasi *six big losses*, yaitu *availability*, *performance* dan *quality*. Dari hasil pengolahan data, didapat nilai rata – rata OEE pada periode Mei 2021 – Juli 2021, OEE sebesar 69,49, *availability* 88,85%, *performance* 110,40% dan *quality* 88,85%.

Kata kunci : *total productive maintenance*, OEE, *availability*, *quality*, *performance*

1. PENDAHULUAN

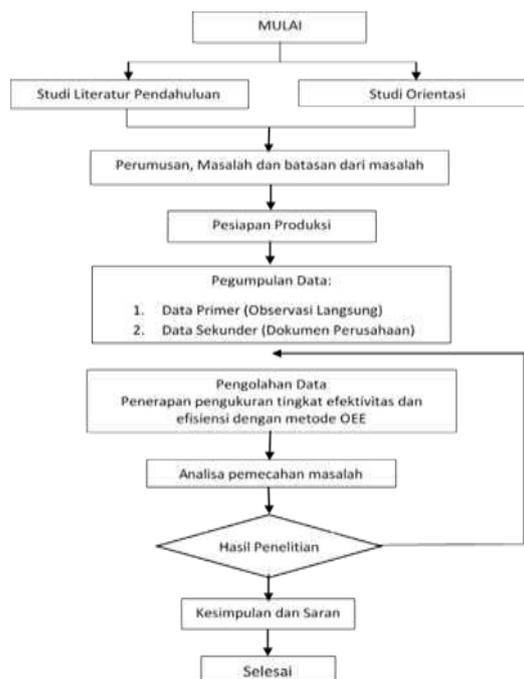
Bagian produksi merupakan bagian yang paling penting dari sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur. Bagian produksi ini harus terus ditingkatkan produktivitasnya, mencakup perawatan pabrik serta peralatan untuk mencapai kualitas dan keandalan tertentu serta tingkat kerja yang efektif dan efisien. Sistem perawatan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memulihkan kembali kondisi sistem ke dalam kondisi siap pakai atau menjamin peralatan dan permesinan yang berfungsi meningkatkan utilisasi peralatan yang ada seoptimal mungkin, agar sistem selalu dalam keadaan siap pakai. Pemanfaatan dan penggunaan dari peralatan yang ada pada rata-rata industri manufaktur adalah setengah dari kemampuan mesin yang sesungguhnya (Nakajima, 1998).

Terhentinya suatu proses produksi sering kali disebabkan adanya masalah dalam mesin/peralatan produksi, misalnya mesin berhenti secara tiba-tiba, menurunnya kecepatan produksi mesin, lamanya waktu *setup* dan *adjustment*, mesin menghasilkan produk yang cacat serta tidak sempurna dan mesin beroperasi tetapi tidak menghasilkan produk. Hal ini akan menimbulkan kerugian pada perusahaan karena selain dapat menurunkan tingkat efisiensi dan efektifitas mesin/peralatan, juga mengakibatkan adanya

biaya besar yang harus dikeluarkan akibat kerusakan tersebut

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, digunakan bagan atau diagram alir, sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir (Sumber: Dokumen Pribadi)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE).

Data running time

Tabel 1 Data running time

No.	Periode	Jumlah Hari	Waktu Kerja (Jam)	Running Time (Jam)
1	Minggu ke-1	4	8,5	34
2	Minggu ke-2	4	8,5	34
3	Minggu ke-3	5	8,5	42,5
4	Minggu ke-4	5	8,5	42,5
5	Minggu ke-5	4	8,5	34
6	Minggu ke-6	5	8,5	42,5
7	Minggu ke-7	5	8,5	42,5
8	Minggu ke-8	5	8,5	42,5
Rata-rata				39,44

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 2 Data setup dan breakdown

No.	Periode	Setup (jam)	Breakdown (jam)
1	Minggu ke-1	11,00	4,23
2	Minggu ke-2	11,00	3,03
3	Minggu ke-3	13,45	0,36
4	Minggu ke-4	13,45	2,29
5	Minggu ke-5	11,00	3,04
6	Minggu ke-6	13,45	0
7	Minggu ke-7	13,45	1,28
8	Minggu ke-8	13,45	0
Rata-Rata		12,54	1,78

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Keterangan:

- *Load time* = waktu yang tersedia perhari perminggu, atau perbulan. *Load time* diperoleh dari waktu yang tersedia dikurangi *down time*.
- *Operation time*: waktu dimana alat benar-benar bekerja, diperoleh dari *loading time* dikurangi dengan *down time* yang tidak direncanakan.
- *Downtime* yang direncanakan: waktu yang resmi terjadwal dalam rencana dan aktifitas manajemen lainnya.
- *Downtime* yang tidak direncanakan: meliputi *stoppage losses*, *setup & adjusment*.
- Waktu *experiment* adalah 8,5 jam perhari ($8,5 \times 4 = 59,5$ minggu)
- Jika *downtime* yang direncanakan dalam seminggu adalah:

Breakdown : 4,23 jam

Setup: Waktu istirahat : 1,5 jam x 4= 6 jam

Persiapan awal dan *setting* mesin:

$$1 \text{ jam} \times 4 = 4 \text{ jam}$$

Persiapan akhir produksi

$$= 15 \text{ menit} \times 4 = 1 \text{ jam}$$

Total waktu *downtime* dalam seminggu

$$= 4,23 + 6 + 4 + 1$$

$$= 15,23 \text{ jam perminggu}$$

Tabel 3 Data downtime produksi mesin injeksi

Periode Minggu	Jumlah Hari	Runing Time (Jam)	Downtime (Jam)	Downtime %
Ke-1	4	34	15,23	44,79
Ke-2	4	34	14,03	41,26
Ke-3	5	42,5	13,81	32,49
Ke-4	5	42,5	15,74	37,03
Ke-5	4	34	14,04	41,29
Ke-6	5	42,5	13,45	31,64
Ke-7	5	42,5	15,13	35,6
Ke-8	5	42,5	13,45	31,65

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Data waktu planned downtime mesin

Planned downtime adalah merupakan waktu berhentinya mesin yang sudah dijadwalkan dalam rencana produksi, termasuk pemeliharaan terjadwal dan kegiatan manajemen lainnya seperti jadwal libur operasional pada pabrik (Kunio, Shirose. 1992.) Perusahaan menetapkan waktu pemeliharaan rutin 0,5 jam, pemeliharaan satu minggu 3,5 jam dan schedule service 2 jam perminggu, jadi total pemeliharaan selama 1 minggu adalah 6 jam.

Tabel 4 Data planned downtime

Periode Minggu	Jumlah Hari	Pemeliharaan Perhari (Jam)	Pemeliharaan Satu Minggu (jam)	Waktu Schedule Service (Jam)	Total Pemeliharaan Satu Minggu (Jam)
Ke-1	4	0,5	3,5	2	6
Ke-2	4	0,5	3,5	2	6
Ke-3	5	0,5	3,5	2	6
Ke-4	5	0,5	3,5	2	6
Ke-5	4	0,5	3,5	2	6
Ke-6	5	0,5	3,5	2	6
Ke-7	5	0,5	3,5	2	6
Ke-8	5	0,5	3,5	2	6

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Data waktu produksi mesin

Data produksi yang digunakan pada mesin injeksi termoplastik di CV. PGHA pada periode Mei 2021-Juli 2021 adalah:

- Total available time* adalah jumlah waktu mesin injeksi termoplastik yang tersedia untuk melakukan proses produksi dalam satuan jam.
- Total good product* adalah jumlah seluruh produk yang baik sesuai dengan spesifikasi dan standar produk yang telah ditentukan dalam satuan unit.
- Total reject product* adalah jumlah seluruh produk yang ditolak karena cacat pada produk maupun yang tidak sesuai dengan

spesifikasi standar kualitas produk dalam satuan unit.

Tabel 5 Data hasil produksi injection molding

Periode	Waktu Kerja (Jam)	Produksi OK	Produksi NG	Berat (Kg)	Total Scrap (Kg)
Minggu ke-1	34	1.938,00	268	0,1	26,8
Minggu ke-2	34	2.961,00	356	0,1	35,6
Minggu ke-3	42,5	3.558,00	383	0,1	38,3
Minggu ke-4	42,5	2.631,00	286	0,1	28,6
Minggu ke-5	34.00.00	2.716,00	280	0,1	28
Minggu ke-6	42,5	4.070,00	463	0,1	46,3
Minggu ke-7	42,5	2.804,00	290	0,1	29
Minggu ke-8	42,5	3.792,00	377	0,1	37,7

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Pengolahan Data

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* menggunakan data dari “Enam Kerugian Besar” (*Six Big Losses*), yaitu:

1. *Availability*, yang terdiri dari *breakdowns* dan *setup and adjustments*.
2. *Performance*, yang terdiri dari *idling and minor stoppages* dan *reduced speed*.
3. *Quality*, yang terdiri dari *reject and rework* dan *yield/scrap*.

Perhitungan Availability

Availability merupakan rasio operation time terhadap waktu loading time, yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk melakukan kegiatan operasi mesin atau peralatan untuk tujuan produksi.

$$\begin{aligned} \text{Downtime} &= \text{Setup} + \text{Breakdown} \\ \text{Downtime} &= 4,23 + 11 \\ &= 15,23 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Loading time} = \text{Running time} - \text{Planned downtime (total pemeliharaan mesin)}$$

$$\begin{aligned} \text{Loading Time} &= 34 - 6 = 28,00 \text{ jam} \\ \text{Operation time} &= \text{Loading time} - \text{downtime} \\ \text{Operatian time} &= 34 - 15,23 \\ &= 18,80 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu pemeliharaan mesin/*planned downtime* minggu ke-1 adalah 6 jam, dapat dilihat pada tabel di atas

$$\begin{aligned} \text{Avialability} &= \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ \text{Avialability} &= \frac{18,77}{28} \times 100\% = 67,03\% \end{aligned}$$

Tabel 5 Nilai *Availability* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode	Loading Time (Jam)	Opertion Time (Jam)	Down Time (Jam)	Availability (%)
Ke-1	28.00.00	18,77	15,23	67,03
Ke-2	28.00.00	19,97	14,03	71,32
Ke-3	36,5	28,69	13,81	78,60
Ke-4	36,5	26,76	15,74	73,31
Ke-5	34.00.00	19,96	14,04	58,71
Ke-6	36,5	29,05	13,45	79,58
Ke-7	36,5	27,77	14,73	76,08
Ke-8	36,5	29,05	13,45	79,59
Rata-Rata Availability				63,2

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Grafik 1 Nilai *availability* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan Performance Efficiency

Performance efficiency merupakan hasil perkalian dari operation speed rate dengan *net operation rate*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia yang melakukan proses produksi (operation time). Untuk menghitung nilai dari *performance efficiency*. (Nakajima, 1998)

Ideal cycle time adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan. *Ideal cycle time* pada mesin injeksi termoplastik merupakan siklus waktu proses yang dapat dicapai mesin dalam proses produksi dalam keadaan optimal atau mesin tidak mengalami hambatan dalam memproduksi. (Nakajima, 1998)

Dalam waktu 1 hari perusahaan menargetkan 600 pcs/hari, dengan kondisi *good product*/barang OK tidak termasuk barang *reject*. Adapun mengenai perhitungan *performance efficiency* periode minggu ke-1 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

Target produksi dar i perusahaan	= 600 pcs		
Hari kerja minggu ke-1	= 5,5 jam		
Ideal cycle	= 5,5 x 60 = 330 menit = 19.800 detik		
	$\frac{19.800}{600} = 33 \text{ detik} = 0,009 \text{ jam}$		

$$Performance = \left(\frac{Processed\ amount \times waktu\ siklus}{operating\ time} \right) \times 100\%$$

Performance efficiency	= $\frac{1.938 \times 0,009}{18,77} \times 100 = 62,3\%$
------------------------	--

Tabel 6 Nilai *Performance Efficiency* mesin injeksi termoplastik minggu 1-8

Periode	Produksi Good (pcs)	Operation Time (Jam)	Ideal Cycle (Jam)	Performance (%)
Minggu Ke-1	1.938	18,77	0,009	92,78
Ke-2	2.961	19,97	0,009	133,45
Ke-3	3.558	28,69	0,009	111,61
Ke-4	2.631	26,76	0,009	88,49
Ke-5	2.716	19,96	0,009	122,46
Ke-6	4.070	29,05	0,009	126,09
Ke-7	2.804	27,77	0,009	90,88
Ke-8	3.792	29,05	0,009	93,5
Rata-rata performance efficiency				110,4

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Grafik 2 Nilai *Performance Efficiency* mesin injeksi termoplastik minggu 1-8
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan *Rate Of Quality Product*

Rate of quality product adalah rasio perbandingan jumlah produk yang baik (good products) yang sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah total produk yang diproses. Untuk menghitung nilai *rate of quality product* (Supiyudin, Egi. 2012)

Nilai *Rate of Quality Product* mesin injeksi termoplastik pada periode minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-8 adalah sebagai berikut:

$$Quality\ rate = \frac{total\ product\ defect}{total\ product\ process} \times 100\%$$

$$Processed\ amount = 1.938\ pcs$$

$$Defect\ amount = 62,30\%$$

$$Rate\ of\ Quality\ Product = \frac{1938 - 268}{1938!} \times 100\% = 86,1\%$$

Tabel 7 Nilai *Rate of Quality Product* mesin injeksi termoplastik Minggu 1-8

Periode	Produk (Pcs)	Reject (Pcs)	Quality Rate(%)
Minggu ke-1	1.938	268	86,17
Minggu ke-2	2.961	356	87,9
Minggu ke-3	3.558	383	89,3
Minggu ke-4	2.631	286	89,2
Minggu ke-5	2.716	280	89,7
Minggu ke-6	4.070	463	88,7
Minggu ke-7	2.804	290	89,7
Minggu ke-8	3.792	377	90,1
Rata-rata			88,85

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Grafik 3 Nilai *quality* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Perhitungan OEE adalah perkalian nilai-nilai *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality product* yang sudah diperoleh, Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* mesin mesin injeksi termoplastik periode minggu ke-1 sampai minggu ke-8. adalah sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance\ Rate \times Quality\ Rate$$

$$\begin{aligned}
 Availability &= 67,03\% \\
 Performance\ Efficiency &= 110,40\% \\
 Rate\ of\ Quality\ Product &= 88,85\% \\
 OEE &= 63,20 \times 110,40 \times 88,85 = 53,58\%
 \end{aligned}$$

Tabel 8 Nilai OEE mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode (%)	Availability (%)	Performance (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
Minggu ke-1	67,03	92,78	86,17	53,58
Minggu ke-2	71,32	133,45	87,9	83,66
Minggu ke-3	78,60	111,61	89,3	78,33
Minggu ke-4	73,31	88,49	89,2	57,86
Minggu ke-5	58,71	122,46	89,7	64,49
Minggu ke-6	79,58	126,09	88,7	89
Minggu ke-7	76,08	90,88	89,7	62,01
Minggu ke-8	79,59	93,5	90,1	67,04
Rata-rata nilai OEE				69,49

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Grafik 4 Nilai *quality* mesin (Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan OEE : Six Big Losses

Adalah kerugian waktu yang timbul karena mesin berhenti atau tidak menghasilkan produk. Downtime losses terbagi menjadi 2 yaitu: *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses*.

Breakdown losses

Adalah kerugian waktu yang timbul karena dilakukannya perubahan dan penyesuaian pada mesin, seperti terjadinya kerusakan pada mesin maupun pemeliharaan mesin secara keseluruhan yang akan mengakibatkan mesin tersebut harus dihentikan terlebih dahulu (Supiyudin, Egi. 2012)

Untuk menghitung nilai *setup and adjustment losses* adalah:

$$Breakdown losses = \frac{Total\ Breakdown\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Breakdown Time : 4,23 jam
 Loading Time : 28 jam
 Breakdown Losses : $4,23/28 \times 100\% = 15,11 \%$

Tabel 9 Nilai *breakdown losses* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode Minggu ke	Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Loss (%)
Minggu ke-1	4,23	28	15,11
Minggu ke-2	3,03	28	10,83
Minggu ke-3	0,36	36,5	1
Minggu ke-4	2,29	36,5	7,95
Minggu ke-5	3,04	28	10,85
Minggu ke-6	0	36,5	0
Minggu ke-7	1,28	36,5	4,4
Minggu ke-8	0	36,5	0

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Setup and Adjustment Losses

Adalah kerugian waktu yang timbul karena dilakukannya perubahan dan penyesuaian pada mesin, seperti terjadinya kerusakan pada mesin maupun pemeliharaan mesin secara keseluruhan yang akan mengakibatkan mesin tersebut harus dihentikan terlebih dahulu. Untuk menghitung nilai *setup and adjustment losses* adalah:

$$Setup\ adjustment\ Losses = \frac{Setup\ and\ adjustment\ losses}{Loading\ time!} \times 100\%$$

Setup and Adjustment time : 15,11 jam
 Loading Time : 28 jam
 Setup and Adjustment Losses : $15,11/28 \times 100\% = 53,95 \%$

Tabel 10 Nilai *setup and adjustment losses* mesin injeksi termoplastik minggu 1-8

Periode	Setup and Adjustment (Jam)	Loading Time (Jam)	Setup and Adjustment Loss
Minggu ke-1	11	28	53,96
Minggu ke-2	11	28	38,65
Minggu ke-3	13,45	36,5	2,71
Minggu ke-4	13,45	36,5	21,77
Minggu ke-5	11	28	38,74
Minggu ke-6	13,45	36,5	0
Minggu ke-7	13,45	36,5	13,51
Minggu ke-8	13,45	36,5	0

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Speed Losses

Speed losses terjadi karena mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan standar produksi maksimum yang sesuai dengan kecepatan mesin yang dirancang. *Speed losses* dibagi menjadi 2, yaitu: *idling* and *minor stoppages* dan *reduced speed*.

Idling and Minor Stoppages Losses

Adalah kerugian waktu karena mesin berhenti secara berulang-ulang dalam jangka waktu singkat atau beroperasi tanpa menghasilkan produk Untuk mesin injeksi termoplastik pada periode minggu 1-8

Loading Time	= 28 jam
Setup	= 11 jam
Waktu pemeliharaan	= 6 jam
Nonproductive	= setup + waktu pemeliharaan = 13 jam + 0 jam = 13 jam
Idling & minor Loss	= $\frac{13}{28} \times 100\% = 39,29\%$

Tabel 11 Nilai *idling and minor stoppages losses* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode	Loading Time (Jam)	Setup (Jam)	Waktu Pemeliharaan Mesin	Nonproductive (Jam)	Idling & Minor Stoppages
Minggu ke-1	28	11	6	21,23	39,29
Minggu ke-2	28	11	6	20,03	39,29
Minggu ke-3	36,5	13,45	6	19,81	36,85
Minggu ke-4	36,5	13,45	6	22,35	36,85
Minggu ke-5	28	11	6	20,037	39,29
Minggu ke-6	36,5	13,45	6	19,45	36,85
Minggu ke-7	36,5	13,45	6	21,25	36,59
Minggu ke-8	36,5	13,45	6	0	36,85

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Reduced Speed Losses

Adalah kerugian waktu karena penurunan kecepatan pada mesin saat beroperasi.

Untuk mesin injeksi termoplastik pada periode minggu 1-8

$$\text{Reduce Speed Losses} = \frac{(\text{actual cycle} \times \text{ideal cycle}) \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Operation Time	= 18,8 jam
Ideal Cycle	= 0.009
Process Amount	= 1938 pcs
Loading Time	= 28 jam
Reduced Speed Losses	= $\frac{18,8 \times (0,009 \times 1,938)}{28} \times 100\%$ = 18,63%

Tabel 12 Nilai *Reduced Speed* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode	Operation Time (Jam)	Ideal Cycle (Jam)	Process Amount (Jam)	Loading Time (Jam)	Reduced Speed (%)
Minggu Ke-1	18,8	0,009	1,938	28	18,64
Minggu Ke-2	20	0,009	2,961	28	19,83
Minggu Ke-3	28,3	0,009	3,558	36,5	28,05
Minggu Ke-4	26,4	0,009	2,631	36,5	26,17
Minggu Ke-5	20	0,009	2,716	28	19,82
Minggu Ke-6	29,1	0,009	4,070	36,5	28,84
Minggu Ke-7	27,4	0,009	2,804	36,5	27,16
Minggu Ke-8	29,1	0,009	3,792	36,5	28,84

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Defect Losses

Defect losses adalah kerugian yang timbul karena mesin tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan sehingga produk tersebut harus diproses ulang ataupun dibuang. Faktor yang dikategorikan dalam defect losses adalah rework losses dan yield / scrap losses (Kunio, Shirose. 1992)

a. Rework Losses

Adalah kerugian waktu yang timbul karena produk cacat sehingga tidak memenuhi spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan, maupun karena kerja produk di proses ulang.

Untuk mesin injeksi termoplastik pada minggu ke-1

$$\text{Rework Losses} = \text{Ideal cycle time} \times \text{total rework}$$

Ideal cycle time	= 0.009
Total rework	= 1.938 pcs
Loading time	= 28 jam
Rework losses	= $\frac{0,009 \times 24,3}{28} \times 100\% = 3,81\%$

Tabel 13 Nilai *Reworks Losses* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode Minggu	Ideal Cycle (Jam)	Total Rework (Pcs)	Loading Time (Jam)	Rework Losses
Ke-1	0,009	4,23	28	3,81
Ke-2	0,009	3,03	28	2,73
Ke-3	0,009	0,36	36,5	0,33
Ke-4	0,009	2,9	36,5	2,61
Ke-5	0,009	3,037	28	2,74
Ke-6	0,009	0	36,5	0
Ke-7	0,009	1,8	36,5	1,62
Ke-8	0,009	0	36,5	0

(Sumber: Hasil Perhitungan)

b. Yield / Scrap Losses

Adalah kerugian produk yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang stabil pada saat proses produksi mulai dilakukan hingga mencapai keadaan produksi yang stabil.

Untuk mesin injeksi termoplastik pada bulan Februari 2021.

Ideal cycle time	= 0.009
Total scrap	= 268 pcs
Loading time	= 28 jam
Yield / scrap losses	= $\frac{0,009 \times 268}{28} \times 100\% = 0,86\%$

Tabel 14 Nilai *Yield Scrap* mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode Minggu	Ideal Cycle (Jam)	Total Scrap (Pes)	Loading Time	Yield/Scrap Losses (%)
Ke-1	0,009	268	28	8,61
Ke-2	0,009	356	28	11,44
Ke-3	0,009	383	36,5	9,44
Ke-4	0,009	286	36,5	7,05
Ke-5	0,009	280	28	9,00
Ke-6	0,009	463	36,5	11,42
Ke-7	0,009	290	36,5	7,15
Ke-8	0,009	377	36,5	9,30

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Analisa Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Analisa perhitungan OEE dilakukan untuk melihat tingkat keefektifan penggunaan mesin injeksi termoplastik pada periode minggu ke-1 sampai minggu ke-8. Pengukuran OEE mesin injeksi termoplastik ini berdasarkan faktor waktu, kecepatan serta kualitas pada saat pengoperasian mesin tersebut, (Nakajima, 1998)

Tabel 15 Persentase pencapaian mesin injeksi termoplastik periode minggu 1-8

Periode Minggu	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
Ke-1	55,30	62,3	86,18	29,69
Ke-2	58,83	95,18	87,98	49,26
Ke-3	66,59	87,73	89,24	52,13
Ke-4	62,12	64,87	89,13	35,92
Ke-5	58,83	87,3	89,70	46,06
Ke-6	68,48	100	88,63	60,69
Ke-7	64,48	69,15	89,66	39,98
Ke-8	68,48	93,5	90,06	57,66
Rata-rata	62,89	82,51	88,82	46,42
Standar	Dibawah Normal	Normal	Dibawah Normal	Dibawah Normal

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Analisa Perhitungan OEE *Six Big Losses*

Dengan melakukan analisa perhitungan OEE *six big losses* maka dapat dilihat dengan lebih jelas faktor yang mempengaruhi efektivitas mesin injeksi termoplastik, sehingga dilakukan perhitungan *time losses* pada setiap faktor di dalam *six big losses* (Kunio, Shirose, 1992)

Tabel 16 Persentase faktor *six big losses* mesin injeksi termoplastik minggu 1-8.

No.	<i>Six Big Losses</i>	Total Time Losses	Persentase	Persentase Kumulatif (%)
1	<i>Breakdown losses</i>	50,64	16,10	6,33
2	<i>Setup / adjustment losses</i>	100,25	31,88	12,54
3	<i>Idling & minor stoppages losses</i>	302,1	96,06	37,76
4	<i>Reduced speed losses</i>	197,31	62,74	24,67
5	<i>Rework losses</i>	13,83	4,40	1,73
6	<i>Yield / scrap losses</i>	0,21	0,07	0,03
Total		664,34	211,25	141,84

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4. KESIMPULAN

Dengan penerapan *Total Productive Maintenance* menggunakan metode OEE pada proses produksi pot plastif motif sarang tawon S15 di CV. PGHA dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

- OEE sangat penting diterapkan dibidang manufaktur, dalam hal ini diterapkan pada mesin molding injection untuk memproduksi pot sarang tawon S15 yang bertujuan untuk mengukur kinerja mesin molding injection dalam memproduksi pot motif sarang tawon S15 di CV. PGHA
- Dari hasil pengolahan data, didapat nilai rata – rata OEE pada periode Mei 2021 – Juli 2021 adalah sebesar 46,42 %. Nilai breakdown losses sebesar 6,33 %, hasil setup and adjustment losses sebesar 12,54 %, hasil idling and minor stoppages losses sebesar 37,76 %, hasil reduced speed losses sebesar 24,67 % , hasil rework losses sebesar 1,73 % dan yield/scrap losses sebesar 0,03 %. Sehingga sangat perlu diterapkan OEE untuk meningkatkan produktifitas dan kinerja mesin molding injeksi di CV. PGHA

DAFTAR PUSTAKA

- Nakajima, 1998, *Total Productive Maintenance*
 Supiyudin, Egi. 2012. Analisis Efektivitas Peralatan Produksi
 Kunio, Shirose. 1992. *TPM for Workshops Leaders*. CRC Press: Japan

Analisa Kontaminasi Fluida Hidrolik pada Sistem Hidrolik Pesawat Berbadan Sempit (Narrow Body) Airbus A320 Setelah 2000, 3000 dan 5000 Jam Terbang

Indra Wdarmadi

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

indrawidarmadi8@gmail.com

Abstrak

Mengingat pentingnya fungsi sistem hidrolik pada pesawat terbang maka fluida hidrolik pada sistem hidrolik pesawat terbang juga menjadi bagian penting. Permasalahan dalam proses operasionalnya fluida hidrolik sangat rentan untuk terkontaminasi, dua jenis kontaminasi yang dapat terjadi pada fluida hidrolik yaitu *chemical contamination* dan *solid particle contamination*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kapan waktu penggantian yang tepat dan mengetahui apakah fluida hidrolik tersebut masih layak digunakan. Metode penelitian analisa kontaminasi fluida hidrolik pada sistem hidrolik pesawat Airbus A320 menggunakan metode deskripsi khusus menggunakan data sekunder dengan menggunakan bantuan software pengolahan data Minitab 19 dengan rentang waktu 2000, 3000 dan 5000 jam terbang. Hasil pengujian diperoleh bahwa setelah 2000 jam terbang, *chemical contamination* dan *solid particle contamination* masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan. Setelah 3000 jam terbang, terdapat kontaminasi partikel dengan ukuran 5-15 μm sebanyak 268333 per 100 mL dan 25-50 μm sebanyak 4267 per 100 mL dengan NAS class 11 dari maksimal NAS class 9. Setelah 5000 jam terbang, terdapat *chemical contamination* untuk TAN (*total acid number*) 4.1669 mg KOH/g, *water content* 3.3533 %, *electrical conductivity* 0.257 $\mu\text{S/cm}$ dan terjadi *solid particle contamination* untuk semua *particle size* yang membuat hasil pengujian *out of limit* dan fluida hidrolik tidak layak digunakan. Sehingga waktu penggantian yang tepat adalah dibawah rentang waktu 3000 sampai 5000 jam terbang. Dan dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa keberagaman nilai *chemical contamination* dan *solid particle contamination* pada rentang jam terbang tertentu adalah sebesar 78.78% dan 97.455%.

Kata kunci : sistim hidrolik, kontaminasi, jam terbang

1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang adalah sistem yang kompleks. Pesawat terbang memiliki banyak sistem yang terintegrasi untuk dapat membuat pesawat terbang tersebut dapat beroperasi dengan aman dan nyaman. Berikut ini adalah beberapa sistem dalam pesawat terbang: *Power Plant/Engine, Electrical System, Hydraulics System, Navigation System, Flight Control System, Ice Protection System (anti-icing and de-icing), Cooling System* dan *Landing Gear*.

Sistem hidrolik adalah suatu perangkat kuat yang terdiri dari beberapa komponen yang bekerja sesuai dengan fungsinya sehingga dapat merubah tenaga mekanis menjadi tenaga hidrolik dan diubah menjadi tenaga mekanis kembali. Pada pesawat terbang khususnya tipe Airbus A320 terdapat tiga sistem hidrolik yaitu *green, blue* dan *yellow system*. Ketiga sistem hidrolik tersebut memberikan tekanan masing-masing sebesar 3000 psi untuk *users*-nya yaitu *flight controls,*

landing gear, brakes, nose wheel steering, cargo doors, thrust reverser operation, Constant Speed Motor/Generator (CSM/G).

Mengingat pentingnya fungsi sistem hidrolik tersebut maka judul “Analisa Kontaminasi Fluida Hidrolik Pada Sistem Hidrolik Pesawat Berbadan Sempit (*Narrow Body*) Airbus A320 Setelah 2000 jam, 3000 jam dan 5000 Jam Terbang” di angkat sebagai bahan penelitian, karena fluida pada sistem hidrolik pesawat terbang tidak selalu diganti maka penting untuk mengetahui kontaminan yang terdapat dalam fluida hidrolik setelah beberapa waktu digunakan agar memastikan bahwa fluida hidrolik tersebut masih memenuhi standar limitasi yang diizinkan.

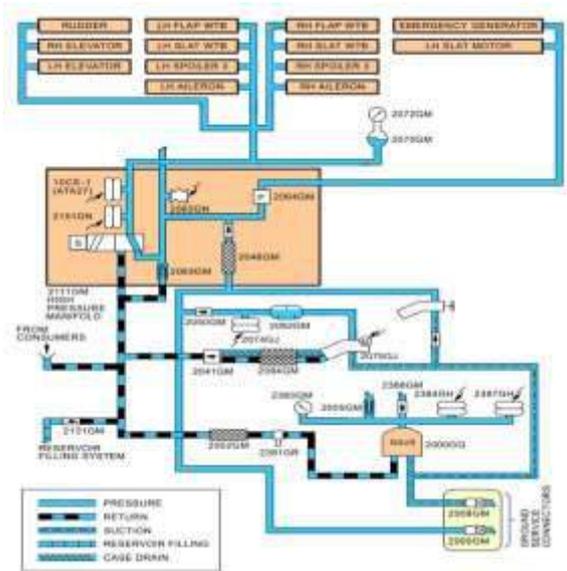
Airbus A320 adalah pesawat penumpang komersial jarak dekat sampai menengah yang diproduksi oleh Airbus. A320 merupakan pesawat penumpang pertama dengan sebuah sistem kendali *fly-by-wire* digital, di mana pilot mengendalikan penerbangan melalui penggunaan sinyal elektronik dan bukan

secara mekanik dengan hendel dan sistem hidrolik. A320 memiliki sebuah ECAM (*Electronic Centralised Aircraft Monitor/Monitor Pesawat Elektronik Terpusat*) yang memberikan informasi kepada awak pesawat mengenai semua sistem di dalam pesawat.



Gambar 1. *Flight Controls* Airbus A320
 Sumber: Airbus A318/A319/A320/A321 (CFM56) Category A+C Training Manual Rev.4. (2018), PT. GMF AeroAsia, Jakarta, Departement GMF Learning Services.^[1]

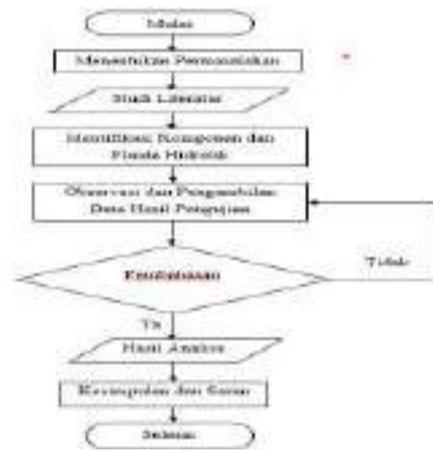
Berikut adalah skema diagram Sistem Hidrolik yang di teliti.



Gambar 2. Sistem Hidrolik *Blue*
 Sumber: Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services.^[2]

2. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan sesuai urutan diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian
 (Sumber dokumen pribadi)

Analisa fluida hidrolik dimulai dengan *jobcard* “*Analyze Hydraulic Fluid*” dengan *AMM Reference*. 12-32-29-281-001-A yang berisi perintah untuk melakukan *sampling* fluida hidrolik. Pengambilan *sampling* fluida hidrolik dilakukan untuk ketiga sistem hidrolik yaitu *Green*, *Blue* dan *Yellow*. Proses pengambilan *sampling* dan proses analisa dari hasil pengujian sampel fluida hidrolik di laboratorium diperoleh dari *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Pembahasan dan analisis data yang diperoleh untuk mengetahui kontaminasi pada fluida hidrolik di sistem hidrolik *blue* Airbus A320.



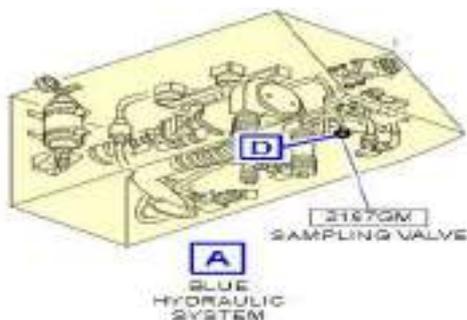
Gambar 4. Botol Sampel
 (Sumber: dokumen pribadi)

Berdasarkan *AMM Ref.* 12-32-29-281-001-A dibutuhkan *bottle sample* karena menurut perintah kerja proses pengambilan *sampling* fluida hidrolik sebanyak 0.2 Liter (0.0528 USgal). Untuk kemudian sampel fluida hidrolik dikirim ke laboratorium.



Gambar 5. Wire Twister
Sumber: dokumen pribadi

Walaupun *wire twister* tidak disebutkan di AMM Ref. 12-32-29-281-001-A tetapi *wire twister* sangat dibutuhkan untuk membuka dan memasang kembali *safety wire* di *sampling cap*. Tang pelintir kawat pengaman (*twister safety wire*) memiliki tepi tajam untuk memotong kawat, pegangan pengunci untuk menahan kawat saat memutar dan mekanisme spiral pegas yang memutar dan mengencangkan kawat di pegangan tang. *Safety wire* sering digunakan untuk mengamankan *fasteners* dalam penerbangan dan aplikasi lain di mana getaran dapat menyebabkan *fasteners* membuka.



Gambar 6 .Lokasi *Sampling* Sistem Hidrolik *Blue*
Sumber: Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services^[2]

Berdasarkan AMM Ref. 12-32-29-281-001-A pada penjelasan prosedur *sampling cap* terdapat pada *sampling valve* masing-masing sistem hidrolik

Tabel 1. *Tools and Consumable Materials*

A. *Reference, Tools, Test and Support Equipment*

REFERENCE	QTY	DESCRIPTION
No specific	3	BOTTLE - SAMPLE
No specific	1	CONTAINER - CLEAN, APPLICABLE
No specific	1	WARNING NOTICE

B. *Consumable Materials*

REFERENCE	DESCRIPTION
12-32-29-281-001	Non-Aqueous Cleaner - Petroleum Based -
12-32-29-281-001	Net-Aqueous Cleaner - Petroli (Ethyl Alcohol)
12-32-29-281-001	Wire-Locking Die, 6.5mm (0.252 inch) ORES Nickel Alloy
12-32-29-281-001	Wire-Locking Die, 6.0mm ORES Nickel Alloy
12-32-29-281-001	Twist-Lock Hex Cutter -

Sumber : Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services^[2]

Untuk mengakses ke AMM Airbus A320 melalui ADOC N@vigator, versi adoc yang digunakan dalam penelitian ini adalah adoc navigator versi 3.16.4 yang digunakan oleh *customer* Citilink Indonesia untuk memuat *Aircraft Maintenance Manual* yang ada di PT. GMF Aeroasia.



Gambar 7. Tampilan Jendela Loading Aplikasi ADOC N@vigator Airbus
Sumber Maintenance Program A320 CT-TD-02A-A320, (2021), PT. Citilink Indonesia, Jakarta GMF AeroAsia^[3]



Gambar 8. Tampilan Antar Muka Aplikasi ADOCS N@vigator Airbus
 Sumber: E-Techpub - Technical Publication System, PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services, 2022^[4]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan oleh beberapa laboratorium diantaranya SGS, Trakindo, Sucofindo dan Intertek kemudian melakukan perbandingan dengan limitasi yang ditentukan menurut referensi AMM (*Aircraft Maintenance Manual*). Sehingga mampu menyelidiki kemungkinan hubungan sebab-akibat, dengan tidak melakukan eksperimen kembali tetapi melakukan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari divisi *Engineering* dan *Reability* PT. GMF AeroAsia yang diduga menjadi penyebab dan sebagai pembanding.

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQN yang telah menempuh 2000 jam terbang diperoleh nilai *chemical contamination* yang masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Hasil pengujian dari tabel yang disajikan diperbolehkan untuk tidak dilakukan *recovery action* fluida hidrolik dan menyatakan bahwa fluida hidrolik masih layak untuk digunakan.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian *Contamination* Fluida Hidrolik pada 2000 Jam Terbang

PK-GQN	19 AUG 2020-18 MAY 2021	FH=2001,82~2000 JAM TERBANG			
KONTAMINASI	SATUAN	SISTEM (0.2L)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
TAN (TOTAL ACID NUMBER)	(mg KOH/g)	Blue System	0,03	max 1,5	within limit
DENSITY	(kg/m ³)	Blue System	1011,4	970-1066	within limit
WATER CONTENT	(%)	Blue System	0,16	max 0,8	within limit
KINEMATIC VISCOSITY	(cSt)	Blue System	11,07	6-12,5	within limit
CHLORINE CONTENT	(ppm)	Blue System	0,003	max 200	within limit
ELECTRICAL CONDUCTIVITY	(microS/cm)	Blue System	0,321	min 0,3	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQN yang telah menempuh 2000 jam terbang diperoleh nilai *solid particle contamination* yang masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) seperti pada tabel 2.2. Nilai hasil pengujian menunjukkan NAS *class* 9 dan hasil pengujian dari tabel yang disajikan diperbolehkan untuk tidak dilakukan *recovery action* fluida hidrolik karena nilai NAS *class* maksimum yang diizinkan adalah *class* 9. Dan dapat disimpulkan bahwa fluida hidrolik masih layak digunakan.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian *Solid Particle Contamination* Fluida Hidrolik pada 2000 Jam Terbang

PK-GQN	19 AUG 2020-18 MAY 2021	FH=2001,82~2000 JAM TERBANG			
KONTAMINASI (PARTICLE SIZE)	SATUAN	SISTEM (100 mL)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
5 - 15	µm	Blue System	10310	max 128000	within limit
15 - 25	µm	Blue System	2100	max 22800	within limit
25 - 50	µm	Blue System	1020	max 4050	within limit
50 - 100	µm	Blue System	200	max 720	within limit
> 100	µm	Blue System	70	max 128	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQJ yang telah menempuh 3000 jam terbang diperoleh nilai *chemical contamination* yang masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Hasil pengujian dari tabel yang disajikan diperbolehkan untuk tidak dilakukan *recovery action* fluida hidrolik dan menyatakan bahwa fluida hidrolik masih layak untuk digunakan.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian *Chemical Contamination* Fluida Hidrolik pada 3000 Jam Terbang

PK-GQJ	07 MAR 2019-26 MAR 2021	FH=2987,06~3000 JAM TERBANG			
KONTAMINASI	SATUAN	SISTEM (0.2L)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
TAN (TOTAL ACID NUMBER)	(mg KOH/g)	Blue System	0,1236	max 1,5	within limit
DENSITY	(kg/m ³)	Blue System	1021	970-1066	within limit
WATER CONTENT	(%)	Blue System	0,1865	max 0,8	within limit
KINEMATIC VISCOSITY	(cSt)	Blue System	9,29	6-12,5	within limit
CHLORINE CONTENT	(ppm)	Blue System	7,73	max 200	within limit
ELECTRICAL CONDUCTIVITY	(microS/cm)	Blue System	0,609	min 0,3	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Tabel 5. Data Hasil Pengujian *Solid Particle Contamination* Fluida Hidrolik pada 3000 Jam Terbang

PK-GQJ 07 MAR 2019-26 MAR 2021 FH=2987,06~3000 JAM TERBANG					
KONTAMINASI (PARTICLE SIZE)	SATUAN	SISTEM (100 mL)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
5 - 15	µm	Blue System	268333	max 128000	out of limit
15 - 25	µm	Blue System	13900	max 22800	within limit
25 - 50	µm	Blue System	4267	max 4050	out of limit
50 - 100	µm	Blue System	467	max 720	within limit
> 100	µm	Blue System	100	max 128	within limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQJ yang telah menempuh 3000 jam terbang diperoleh beberapa nilai *solid particle contamination* telah terjadi kontaminasi fluida hidrolik dengan hasil *out of limit*. Nilai hasil pengujian menunjukkan NAS class 11 sesuai *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) seperti pada tabel 2.2. Nilai hasil pengujian yang menunjukkan NAS class diatas 9 telah terjadi kontaminasi partikel pada fluida hidrolik. Jika fluida hidrolik terkontaminasi lebih dari nilai class 9 didalam salah satu sistem hidrolik, maka dilakukan prosedur penanganan kontaminasi dan aturan-aturan yang mengacu kepada *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Prosedur penanganan kontaminasi yaitu ada 3 (tiga) jenis *fluid change*, *fluida cleaning* dan *fluid reclaim*. Ketiga prosedur tersebut terdapat pada Lampiran 3 (AMM 12-32-29-281-001-A Rev. Date May 01, 2022) sehingga dapat dinyatakan fluida hidrolik tersebut tidak layak digunakan pada sistem hidrolik yang terkontaminasi.

Demikian untuk hasil data dan analisa untuk 5000 jam terbang, beberapa bagian menunjukkan sudah terkontaminasi.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian *Chemical Contamination* Fluida Hidrolik pada 5000 Jam Terbang

PK-GQD 18 JUL 2018-15 MAY 2020 FH=5000 JAM TERBANG					
KONTAMINASI	SATUAN	SISTEM (0.2L)	DATA SEKUNDER	LIMITASI	KETERANGAN
TAN (TOTAL ACID NUMBER)	(mg KOH/g)	Blue System	4,1669	max 1,5	out of limit
DENSITY	(kg/m3)	Blue System	1013,32	970-1066	within limit
WATER CONTENT	(%)	Blue System	3,3533	max 0,8	out of limit
KINEMATIC VISCOSITY	(cSt)	Blue System	7,98	6-12,5	within limit
CHLORINE CONTENT	(ppm)	Blue System	7,64	max 200	within limit
ELECTRICAL CONDUCTIVITY	(microS/cm)	Blue System	0,257	min 0,3	out of limit

(Sumber dokumen pribadi hasil uji lab)

Berdasarkan hasil pengujian *hydraulic fluid analysis* pada pesawat Airbus A320 dengan registrasi PK-GQD yang telah menempuh 5000 jam terbang diperoleh beberapa nilai *chemical contamination* telah terjadi kontaminasi fluida hidrolik dengan hasil *out of limit* yaitu nilai TAN (*Total Acid Number*) yang menunjukkan 4.1669 dari limitasi yang diizinkan yaitu maksimal 1.5 (mg KOH/g), nilai *Water Content* yang menunjukkan nilai 3.3533 % dari limitasi yang diizinkan yaitu maksimal 0.8 % dan nilai *Electrical Conductivity* yang menunjukkan 0.257 dari limitasi yang diizinkan yaitu minimal 0.3 (microS/cm). Jika fluida hidrolik terkontaminasi menurut parameter nilai TAN, *Water Content* dan *Electrical Conductivity* maka dilakukan prosedur penanganan kontaminasi yaitu mengganti fluida hidrolik yang ada di *reservoir blue hydraulic system* dengan yang baru, prosedur tersebut terdapat pada Lampiran 4 (AMM 12-36-29-600-003-A Rev. Date May 01, 2022) sehingga dapat dinyatakan fluida hidrolik tersebut tidak layak digunakan pada sistem hidrolik yang terkontaminasi.

4. KESIMPULAN

- Setelah 2000 jam terbang kontaminasi masih memenuhi nilai limitasi yang diizinkan, Tetapi setelah 3000 jam terbang dan 5000 jam terbang terjadi kontaminasi. Dan berdasarkan analisis regresi keberagaman nilai *chemical contamination* dan *solid particle contamination* pada rentang jam terbang tertentu adalah sebesar 78.78% dan 97.455%.

2. Nilai kontaminasi setelah 2000, 3000 dan 5000 jam terbang adalah sebagai berikut nilai *viskositas kinematis* 11.07 cSt, 9.29 cSt dan 7.98 cSt. Nilai TAN (*total acid number*) 0.03 mg KOH/g, 0.1236 mg KOH/g dan 4.1669 mg KOH/g. Nilai *density* 1011.4 kg/m³, 1021 kg/m³ dan 1013.32 kg/m³. Nilai *water content* 0.16 %, 0.1865 % dan 3.3533 %. Nilai *chlorine content* 0.003 ppm, 7.73 ppm dan 7.64 ppm. Nilai *electrical conductivity* 0.321 μS/cm, 0.609 μS/cm dan 0.257 μS/cm. Nilai *solid particle contamination* (NAS class).

3. Waktu penggantian yang tepat adalah dibawah rentang waktu 3000 dan 5000 jam terbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Airbus A318/A319/A320/A321 (CFM 56) Category A+C Training Manual Rev.4. (2018)., PT. GMF AeroAsia, Jakarta, Departement GMF Learning Services.
- Airbus A320 Aircraft Maintenance Manual, (2018), PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services.
- Maintenance Program A320* (CT-TD-02A-A320), (2021), PT. Citilink Indonesia, Jakarta, GMF AeroAsia.
- E-Techpub -Technical Publication System, PT. GMF AeroAsia. Jakarta, Departement Reability and Engineering Services, 2022.

ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN HASIL BUBUT PADA BAHAN ALUMINIUM ALLOY (AA 6061)

Hariyanto

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hariyantostmm@gmail.com*

Abstrak

Kehalusan benda kerja hasil proses bubut merupakan salah satu parameter yang sangat diinginkan konsumen. Benda kerja yang halus akan memiliki kesan elegan. Permukaan benda kerja yang halus menunjukkan keberhasilan proses bubut. Permukaan benda kerja yang halus disamping merupakan hasil sentuhan tangan seorang operator mesin yang memiliki skill tinggi, juga merupakan efek dari media pendingin. Dalam teknik mesin, permukaan tingkat kehalusan permukaan benda kerja justru dibahasakan dengan “tingkat kekasaran”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas variasi cairan media pendingin terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses pembubutan konvensional, mengetahui komposisi kandungan jenis media pendingin, mengetahui pengaruh media pendingin terhadap tingkat kekasaran permukaan Aluminium alloy (AA 6061). Variasi media pendingin menggunakan dromus murni, oli SAE 20W50, air kran. Kecepatan putaran *spindel* mesin bubut 330 rpm, kecepatan putaran potong 51.8 meter/menit. Hasil pembubutan benda kerja ini dengan media pendingin yang berbeda nantinya akan di uji hasil kekasarannya di sebuah laboratorium dengan alat uji kekasaran “*Surftest sv-3100*”. Kekasaran permukaan merupakan ketidakaturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Hasil dari kekasaran ini yang nantinya akan menunjukkan keefektifitasan media pendingin dalam proses pembubutan.

Kata Kunci: proses bubut, media pendingin (*coolant*), kekasaran.

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan yang baik akan menghasilkan benda kerja yang baik, pernyataan ini berlaku pada saat kita melakukan pekerjaan menggunakan mesin bubut, proses pemesinan mesin bubut meliputi serangkaian kegiatan dari awal memulai mengoperasikan mesin bubut sampai selesai mengoperasikan mesin bubut, mulai dari proses awal, proses pemesinan, dan proses akhir. Proses awal dalam mengoperasikan mesin bubut biasanya dimulai dari kegiatan mengecek keadaan mesin, mengecek kondisi pahat potong atau *insert*, mengecek instalasi listrik dan lain sebagainya. Proses pemesinan dalam mengoperasikan mesin bubut merupakan serangkaian kegiatan mengerjakan benda kerja sesuai dengan gambar kerja atau *job desk* yang akan dikerjakan, proses pemesinan dalam mesin bubut biasanya meliputi kegiatan seperti melubangi benda kerja, membuat tirus, ulir, alur, reamer dan lain sebagainya.

Proses akhir dalam mengoperasikan mesin bubut merupakan serangkaian kegiatan terakhir dalam mengoperasikan mesin bubut, proses akhir dalam mengoperasikan mesin

bubut meliputi kegiatan bersih - bersih untuk menjaga lingkungan, baik lingkungan kondisi mesin ataupun lingkungan sekitar area kerja mesin, bersih – bersih yang dimaksud dalam hal ini merupakan kegiatan bersih – bersih dari sisa – sisa proses pembubutan yang biasa disebut dengan *beram*.

Benda kerja hasil pembubutan yang baik biasanya dilihat dari segi bentuk, kepresisian ukuran, dan karakteristik permukaan berupa kekasaran dari permukaan benda kerja, segi bentuk dalam hasil proses pembubutan biasanya disesuaikan dengan gambar kerja yang di kehendaki sebelumnya, sama halnya kepresisian ukuran benda kerja, hasil proses pembubutan bisa di periksa dengan menggunakan alat ukur dan disesuaikan dengan ukuran yang di kehendaki, kepresisian ukuran benda dengan tingkat ketelitian ukuran yang tinggi biasanya diberi batasan toleransi sebagai pengerjaannya, kekasaran permukaan hasil proses pembubutan biasanya bisa dicek dengan menggunakan indra mata dan juga indra peraba seberapa besar tingkat kekasaran dengan bantuan mal sebagai acuannya.

Kekasaran permukaan pada hasil proses pengerjaan mesin bubut merupakan hasil

gesekan antara alat potong atau pahat dengan putaran benda kerja atau spindle, semakin besar gaya gesekan yang ditimbulkan semakin kasar tingkat kekasaran yang di hasilkan dan panas yang ditimbulkan juga makin besar, oleh karena itu diperkukan pendinginan. Selain itu kekasaran permukaan pada hasil proses pengerjaan mesin bubut juga di pengaruhi oleh jenis media pendingin, kecepatan laju media pendingin dan juga konsentrasi campuran dari media pendingin.

Rumusan Masalah

Untuk memudahkan penelitian ini dan berdasar latar belakang di atas maka didapat rumusan masalah, antara lain :

1. Bagaimana urutan pembuatan spesimen?
2. Bagaimana pengaruh media pendingin (*coolant*) terhadap tingkat kekasaran *Aluminium alloy (AA 6061)* pada proses pembubutan konvensional?
3. Bagaimana proses pengujian kekasaran permukaan spesimen menggunakan alat ukur yang sesuai?

Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas dan fokus pada penyelesaian masalah maka pada penelitian ini diperlukan beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Penelitian berfokus pada pengaruh jenis media pendingin pada tingkat kekasaran benda kerja pada proses pembubutan diantaranya :
 - a. Oli SAE 20W50.
 - b. Oli bromus murni tanpa campuran air.
 - c. Air dari kran.
2. Melakukan analisa 3 jenis media pendingin dalam pengaplikasian di mesin bubut konvensional.
3. Melakukan pengukuran spesimen uji kekasaran bahan *Aluminium alloy type AA 6061* dengan alat ukur kekasaran *Surftest sv-3100* di laboratorium.
4. Ukuran dari spesimen adalah sebagai berikut $D = 50 \text{ mm}$, $P = 10 \text{ mm}$.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh tingkat kecepatan putaran mesin terhadap tingkat kekasaran permukaan logam *Aluminium Alloy 6061*.

2. Mengetahui pengaruh media pendingin terhadap tingkat kekasaran *Aluminium alloy (AA 6061)* pada proses pembubutan konvensional.
3. Mengetahui nilai kekasaran berdasarkan data hasil pengujian.

Landasan Teori

Salah satu faktor penyebab terjadinya kekasaran permukaan dalam proses bubut adalah parameter pemotongan dari mesin bubut dan media pendingin.

1. Parameter Potong Mesin Bubut.

Parameter potong mesin bubut merupakan seputar informasi berupa dasar – dasar perhitungan mengenai rumus dan tabel – tabel yang mendasari proses pemotongan / penyanyatan pada mesin bubut diantaranya meliputi :

- ✓ Kecepatan potong,
- ✓ Kecepatan putaran mesin,
- ✓ Kecepatan gerak pemakanan dan
- ✓ Waktu proses pemesinannya.

1) Kecepatan Potong (*Cutting Speed - Cs*).

Kecepatan potong (C_s) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang / waktu (meter/ menit atau feet/ menit). Kecepatan potong sangat menentukan hasil proses bubut. Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan potongnya (C_s) adalah: Keliling lingkaran benda kerja ($\pi.d$) dikalikan dengan putaran (n). atau:

$$C_s = \pi . d . n$$

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - Rpm)

π : nilai konstanta = 3,14

Kecepatan potong untuk berbagai macam bahan teknik yang umum dikerjakan pada proses pemesinan, sudah teliti/dielidiki para ahli dan sudah patenkan pada ditabelkan kecepatan potong. Sehingga dalam penggunaannya tinggal menyesuaikan antara jenis bahan yang akan dibubut dan jenis alat potong yang digunakan. Sedangkan untuk bahan-bahan khusus/spesial, tabel C_s -nya dikeluarkan oleh pabrik pembuat bahan tersebut.

Pada tabel kecepatan potong (Cs) juga disertakan jenis bahan alat potongnya. Pada umumnya, bahan alat potong dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu HSS (*High Speed Steel*) dan karbida (*carbide*). Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa dengan alat potong yang bahannya karbida, kecepatan potongnya lebih cepat jika dibandingkan dengan alat potong HSS.

Tabel. 1 Kecepatan potong mesin bubut beberapa bahan teknik.

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	m/men	Ft/min	M/men	Ft/min
Baja lunak(<i>Mild Steel</i>)	18 - 21	60 - 70	30 - 250	100 - 800
Besi Tuang(<i>Cast Iron</i>)	14 - 17	45 - 55	45 - 150	150 - 500
Perunggu	21 - 24	70 - 80	90 - 200	300 - 700
Tembaga	45 - 90	150 - 300	150 - 450	500 - 1500
Kuningan	30 - 120	100 - 400	120 - 300	400 - 1000
Aluminium	90 - 150	300 - 500	90 - 180	300 - 600

Sumber : Handle Mesin (2016)

2). Putaran Mesin (*Revolusi Per Menit – RPM*).

Yang dimaksud kecepatan putaran mesin bubut adalah kemampuan kecepatan putaran mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit, maka dari itu untuk mencari besarnya putaran mesin sangat dipengaruhi oleh seberapa besar kecepatan potong dan keliling benda kerjanya, mengingat nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin atau benda kerjanya.

Dengan demikian rumus untuk menghitung putaran mesin adalah:

$$n = \frac{Cs}{\pi d}$$

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - Rpm)

π : nilai konstanta = 3,14

3). Kecepatan Pemakanan (*Feed – F*) – mm/menit.

Kecepatan pemakanan atau penyayatan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa factor, diantaranya: kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kesiapan mesin ini dapat diartikan, seberapa besar kemampuan mesin dalam mendukung tercapainya kecepatan pemakanan yang optimal, disamping beberapa pertimbangan tersebut, kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus (waktu pembubutan lebih cepat), dan pada proses penyelesaiannya/ finising digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (waktu pembubutan lebih cepat).

Besarnya kecepatan pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya (n) dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n \text{ (mm/menit)}$$

Keterangan:

f : besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran).

n : putaran mesin (putaran/menit).

4). Waktu Proses Pemesinan.

Waktu proses pemesinan merupakan serangkaian lamanya waktu pengerjaan proses pemesinan, waktu proses pemesinan dapat diketahui jika kecepatan gerak pemakanan, putaran spindel diketahui, waktu proses pemesinan penting untuk diketahui agar dalam perencanaan kita bisa memprediksi lamanya pengerjaan proses pemesinan, rumus untuk menghitung waktu pemesinan sebagai berikut:

$$\text{Waktu pemesinan} = \frac{L}{F}$$

Keterangan:

L = Panjang pembubutan (mm)

F = Kecepatan gerak pemakanan (mm/min)

Salah satu factor lain yang mempengaruhi kekasaran permukaan dalam penelitian ini adalah media pendingin, bagaimana pengaruh media pendingin, jenis – jenis media pendingin yang digunakan pada proses pemesinan, maka dari itu penjelasan mengenai hal tersebut perlu dibahas dalam bab ini, sebagaimana dijelaskan sebagai berikut.

2. Media Pendingin

Media pendingin dalam proses pembubutan memiliki kegunaan khusus untuk memperpanjang umur pahat, mengurangi keausan pahat, dan berpengaruh dalam kekasaran permukaan, hal tersebut dibuktikan ketika terjadinya proses pemesinan yang menimbulkan gaya gesek anatar alat potong (pahat) dengan benda kerja, dan saat seperti itulah media pendingin memiliki peran yang sangat penting supaya tidak merubah struktur logam. Disisi lain peran media pendingin dalam proses pemotongan yaitu untuk menjaga temperatur antara logam dan alat potong (pahat) karena jika tidak dijaga akan mempengaruhi sifat mekanisme alat potong dan sifat material bahan. (Aprianto J, Nurahmad 2017).

Maka dari itu pada penelitian ini penulis mengambil 3 jenis media pendingin (*coolant*) dalam proses pembubutan logam aluminium (AA6061) diantaranya oli SAE 20W50, dromus murni, dan air kran.

2.1 Oli SAE 20W-50.

Oli merupakan sebuah cairan berminya yang biasanya digunakan untuk melumasi mesin yang bergerak atau bergesekan selain untuk melumasi oli terkadang juga digunakan sebagai media pendingin karena sifatnya yang kental dan tahan panas, kekentalan oli biasa disebut dengan *viskositas*, dimana *viskositas* dapat didefinisikan sebagai kemampuan laju *liquid* atau cairan, pada kemasan oli pelumas akan tertulis kode SAE 10W-30,20W40, 20W-50 dan lain-lain, dimana SAE (*Society of Automotive Engineer*) adalah sebuah lembaga standarisasi seperti ISO, DIN atau JIS yang

mengkhususkan diri di bidang otomotif, lalu huruf W yang terletak dibelakang angka merupakan singkatan dari “*Winter*”, formulasi oli disesuaikan untuk musim dingin dan panas, sehingga saat suhu dingin oli tidak mengental, oleh karena itu, angka paling depan adalah tingkat kekentalan oli pada suhu dingin dan angka setelah W adalah tingkat kekentalan oli ketika dalam kondisi bekerja sudah panas atau sudah mencapai temperature maksimal. (Blogspot, accblogku 2016)



Gambar 1. Oli SAE 20W-50
Sumber: Muchtar, Amrie (2017)

2.2 Dromus

Dromus oil adalah minyak mineral hasil penyulingan yang diskripsi komposisi (*additive*), dromus oli memberikan pendinginan yang baik dalam hal pelumasan dan perlindungan karat karena minyak dromus digunakan berbagai pengerolan dan pekerjaan mesin lainnya. *Dromus oil* mempunyai tingkat kelarutan yang tinggi terhadap air sehingga dapat diemulsikan dengan rasio air : *dromus oil*, biasanya 20:1 sampai 40:1 dengan demikian memungkinkan dimanfaatkan sebagai pendinginan pada proses pemesinan.

Tabel 2. Komposisi dan Sifat Kimia *Dromus oil*.

No.	Name	Proportion	Chemical Properties
1	Sodium sulphonate	1 – 4,9%	Initial boiling : > 100 °C
2	Polyolefin ether	1 – 3%	Flash point : > 100 °C
3	Alkly amide	1 – 3%	Density : 930 Kg/m ³ at 15°C
4	Long chain alkenyl amide borate	1 – 2%	Kinematic viscosity 400 mm ² /sec

Sumber: Ginting, Muchtar & Karmin (2012)

2.3 Air

Air secara ilmiah dapat disebut sebagai senyawa kimia hasil ikatan antara unsur oksigen (O) dan hidrogen (H) yang kemudian membentuk senyawa air, satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen maka dari itu rumus kimia dari air (H₂O). Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K (0 °C). Zat kimia ini merupakan pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak molekul organik lainnya.

3. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan ketidak teraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan, kekasaran permukaan dalam proses mesin bubut identik dengan hasil proses pembubutan pada benda kerja, kekasaran permukaan memiliki nilai lebih dalam proses pembubutan, kekasaran permukaan memiliki simbol tersendiri dalam gambar mesin, simbol kekasaran permukaan pada gambar mesin ditunjukkan dengan angka N, kekasaran permukaan pada proses mesin bubut diperoleh dari 2 faktor independen, yakni kekasaran permukaan yang ideal, dan kekasaran permukaan yang alami.

Kekasaran permukaan yang ideal merupakan hasil dari geometri alat dan laju umpan pada mesin bubut sedangkan

kekasaran permukaan alami diperoleh dari penyimpangan dalam faktor mengoperasikan pemotongan, namun secara garis besar tingkat kekasaran permukaan bergantung kepada parameter pemesinan, diantaranya adalah kecepatan spindle, kecepatan gerak pemakanan, kecepatan potong, kedalaman pemakanan, gerak pemakanan, pendinginan, karakteristik pahat dan lain – lain, contoh pengaruh kekasaran permukaan terjadi pada produk atau komponen yang dihasilkan dari proses pemesinan, diantaranya umur lelah, pemantulan cahaya, pengecatan, pelapisan dan perlakuan panas.

Tabel 3. Simbul kekasaran permukaan

Roughness values R _a μm	Roughness grade number	Roughness grade symbol
50	N12	~
25	N11	▽
12.5	N10	
6.3	N9	▽▽
3.2	N8	
1.6	N7	
0.8	N6	▽▽▽
0.4	N5	
0.2	N4	
0.1	N3	
0.05	N2	▽▽▽▽
0.025	N1	

Sumber: Handle Mesin (2016)

Kekasaran permukaan berawal dari permukaan benda kerja pada proses pembubutan, kekasaran permukaan pada benda menampakkan ketidakteraturan bentuk permukaan, ketidakteraturan tersebut dibedakan menjadi empat tingkatan yaitu :

Tingkat pertama, adalah tingkat yang menunjukkan adanya kesalahan bentuk, faktor penyebabnya antara lain karena kelenturan mesin perkakas dan benda kerja, kesalahan pada pencekaman benda kerja dan pengaruh proses pengerasan.

Tingkat Kedua, adalah tingkat permukaan yang berbentuk gelombang, penyebabnya antara lain adanya kesalahan bentuk pisau potong, posisi senter kurang tepat dan adanya getaran pada waktu proses pemesinan.

Tingkat Ketiga, adalah profil permukaan yang berbentuk alur , penyebabnya adalah karena adanya bekas proses pemotongan

akibat bentuk pisau potong yang salah atau gerak pemakanan yang kurang tepat.

Tingkat Keempat, adalah profil permukaan berbentuk serpihan, penyebabnya antara lain karena adanya tatal pada proses pengerjaan dan pengaruh electroplating.

4. Sample Uji Aluminium type 6061

Aluminium Alloy 6061 (Alloy 6061) merupakan paduan dari grup 6xxx yang paling sering dipakai. Paduan ini termasuk paduan yang tahan terhadap panas, setelah aluminium, magnesium dan silikon merupakan komposisi utama dalam material ini. Kombinasi antara aluminium, magnesium dan silikon pun menghasilkan material yang sangat reaktif terhadap oksigen atau tidak bereaksi terhadap oksigen sehingga tahan terhadap korosi, Alloy 6061 juga mudah untuk dilas, ditempa, maupun dicor. (Surdia, Tata Prof. Ir & Saito, Sinroku Prof. DR. 1999). Terlebih, sebagai produk berbahan utama aluminium, material ini cukup ringan dibandingkan dari material antikorosi lainnya. Oleh karena itu, Alloy 6061 pun banyak digunakan pada alat-alat transportasi dan produk – produk lain yang membutuhkan material ringan tetapi cukup kuat diantaranya: kaleng makanan dan minuman, pesawat terbang, kapal, sepeda, senter, suku cadang otomotif dan lain – lain.

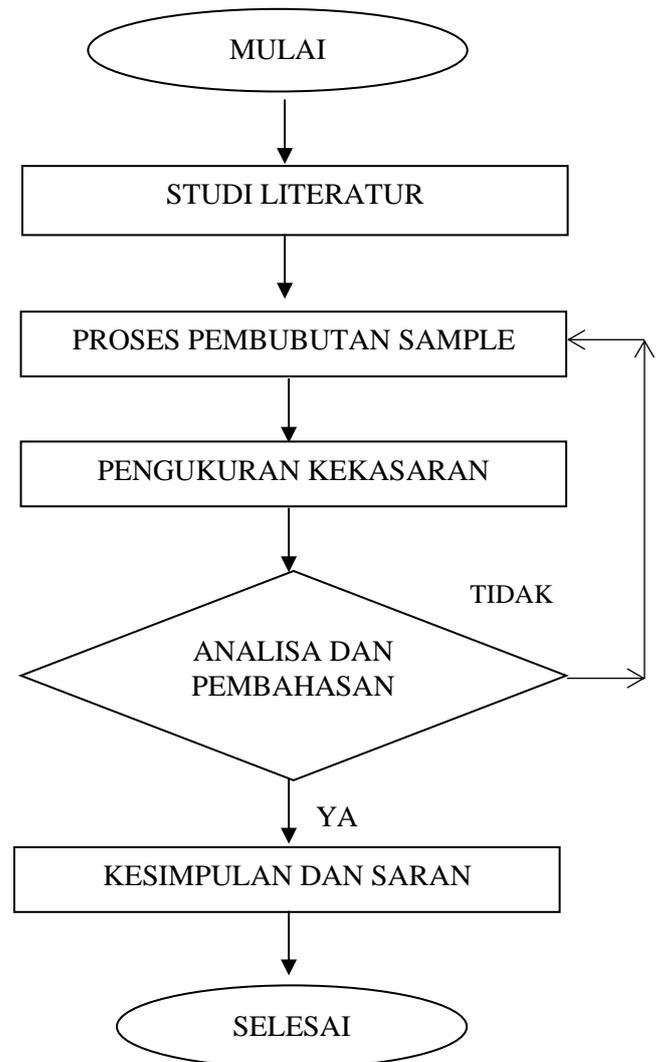
2. METODOLOGI

Pada penelitian ini menggunakan metodologi sebagai berikut:

- a. Metode Pembubutan permukaan sampel bahan Aluminium type 6061, dengan menggunakan pahat HSS dengan cutting speed dan kedalaman pemakanan sesuai hasil perhitungan, dengan menggunakan media pendingin oli, dromus dan air.
- b. Metode penelitian studi literatur dan pengujian laboratorium.

Untuk memberi gambaran yang lebih jelas terkait metode dan alur penelitian ini maka dibuat diagram alir yang bisa dilihat pada gambar. 2 di bawah ini.

Diagram alir penelitian:



Gambar. 2 Diagram Alir Penelitian
Sumber: Surdia, Tata Prof. Ir & Saito, Sinroku Prof. DR. (1999).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Pengujian kekasaran pada spesimen didapat dengan melakukan proses *machining* yaitu proses bubut. Spesimen berukuran diameter 30 mm, tebal 10 mm. Untuk pelumasan dan pendinginan spesimen pada proses bubut digunakan 3 jenis media pendingin yaitu oli, dromus dan air, masing-masing menggunakan 5 variasi kecepatan potong diantaranya 100 Rpm, 195 Rpm, 330 Rpm, 675 Rpm dan 1200 Rpm. Sehingga didapat spesimen uji sebanyak 15 buah, dengan identitas sesuai kecepatan dan media

pendingin yang digunakan, lihat tabel spesimen di bawah:

Tabel 4. Kode Spesimen Pengukuran Kekasaran

Kecepatan (Rpm)	Penandaan Kode Spesimen		
	Oli	Dromus	Air
100	O1	D1	A1
195	O2	D2	A2
330	O3	D3	A3
675	O4	D4	A4
1200	O5	D5	A5

Sumber: Hasil olah data penelitian

Berikut adalah contoh salah satu photo spesimen pada kecepatan 1200 Rpm dengan menggunakan media pendingin dromus.



Gambar. 3 Spesimen hasil bubut pada speed 1200 Rpm dengan media pendingin Dromus.

Setelah spesimen selesai dibubut, langkah berikutnya adalah melakukan pengukuran kekasaran pada 15 sample uji yang dilakukan di sebuah laboratorium x yang berlokasi di daerah Bekasi, dengan alat pengukur kekasaran “Surftest sv-3100”

Berikut adalah contoh salah satu photo proses pengukuran kekasaran permukaan spesimen dengan menggunakan alat ukur kekasaran Surftest SV-3100.



Gambar. 4. Proses pengukuran kekasaran

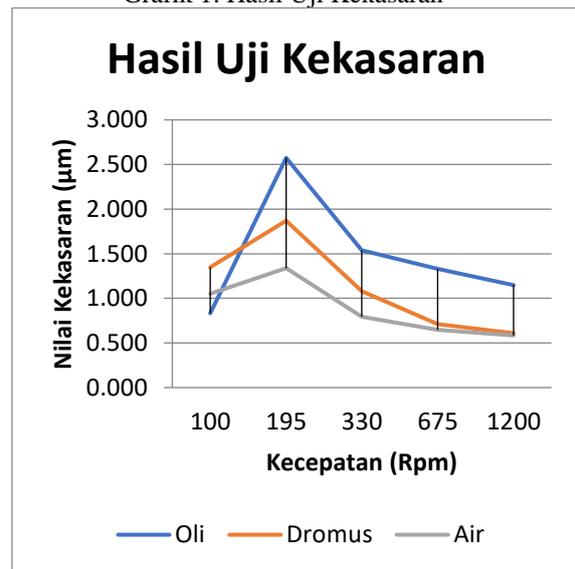
Untuk data hasil pengukuran kekasaran secara lengkap dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data hasil Pengukuran Kekasaran

Kecepatan	Nilai Kekasaran		
	Oli	Dromus	Air
Rpm	μm	μm	μm
100	0.832	1.348	1.050
195	2.575	1.870	1.339
330	1.539	1.082	0.795
675	1.332	0.713	0.647
1200	1.150	0.609	0.584
Rata-rata	1.520	1.124	0.883

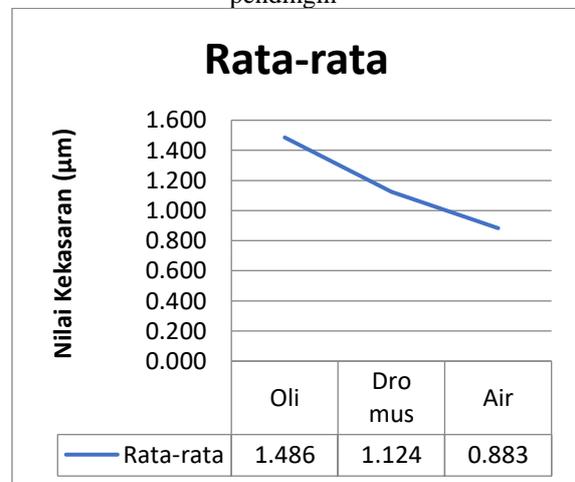
Sumber: Hasil olah data penelitian

Grafik 1. Hasil Uji Kekasaran



Sumber: Hasil olah data penelitian

Grafik 2. Nilai rata-rata kekasaran berbagai media pendingin



Sumber: Hasil olah data penelitian

3.2. Pembahasan

Dari data kekasaran dan dari bentuk kurva pada grafik di atas terlihat cukup menarik untuk diamati, bahwa pada kecepatan 100 Rpm didapati nilai kekasaran yaitu 0.832; 1.348 dan 1.050 mikron (media pendingin berurutan oli, dromus dan air) lebih rendah jika dibandingkan dengan kecepatan 195 Rpm yaitu 2.575; 1.870; 1.339 mikron. Yang menjadi pertanyaan adalah mengapa pada kecepatan 195 rpm yang nota bene lebih tinggi dari kecepatan 100 rpm tapi justru didapat hasil kekasaran yang lebih tinggi. Kemungkinan pertama karena ada roda gigi yang rusak sehingga mengakibatkan putaran mesin bubut tidak stabil. Kemungkinan kedua karena pada kecepatan 195 rpm ini merupakan kecepatan kritis, sehingga mesin akan bergetar lebih hebat dari kecepatan lainnya, sehingga didapat hasil kekasaran yang lebih tinggi.

Diatas kecepatan 195 rpm yaitu 330 rpm, 675 rpm dan 1200 rpm pengukuran nilai kekasaran menunjukkan hasil yang relatif linear yaitu semakin tinggi kecepatan mesin nilai kekasaran semakin kecil, artinya permukaan semakin halus, untuk semua media pendingin.

Hasil pengukuran kekasaran terkecil yaitu 0.584 mikron, didapat pada putaran 1200 rpm dengan media pendingin air. Sedangkan hasil pengukuran kekasaran tertinggi yaitu 2.575 mikron didapat pada putaran 195 rpm dengan media pendingin oli.

Untuk media pendingin secara umum air justru menghasilkan nilai kekasaran yang lebih rendah dari pada oli dan dromus. Sedangkan media pendingin oli justru menghasilkan nilai kekasaran yang lebih tinggi, artinya permukaan spesimen lebih kasar.

Mengapa ini terjadi? Kemungkinan pertama Aluminium adalah logam yang memiliki nilai perambatan panas yang besar, sehingga ketika spesimen dalam kondisi panas, maka media pendingin air lebih cepat menyerap panas dari pada oli, sehingga mampu menghasilkan permukaan yang lebih halus. Kemungkinan kedua sisa beram yang panas lebih mudah lengket atau nempel kembali ke spesimen yang menggunakan media pendingin oli, karena oli lebih lambat menyerap panas dibandingkan air.

4. Kesimpulan

Dari data di atas bisa diambil kesimpulan bahwa:

1. Semakin cepat putaran mesin, maka nilai kekasaran semakin rendah, artinya permukaan semakin halus.
2. Untuk Aluminium, penggunaan media pendingin air justru mampu menghasilkan nilai kekasaran yang lebih rendah artinya permukaan benda kerja lebih halus jika dibandingkan dengan media pendingin oli dan dromus.
3. Nilai kekasaran terendah 0.584 dan tertinggi 2.575 mikron. Dengan merujuk pada tabel 3, maka nilai kekasaran berkisar N5 – N8.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto J, Nurahmad (2017). Pengaruh Media Pendingin dan Geometri Pahat Potong terhadap Tingkat Kekasaran pada Pembubutan Rata Memanjang Bahan Baja EMS-45 Universitas Negeri Semarang.
- Blogspot, accblogku (2016). Cara Membaca Kode SAE pada Pelumas. <https://accblogku.blogspot.com/2016/03/cara-membaca-kode-sae-pada-pelumas.html>
- Ginting, Muctar & Karmin (2012). Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromus. Jurnal Austenit, Volume 4 Nomor 1.
- Handle mesin (2016). Parameter Pemotongan <http://handlemesin.blogspot.com/2016/10/parameter-pemotongan.html>
- Muchtar, Amrie (2017). 4 Tips Memilih Oli Mesin. <https://autoexpose.org/2017/01/oli-mesin.html>
- Surdia, Tata Prof. Ir & Saito, Sinroku Prof. DR. (1999). Pengetahuan Bahan Teknik. Pradnya Paramita. Jakarta.

TERAS MALIOBORO DAN PASAR BRINGHARJO DENGAN GAYA *INDISCHE* DALAM SUMBU FILOSOFI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Dian Kusumowardani,

*Program Studi Arsitektur, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
dkusumowardani@yahoo.com*

Abstrak

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) mempunyai julukan sebagai Kota Seni dan Budaya, dikarenakan kota ini memiliki kekayaan warisan budaya leluhur yang masih lestari sampai dengan saat ini. Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan kota dengan aneka cagar budaya baik yang terdiri dari benda-benda budaya (nyata) dan tidak nyata (tidak berwujud).

Kawasan Malioboro dan pasar Bringharjo merupakan salah satu tempat yang paling banyak dikunjungi wisatawan. Spot favorit di kawasan ini adalah Teras malioboro, yang dipenuhi dengan kios-kios Usaha Mikro sampai dengan Pasar Tradisional Bringharjo berada dalam sumbu imajiner dan sumbu filosofi Kraton Yogyakarta. Garis yang memiliki makna filosofis yang sangat tinggi di Kesultanan dan menjadi salah satu acuan tata kota dari wilayah yang dilewatinya dan menjadi keunikan tersendiri bagi Kota Yogyakarta dari kota-kota lainnya.

Dalam jurnal ini akan dibahas analisis terhadap Teras Malioboro serta Pasar Bringharjo dengan penataan yang baru melalui studi *literature* dan diperoleh kesimpulan bahwa Teras Malioboro dan Pasar Bringharjo di Kota Yogyakarta, kini memiliki wajah baru sebagai pasar tradisional yang mempertahankan gaya arsitektur Indiche yaitu dengan salah satunya yang semula dinding dominan berwarna hijau kini diubah menjadi berwarna putih tulang. Proses penataan tersebut dengan perubahan yang mempertimbangkan Teras Malioboro sampai dengan Pasar Bringharjo yang berada dalam sumbu filosofi Yogja yaitu garis memanjang dari utara ke selatan yang menghubungkan Gunung Merapi di Utara dan Pantai Parangkusumo ataupun Pantai Parangtritis di Selatan melewati Kraton Yogyakarta.

Kata kunci : Teras, sumbu, filosofi, *indische*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Yogyakarta yang dikenal dengan kota dengan keberagaman budayanya yang masih lestari sampai dengan saat ini juga dikenal dengan kuliner yang sangat bervariasi dengan harga yang relatif terjangkau, Jogja juga dikenal dengan budaya batiknya yang memiliki ciri khas tersendiri.

Kota Yogyakarta banyak memiliki landmark Kebudayaan yang kental dan khas menjadi salah satu daya tarik dari kota ini. Seiring dengan perkembangan zaman, Kota Yogyakarta terus berkembang dan salah satu kegiatan utama dari kota ini adalah pariwisata yang berlandaskan kebudayaan. Salah satu kegiatan pariwisata andalan kota ini adalah wisata kota yang berpusat di sepanjang Jalan Malioboro sampai dengan Pasar Tradisional Bringharjo. Kawasan Malioboro dan Pasar Tradisional Bringharjo merupakan tujuan utama wisata di kota ini

karena merupakan landmark dari Kota Yogyakarta dan tidak pernah sepi dari wisatawan.

1.2. Permasalahan

Di Kawasan Malioboro. Sejak zaman dahulu, yang sudah terkenal sebagai pusat perbelanjaan yang tersusun secara linear dan memiliki jalur pedestrian yang mendukung kegiatan warganya dalam melakukan interaksi jual beli. Saat ini, Kawasan Malioboro telah berubah menjadi kawasan yang semakin padat dan tidak teratur. Banyak pedagang kaki lima, serta parkir kendaraan bermotor yang kurang tertib dengan menyerobot jalur pedestrian serta pasar tradisional Bringharjo yang semula belum tertata rapi kini telah ditata namun penataan baru tersebut menyebabkan kondisi yang tidak terlalu ramai pengunjung

2. METODOLOGI

Metode dalam penulisan jurnal ini menggunakan deskriptif kualitatif dengan melakukan analisis terhadap data *literature* melalui kajian pustaka dengan mengumpulkan data-data dari sumber primer. Data yang diperoleh dari sumber berupa buku, paper dan *online* diolah untuk memperoleh kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penataan Teras Malioboro

Teras Malioboro 1

Teras Malioboro 1 berada di gedung bekas Bioskop Indra yang terletak di kawasan selatan Malioboro Selatan. Pada Teras Malioboro 1, yang terletak di kawasan Malioboro Selatan ini terdapat tiga lantai.

Lantai Pertama diisi berbagai souvenir mulai dari baju anak-anak, baju dewasa, aneka kaos, celana santai, tas, gantungan kunci, dan hiasan.

Lantai Kedua juga tak jauh beda dari lantai satu yang isisnya adalah para pedagang baju, kaos, celana, dan berbagai souvenir yang lainnya.

Lantai tiga Malioboro terdapat kios-kios kecil namun tidak dipergunakan jadi lantai tiga Teras Malioboro 1 kosong. Di samping Teras Malioboro satu terdapat juga kios-kios kecil yang berjualan aneka makanan dan minuman.

Suasana Teras Malioboro 1 sampai dengan saat ini tidak terlalu banyak pengunjung.

Teras Malioboro 2

Teras Malioboro 2 berada di lahan kosong yang merupakan bekas kompleks kantor dinas pariwisata utara Malioboro, tepatnya di sebelah utara Kantor DPRD DIY.

Tak jauh berbeda dengan Teras Malioboro 1, Teras Malioboro 2 juga para pedagang kaki limanya berjualan berbagai aneka jenis baju seperti baju kaos, baju santai, celana, tas, dan lain sebagainya.

Di Teras Malioboro 2 juga terdapat beberapa kios-kios kecil yang menyediakan aneka makanan.

Para pedagang kaki lima yang telah menempati Teras Malioboro yogja terlihat sangat nyaman saat berpindah ke lokasi dagang ini, meskipun omset yang didapatkan tidak sebesar dan sebanyak saat berjualan di Jalan Malioboro.

Analisis Kebijakan

Terkait Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya bahwa Kawasan Malioboro telah diarahkan menjadi kawasan pedestrian yang ramah bagi pejalan kaki. Hal ini telah diatur oleh Pemerintah Kota Yogyakarta, dalam Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 2 Tahun 2010 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Yogyakarta Tahun 2010-2029. Pasal 80 : 1. Penyediaan jalur pejalan kaki mengakomodir kepentingan bagi kaum difabel. 2. Jalan Mangkubumi, Jalan Malioboro, Jalan Ahmad Yani diarahkan untuk area khusus pejalan kaki (pedestrian). 3. Penghuni di area khusus pejalan kaki sebagaimana dimaksud ayat (2) diberikan kemudahan akses untuk melakukan aktivitas pengangkutan barang yang diatur lebih lanjut dalam Peraturan Walikota. 4. Kendaraan tidak bermotor difasilitasi dengan jalur kendaraan tidak bermotor. 5. Jenis kendaraan tidak bermotor dan jalur kendaraan tidak bermotor sebagaimana dimaksud pada ayat (4) diatur lebih lanjut dalam Peraturan Walikota. Selain itu, beberapa program atau kegiatan telah dupayakan oleh Pemerintah Kota Yogyakarta dalam upaya pedestrianisasi Kawasan Malioboro, seperti : 1. Kawasan Malioboro bagian selatan telah diterapkan car free day setiap hari minggu pukul 06.00-09.00 2. Telah dilakukan penandatanganan nota kesepakatan mengenai penataan Kawasan Malioboro oleh empat pemangku kepentingan yakni Pemda DIY diwakili Gubernur DIY Sri Sultan Hamengku Buwono X, Pemkot Yogyakarta, PT KAI serta Keraton Kasultananan Yogyakarta pada 10 Januari 2014 3. Pada hari besar seperti tahun baru dan saat sedang ada festival kebudayaan, Kawasan Malioboro tertutup untuk kendaraan bermotor. Lalu lintas di jalan tersebut dialihkan ke sisi Jalan Malioboro dan parkir dialihkan ke kantong parkir di sekitar Kawasan Malioboro. 4. Bus pariwisata tidak diperbolehkan memasuki Kawasan Malioboro. Bus hanya diperbolehkan parkir dan menurunkan penumpang di lokasi-lokasi yang telah ditetapkan, yaitu Taman Parkir Abu Bakar Ali, Taman Parkir Ngabean, Taman Parkir Senopati serta di komplek Pasar Seni dan Kerajinan Yogyakarta XT-Square. 5.

Penataan ulang PKL dengan pengajuan izin baru yang diajukan oleh pedagang Faktor-faktor yang menyebabkan terhambatnya Kawasan Malioboro menjadi kawasan pedestrian antara lain adalah : a. Belum adanya keputusan final dari pemerintah kota mengenai kajian yang telah dilakukan menyangkut penataan Kawasan Malioboro b. Belum adanya sosialisasi dari pemerintah kota kepada masyarakat Malioboro mengenai rencana pedestrian di Kawasan Malioboro c. Parkir kendaraan bermotor yang mengambil jalur pedestrian pengunjung, dan volume lalu lintas yang meningkat di Jalan Malioboro d. Minimnya fasilitas pendukung untuk kawasan pedestrian Kawasan Malioboro merupakan landmark Kota Yogyakarta dan sekaligus tujuan utama wisatawan yang datang ke Kota Yogyakarta. Berdasarkan hasil kuisioner, para pengunjung menyebutkan bahwa Kawasan Malioboro merupakan lokasi yang wajib dikunjungi bila datang ke Yogyakarta. Untuk itu diperlukan strategi untuk menjadikan Kawasan Malioboro sebagai kawasan pedestrian. Hal ini dimaksudkan agar Kawasan Malioboro menjadi lebih teratur dan ramah bagi para wisatawan.(Budiarti, Mahadi, 2012)

Penataan Pasar Brigharjo.

Pasar Beringharjo menjadi sebuah bagian dari Malioboro yang sayang untuk dilewatkan. Bagaimana tidak, pasar ini telah menjadi pusat kegiatan ekonomi selama ratusan tahun dan keberadaannya mempunyai makna filosofis. Pasar yang telah berkali-kali dipugar ini melambangkan satu tahapan kehidupan manusia yang masih berkuat dengan pemenuhan kebutuhan ekonominya. Selain itu, Beringharjo juga merupakan salah satu pilar 'Catur Tunggal' (terdiri dari Kraton, Alun-Alun Utara, Kraton, dan Pasar Beringharjo) yang melambangkan fungsi ekonomi. (Rusqiyanti, Eka Alfa. 2014)

Wilayah Pasar Beringharjo mulanya merupakan hutan beringin. Tak lama setelah berdirinya Kraton Ngayogyakarta Hadiningrat, tepatnya tahun 1758, wilayah pasar ini dijadikan tempat transaksi ekonomi oleh warga Yogyakarta dan sekitarnya. Ratusan tahun kemudian, pada tahun 1925, barulah tempat transaksi ekonomi ini

memiliki sebuah bangunan permanen. Nama 'Beringharjo' sendiri diberikan oleh Hamengku Buwono IX, artinya wilayah yang semula pohon beringin (bering) diharapkan dapat memberikan kesejahteraan (harjo). Kini, para wisatawan memaknai pasar ini sebagai tempat belanja yang menyenangkan.

Bagian depan dan belakang bangunan pasar sebelah barat merupakan tempat yang tepat untuk memanjakan lidah dengan jajanan pasar. Di sebelah utara bagian depan, dapat dijumpai *brem bulat* dengan tekstur lebih lembut dari *brem Madiun* dan *krasikan* (semacam *dodol* dari tepung beras, gula jawa, dan hancuran wijen). Di sebelah selatan, dapat ditemui *bakpia* isi kacang hijau yang biasa dijual masih hangat dan kue basah seperti *hung kwe* dan *nagasari*. Sementara bagian belakang umumnya menjual panganan yang tahan lama seperti *ting-ting* yang terbuat dari karamel yang dicampur kacang.

Bila hendak membeli batik, Beringharjo adalah tempat terbaik karena koleksi batiknya lengkap. Mulai batik kain maupun sudah jadi pakaian, bahan katun hingga sutra, dan harga puluhan ribu sampai hampir sejuta tersedia di pasar ini. Koleksi batik kain dijumpai di los pasar bagian barat sebelah utara. Sementara koleksi pakaian batik dijumpai hampir di seluruh pasar bagian barat. Selain pakaian batik, los pasar bagian barat juga menawarkan baju *surjan*, *blangkon*, dan *sarung tenun* maupun batik. Sandal dan tas yang dijual dengan harga miring dapat dijumpai di sekitar eskalator pasar bagian barat.

Berjalan ke lantai dua pasar bagian timur, jangan heran bila mencium aroma *jejamuan*. Tempat itu merupakan pusat penjualan bahan dasar *jamu Jawa* dan *rempah-rempah*. Bahan jamu yang dijual misalnya *kunyit* yang biasa dipakai untuk membuat *kunyit asam* dan *temulawak* yang dipakai untuk membuat *jamu terkenal* sangat pahit. Rempah-rempah yang ditawarkan adalah *jahe* (biasa diolah menjadi minuman *ronde* ataupun hanya dibakar, direbus dan dicampur gula batu) dan *kayu* (dipakai untuk memperkaya citarasa minuman seperti *wedang jahe*, *kopi*, *teh* dan kadang digunakan sebagai pengganti bubuk *coklat* pada *cappuccino*).

Pasar ini juga tempat yang tepat untuk berburu barang antik. Sentra penjualan barang antik terdapat di lantai 3 pasar bagian timur. Di tempat itu, anda bisa mendapati mesin ketik tua, helm buatan tahun 60-an yang bagian depannya memiliki mika sebatas hidung dan sebagainya. Di lantai itu pula, anda dapat memburu barang bekas berkualitas bila mau. Berbagai macam barang bekas impor seperti sepatu, tas, bahkan pakaian dijual dengan harga yang jauh lebih murah daripada harga aslinya dengan kualitas yang masih baik. Tentu butuh kejelian dalam memilih.

Puas berkeliling di bagian dalam pasar, tiba saatnya untuk menjelajahi daerah sekitar pasar dengan tawarannya yang tak kalah menarik. Kawasan Lor Pasar yang dahulu dikenal dengan Kampung Pecinan adalah wilayah yang paling terkenal. Anda bisa mencari kaset-kaset oldies dari musisi tahun 50-an yang jarang ditemui di tempat lain. Selain itu, terdapat juga kerajinan logam berupa patung Budha dalam berbagai posisi. Bagi pengoleksi uang lama, tempat ini juga menjual uang lama dari berbagai negara, bahkan yang digunakan tahun 30-an.

Jika haus, meminum es cendol khas Yogyakarta adalah pilihan jitu. Es cendol Yogyakarta memiliki citarasa yang lebih kaya dari es cendol Banjarnegara dan Bandung. Isinya tidak hanya cendol, tetapi juga cam cau (semacam agar-agar yang terbuat dari daun cam cau) dan cendol putih yang terbuat dari tepung beras. Minuman lain yang tersedia adalah es kelapa muda dengan sirup gula jawa dan jamu seperti kunyit asam dan beras kencur.

Meski pasar resmi tutup pukul 17.00 WIB, tetapi dinamika pedagang tidak berhenti pada jam itu. Bagian depan pasar masih menawarkan berbagai macam panganan khas. Martabak dengan berbagai isinya, terang bulan yang legit bercampur coklat dan kacang, serta klepon isi gula jawa yang lezat bisa dibeli setiap sorenya. Sekitar pukul 18.00 WIB hingga lewat tengah malam, biasanya terdapat penjual gudeg di depan pasar yang juga menawarkan kikil dan varian oseng-oseng. Sambil makan, anda bisa mendengarkan musik tradisional Jawa yang diputar atau bercakap dengan penjual yang biasanya menyapa dengan akrab. Lengkap sudah.

Pasar Tradisional Beringharjo yang lokasinya memang berada di antara Jalan Malioboro dan Kraton Yogyakarta membuat setiap orang mudah untuk mengakses dan menuju ke lokasi tersebut.

Bersejarah dan Filosofis

Tentu bukan Yogya namanya jika bangunan dan lokasi ini tidak memiliki makna filosofis. Menurut buku yang dibuat oleh Dinas Kebudayaan DIY, Pasar Beringharjo memiliki makna tersendiri. Yakni sebagai symbol dalam perjalanan tujuan akhir hidup manusia (paraning dumadi) yaitu sebagai symbol godaan duniawi seperti kekayaan, harta dan wanita. “Manusia harus mampu mengalahkan godaan duniawi, agar layak memasuki kehidupan yang abadi”, juga disebutkan bahwa pembangunan Pasar Beringharjo merupakan salah satu bagian rancang bangun pola tata kota Kesultanan Yogyakarta yang disebut “Catur Tunggal” yang mencakup empat hal.

Secara simbolis Sumbu Filosofi Yogyakarta melambangkan keselarasan dan keseimbangan hubungan manusia dengan Tuhannya (Habun min Allah), manusia dengan manusia (Hablun min Annas), serta manusia dengan alam termasuk lima unsur pembentuknya yaitu api (dahana) dari Gunung Merapi, tanah (bantala) dari bumi Ngayogyakarta, air (tirta) dari Laut Selatan, angin (maruta) dan angkasa (ether). (Jurnal Balai Pelestarian Cagar Budaya Prop Yogyakarta, 2019)

Pasar Beringharjo

Yakni Kraton sebagai pusat pemerintahan, alun-alun sebagai ruang publik, masjid sebagai tempat ibadah dan pasar sebagai pusat transaksi ekonomi. Mulanya Pasar Beringharjo ini hanyalah kawasan hutan beringin, namun sering digunakan sebagai lokasi transaksi ekonomi, lantas pembangunan Pasar Beringharjo sendiri dimulai setelah ratusan tahun pasca Kraton Yogyakarta berdiri yakni 1952. Pihak Kraton memerintahkan perusahaan beton asal Belanda untuk membuat los-los yang bias digunakan oleh Pedagang di kawasan tersebut.

Jalan Malioboro

Oleh karenanya pada masa Sultan Hamengku Buwana VIII memberi nama Pasar Beringharjo dengan makna wilayah yang semula hutan beringin (bering) diharapkan bias memberikan kesejahteraan (harjo). Dan akhirnya hingga saat ini Pasar Beringharjo menjadi pusat transaksi ekonomi sekaligus pusat destinasi wisata belanja pasar tradisional di DIY.

4. Kesimpulan

Rekomendasi dijabarkan dalam strategi yang dapat meminimalkan faktor-faktor pedestrianisasi Kawasan Malioboro dan mendukung Kawasan Malioboro menjadi kawasan pedestrian. 1. a) Strategi Prioritas : Mengoptimalkan lahan-lahan parkir yang ada di sekitar Kawasan Malioboro. b) Program Kegiatan : (1) Membangun gedung parkir di beberapa TKP Kawasan Malioboro, (2) Membagi area Tempat Khusus Parkir (TKP) sesuai dengan jenis dan kapasitas kendaraan, (3) Menyediakan sarana untuk menuju Kawasan Malioboro. berencana untuk menambah ornamen ikonik di depan Pasar Beringharjo untuk menambah daya tarik pasar tersebut. Peralnya, selama ini area depan pasar itu kerap dijadikan pengujung untuk berfoto mengabadikan momen saat di Malioboro. Strategi Prioritas : Menata dan menertibkan PKL di Kawasan Malioboro. b) Program Kegiatan : (1) Penataan Pedagang dan PKL, (2) Penertiban PKL. a) Strategi Prioritas : Meningkatkan kondisi fasilitas pendukung di Kawasan Malioboro. b) Program Kegiatan : Pembangunan fasilitas pendukung

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarti, Mahadi, 2012, *Strategi penataan kawasan Malioboro menjadi kawasan pedestrian*,
[https://www.media.neliti.com/media/publications/Strategi penataan kawasan Malioboro menjadi kawasan pedestrian.pdf](https://www.media.neliti.com/media/publications/Strategi_penataan_kawasan_Malioboro_menjadi_kawasan_pedestrian.pdf). diakses tanggal 7 November 2022 pukul 21.17WIB.
- Jurnal Balai Pelestarian Cagar Budaya Prop Yogyakarta, 2019, Sumbu filosofi Jogjakarta,
[https://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bpcbyogyakarta/sumbu -filosofi-yogyakarta](https://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bpcbyogyakarta/sumbu-filosofi-yogyakarta).

tanggal 7 November 2022 pukul 23.22WIB

Rusqiyanti, Eka Alfa. 2014. Volume kendaraan di Malioboro Dekati Titik Jenuh.

<http://www.antaraneews.com/berita/412070/volume-kendaraan-di-malioboro-dekatititik-jenuh>. tanggal 7 November 2022 pukul 23.57WIB

Pengembangan Lahan Kecil Untuk *Mixed Use Building* di Pejaten, Jakarta

Medina Suci Handayani

Program Studi Teknik Arsitektur, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta

Medina.suci.handayani@gmail.com

Abstrak

Pejaten merupakan daerah kelurahan di Jakarta Selatan, yang hingga kini masih berupa perkampungan. Di dalam perkampungan itu terdapat komplek perumahan, pasar tradisional dan sebagian pertokoan modern. Sehingga pada masa sekarang sangat banyak terdapat area di Pejaten yang di peruntukkan untuk hunian dan komersil. Daerah padat penduduk ini sangat potensial sekali jika dijadikan area komersial seperti Hunian cluster, apartemen, hotel, mall dan lain sebagainya, terbukti dengan adanya riset pasar yang membuktikan adanya hotel dan cluster perumahan di radius jarak dekat. Dengan adanya riset pasar tersebut maka tak heran pula jika daerah ini pantas dibuat bangunan *Mixed Use* yang dapat menampung kegiatan masyarakat yang menetap di daerah tersebut. Untuk nama Pejaten sendiri berasal dari jaman dahulu yang merupakan perkebunan Jati maka oleh di orang di zaman dahulu disebut Pejaten, Adapun kisah sejarah yang akan diungkap secara lebih lengkap di Bab pendahuluan. Nama Pejaten juga sering dihubung-hubungkan dengan nama Desa Pejaten di Jawa Timur. Sehingga ada dugaan dulunya orang-orang dari sana yang berhubungan dengan suatu kerjaan juga pernah singgah dan menguasai wilayah tersebut. Berkumpulnya mereka, memungkinkan tempat atau kawasan itu disebut Pejaten.

Kata kunci : Pejaten, Lahan Komersil, Cluster Perumahan, Apartemen, *Mixed Use*

1. PENDAHULUAN

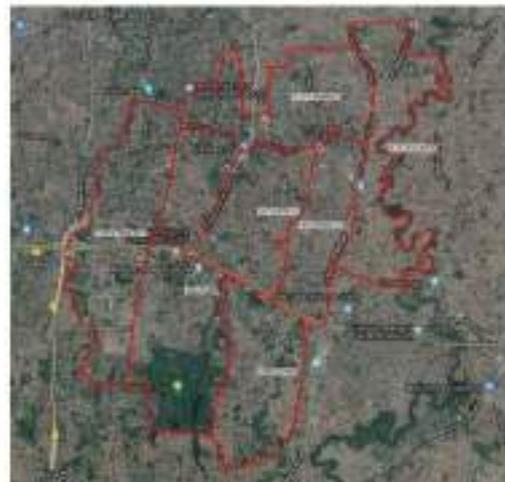
Pejaten menurut Zaenuddin HM, dalam bukunya berjudul 212 Asal-Usul Djakarta Tempo Doeloe, diterbitkan Ufuk Press pada Oktober 2012, tidak bisa dipisahkan dari sejarah awal terbentuknya kota Batavia. Karena konon, beberapa balatentara kerajaan Mataram sempat singgah dan menetap lama di kawasan tersebut. Atau pernah jadi bagian dari kehidupan para raja di masa silam. Terbukti, di daerah itu tempat ditemukannya benda-benda arkeologi yang menunjuk pada masa neolitik dan perunggu besi, sebagai perkiraan tentang masa penghunian tertua di kawasan Jakarta. Selanjutnya daerah tersebut digunakan sebagai tempat dilakukannya berbagai penggalian dan penelitian atas benda-benda bersejarah. (HM, 2012)

Lokasi tapak yang akan dibahas lebih lanjut ialah berada di area Jakarta Selatan tepatnya di kelurahan Pejaten Timur, Kecamatan Pasar Minggu. Meski secara administrasi berada di Jakarta Selatan namun perkembangan ekonomi dan gaya hidup masyarakatnya mengarah ke arah Kemang – Jakarta selatan, karena

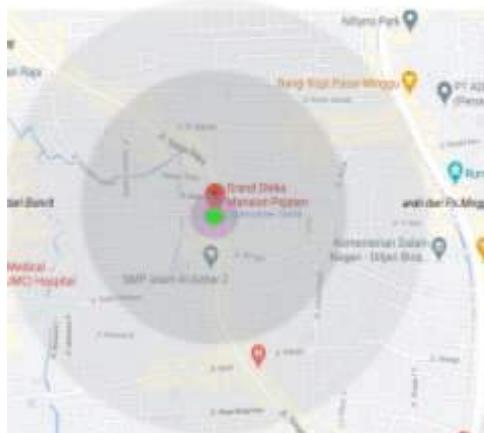
jaraknya yang berdekatan dan juga kawasan ini merupakan kawasan padat penduduk yang mayoritas penggunaan lahannya masih berupa Hunian (Statistika, B.P, 2019).

Peta Wilayah KECAMATAN PASAR MINGGU

Map Of PASAR MINGGU SUBDISTRICT



Gambar 1 : Wilayah Kecamatan Ps.Minggu
Sumber : Bps Jakarta Satu Portal . *Peta Sebaran Penduduk Jakarta Selatan*



Lokasi

Gambar 2 : Gambar Titik Koordinat Target
Sumber : Bps Jakarta Satu Portal . *Peta Sebaran Penduduk Jakarta Selatan*

2. METODOLOGI

Overview Kawasan Pejaten :
Tapak berada tepat di Jl Siaga Raya yang berada di Kawasan Kecamatan Pasar Minggu. (Satu, J. 2020)

- Dari segi demografi, Kawasan ini memiliki penduduk lebih kurang ialah 12.000 Jiwa.
- Secara Administratif, Kantor Kelurahan Pejaten Barat berada tidak jauh dari lokasi tapak yang akan diteliti lebih lanjut.
- Kawasan pejaten dikenal sebagai daerah elit di Jakarta Selatan yang juga terkenal akan rumah – rumah artis Ibukota dan juga studio musik dan daerah nya yang begitu dengan Kemang, maka tak menutup kemungkinan jika para Ekspatriat Yang mencari properti di daerah ini.
- Industri properti sangat menjamur di daerah ini.

Tapak berada tepat ditengah komplek pemukiman padat penduduk dan juga berkembang sebagai kawasan Pendidikan, Hunian kelas menengah atas serta Area komersial

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan Sampel didapat melalui survey langsung ke lokasi ataupun diambil dari berbagai sumber seperti :

- <https://jakselkota.bps.go.id/publication>

b. <https://jakartasatu.jakarta.go.id/portal/apps/sites/petapdf>

metodologi kita antara lain :

- Survey (Pengamatan dan tinjauan lokasi)
- Feasibility Study
- Riset Pasar

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tapak diatas, meliputi aksesibilitas lokasi, regulasi yang berlaku dan perkembangan lingkungan sekitar maka dapat disimpulkan bahwa lahan dapat dimungkinkan dikembangkan rencana pengembangan properti komersial Landed House – Apartment House (Apart House) berikut dengan fasilitas penunjangnya.

Bangunan properti yang mungkin untuk dikembangkan adalah landed house dalam bentuk Apart-House atau Apartment House yang dibagi menjadi beberapa type.

Tinjauan terhadap pengembangan tapak terdapat aspek yang menjadi issue negative dalam pengembangan properti dan bangunan komersial lainnya diatas tapak yaitu :

- Lahan yang dikembangkan memiliki luas terbatas, perlu desain Apart-house yang optimal dan juga perlu memikirkan lahan untuk parkir.
- Lahan kosong yang akan dikembangkan memiliki bentuk yang kurang ideal atau terlalu menjorok ke dalam sehingga perlu diupayakan desain yang maksimal antara sirkulasi, terintegrasi dengan bangunan di sekitarnya.
- Perlunya penyesuaian antara desain Apart-house yang modern dengan bangunan sekitar yang mayoritas bangunan lama sehingga hal tersebut dapat membantu mendukung keberhasilan penataan kawasan.

DAFTAR PUSTAKA

- HM, Z. (2012). *Djakarta Tempo Doeloe*. Jakarta : Ufuk Press.
- Satu, J. (2020). Jakarta Satu Portal . *Peta Sebaran Penduduk Jakarta Selatan* .
- Statistika, B. P. (2019). Jakarta Selatan Kota . Jakarta SELATAN : BPS .

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PEMESANAN TIKET BUS SECARA ONLINE PO. GARUDA MAS PULOGADUNG BERBASIS WEB

Surya Darma

*Program Studi Teknik Informatika ,FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
suryadarma@itbu.ac.id*

Abstrak

PO. Bus Garuda Mas adalah sebuah perusahaan jasa yang bergerak dalam bidang transportasi darat yang menyediakan berbagai macam Bus dengan kualitas terbaik untuk memenuhi kebutuhan transportasi umum. PO. Garuda saat ini masih menggunakan sistem pemesanan tiket manual dan belum terkomputerisasi, oleh karena penelitian ini bertujuan untuk memberi kemudahan bagi penumpang dalam memesan tiket dan juga mempermudah admin dalam mengecek data-data penumpang yang telah memesan tiket. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi pustaka dan perancangan website ini menggunakan Bahasa pemrograman PHP, sistem database menggunakan MySQL, dan metode analisis UML. Penelitian ini telah menghasilkan sistem pemesanan tiket berbasis web yang dapat diakses oleh penumpang dan admin.

Kata kunci : PO. Garuda Mas, PHP, MySQL, UML

1. PENDAHULUAN

Di tahun 2022 ini, perkembangan teknologi sangat pesat dan akan terus semakin berkembang dari hari kehari, terutama teknologi informasi yang merupakan hal yang sangat penting dan utama dalam membantu proses bisnis, ditambah lagi dengan masuknya pasar bebas yang akan membuat persaingan dalam proses bisnis akan semakin keras dan ketat. Karena itu pemakaian teknologi informasi dalam berbagai aspek kehidupan telah berevolusi dan banyak mengalami perkembangan. Kebutuhan akan informasi yang cepat, tepat waktu dan akurat merupakan hal yang sangat penting dengan cara melakukan perubahan dalam penggunaan teknologi informasi untuk menunjang kinerja perusahaan. Perubahan ini dilakukan pada cara pengolahan data dari sistem manual diubah ke aplikasi komputer demi tercapainya efektifitas dan efisiensi dalam proses bisnis dalam sebuah sistem. Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan komponen dan elemennya sehingga cakupannya lebih luas. (Santi hartami indah, 2020).

Sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di dunia jasa transportasi antar provinsi

PO. Garuda Mas dituntut untuk selalu memenuhi kebutuhan konsumen khususnya dalam pelayanan pemesanan tiket yang dilakukan secara manual ini merupakan salah satu yang dikeluhkan oleh para konsumen karena melakukan antrian yang senantiasa menguras banyak waktu, serta pengolahan data yang masih sangat manual yang membuat sistem berjalan lambat dan hasilnya memungkinkan tidak tepat dan akurat.

Dengan pertimbangan di atas maka penulis akan mengkaji masalah tersebut dengan maksud dan harapan dapat memberikan masukan kepada pihak Agen Bus PO. Garuda Mas Dalam pembahasan ini

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif. Menggunakan deskriptif-kualitatif dikarenakan dalam penelitian ini berusaha untuk mengungkapkan keadaan sebagaimana adanya. Hasil penelitian ini ditekankan pada pemberian gambaran secara obyektif tentang keadaan yang sebenarnya dari obyek yang diteliti. Menggunakan deskriptif-kualitatif juga karena data yang penulis kumpulkan adalah data

dalam bentuk kata-kata, kalimat, maupun pencatatan dokumen.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Berikut ini adalah tahap-tahap metode pengumpulan data :

1. Observasi

Merupakan metode yang dilakukan penulis dengan cara mendatangi langsung tempat riset yang ingin diteliti oleh penulis. Penulis melakukan pengamatan langsung ke PO. Garuda Mas JL Raya Bekasi Km 20, kav 11a, RT.1/RW.4, Pegangsaan Dua, Kec. Klp. Gading, Kota Jkt Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14250.



Gambar 1. Lokasi PO. GarudaMas
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

2. Wawancara

Wawancara (interview), yaitu pengumpulan data berdasarkan tatap muka dan tanya jawab dengan salah satu petugas admin PO. Garuda Mas dan beberapa penumpang untuk memperoleh informasi yang akurat sehingga diharapkan dapat menjadi bahan masukan maupun pertimbangan dalam proses penelitian

3. Studi Pustaka

Pada metode ini peneliti akan mencari data yang bersumber dari buku-buku, jurnal, internet, atau pustaka lain yang dibutuhkan sebagai referensi penulis dalam melakukan penelitian.

4. Waktu Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian yang meliputi pengumpulan data, perancangan aplikasi, implementasi aplikasi, dan dokumentasi yang dilaksanakan mulai bulan April 2022 sampai Juli 2022

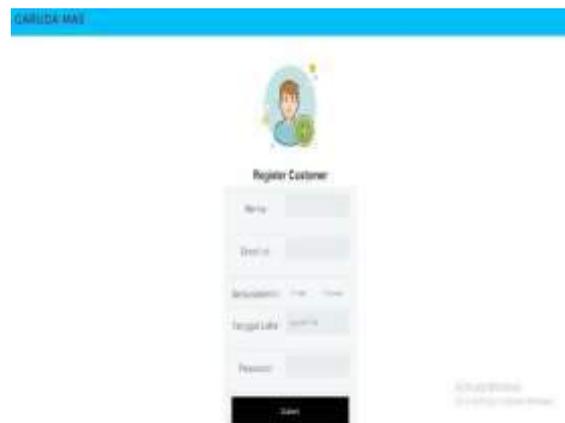
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Halaman Menu Utama Login



Gambar 2. Halaman Menu Utama Login
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.2 Halaman Register Customer



Gambar 3. Halaman Register Customer
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.3 Halaman Customer Login



Gambar 4. Halaman Customer Login
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.4 Halaman Home



Gambar 5. Halaman Home
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.5 Halaman Sejarah Garuda Mas



Gambar 6. Halaman Sejarah Garuda Mas
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.6 Halaman Booking Tiket



Gambar 7. Halaman Booking Tiket
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.7 Halaman Jam dan Harga Rincian Tiket



Gambar 8. Halaman Jam Dan Harga Rincian Tiket
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.8 Halaman Form Pemesanan Customer



Gambar 9. Halaman Form Pemesanan Customer
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.9 Halaman Ringkasan Pemesanan



Gambar 10. Halaman Ringkasan Pemesanan
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.10 Halaman Pemesanan Customer



Gambar 11. Halaman Pemesanan Customer

Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.13 Halaman Profil Customer



Gambar 14. Halaman Profil Customer

Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.11 Halaman Daftar Pemesanan Customer



Gambar 12. Halaman Daftar Pemesanan Customer

Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.14 Halaman Admin Login



Gambar 15. Halaman Admin Login

Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.12 Halaman Detail Tiket



Gambar 13. Halaman Detail Tiket

Sumber : Penelitian Mandiri 2022

3.15 Halaman Dashboard Admin



Gambar 16. Halaman Dashboard Admin

Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman Data Customer Booking

No	Nama	No. Bus	No. Booking	Tanggal	Status	Aksi
0001	Detail
0002	Detail
0003	Detail

Gambar 16. Halaman Data Customer

Booki

ng Sumber : Penelitian Mandiri 2022

4. KESIMPULAN

1. Dengan adanya sistem pemesanan tiket ini, penumpang dapat menghemat waktu dan biaya karena untuk memesan tiket tidak perlu datang langsung ke agen bus PO. Garuda Mas.
2. Telah berhasil dibuat sistem pemesanan tiket bus PO. Garuda Mas sehingga pemesanan tiket menjadi lebih efektif dan efisien. Pengguna dari sistem pemesanan tiket bus PO. Garuda Mas ini terdiri dari admin dan customer.
3. Sistem pemesanan tiket bus PO. Garuda Mas memudahkan penumpang dalam memesan tiket.
4. Sistem pemesanan tiket bus PO. Garuda Mas memudahkan admin dalam mengecek data-data penumpang yang telah memesan tiket.

DAFTAR PUSTAKA

Indah Hartami Santi, *Analisa Perancangan Sistem*. Pekalongan. PT. Nasya Expanding Management. 2020.

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENGGUNAAN RUANG LAB KOMPUTER BERBASIS WEBSITE DI KEJURUAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI BALAI BESAR PELATIHAN VOKASI DAN PRODUKTIVITAS BEKASI

Sigit Wibisono

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
sigitwibisono@itbu.ac.id*

Abstrak

Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Bekasi merupakan salah satu dari beberapa balai pelatihan milik Kementerian Ketenagakerjaan yang memiliki fungsi sebagai penyelenggara peningkatan dan pelatihan tenaga kerja. Di BBPVP Bekasi memiliki program pelatihan untuk berbagai jurusan, salah satunya jurusan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Di jurusan TIK terdapat 5 (lima) program pelatihan yang rutin diselenggarakan, yaitu : Mobile Programming, IT Software For Business Solution, Motion Graphic Artist, Graphic Design dan Network Profesional, serta pelatihan Dikdas Instruktur, Upgrading Instruktur dan program kerjasama perusahaan. Ketersediaan ruangan lab menjadi faktor dalam menentukan waktu pelaksanaan pelatihan, sistem yang berjalan saat ini dalam mencatat dan menentukan penggunaan ruangan masih menggunakan cara manual yaitu ditulis pada papan whiteboard dengan menuliskan nomor ruang Lab komputer, program pelatihan yang menggunakan ruangan, tanggal penggunaan dan keterangan kondisi ruangan. Sistem ini sudah berjalan dengan baik namun masih memiliki kelemahan, apabila jumlah program pelatihan dalam 1 (satu) tahun yang akan berjalan berjumlah banyak dan waktu pelaksanaan pelatihan yang berbeda-beda pada setiap programnya membuat admin kesulitan dalam menentukan ruangan dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendata penggunaan ruangan. Tujuan dari penulisan ini adalah menghasilkan perancangan sistem informasi yang dapat membantu kinerja admin untuk mengelola penggunaan ruang lab komputer di jurusan TIK BBPVP Bekasi.

Kata kunci : Sistem, Informasi, Penggunaan Ruangan Lab, Ruangan Lab, Website.

1. PENDAHULUAN

Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Bekasi merupakan salah satu dari beberapa balai pelatihan milik Kementerian Ketenagakerjaan yang memiliki fungsi sebagai penyelenggara peningkatan dan pelatihan tenaga kerja. Di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Bekasi memiliki program pelatihan untuk berbagai jurusan, salah satunya jurusan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Di jurusan TIK terdapat 5 (lima) program pelatihan yang rutin diselenggarakan, yaitu : Mobile Programming, IT Software For Business Solution, Motion Graphic Artist, Graphic Design dan Network Profesional, ada juga program pelatihan Dikdas Instruktur,

Upgrading Instruktur dan program kerjasama perusahaan.

Salah satu faktor dalam menentukan waktu pelaksanaan pelatihan adalah dari ketersediaan lab komputer. Selama ini data tentang ketersediaan dan penggunaan lab komputer masih diatur secara manual yaitu ditulis pada papan whiteboard dengan menuliskan nomor ruang lab komputer, program pelatihan yang menggunakan ruangan, tanggal penggunaan dan keterangan kondisi ruangan. Sistem ini sudah berjalan dengan baik namun masih memiliki kelemahan, yaitu apabila jumlah program pelatihan dalam 1 (satu) tahun yang akan berjalan berjumlah banyak dan waktu pelaksanaan pelatihan yang berbeda-beda pada setiap programnya membuat admin kesulitan dalam menentukan ruangan dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk

mendata penggunaan ruangan. Kesalahan lain memungkinkan terjadi penumpukan tanggal penggunaan di ruang yang sama, bahkan ada data ruangan yang terlewat.

Selain itu sistem yang berjalan saat ini informasi tentang riwayat penggunaan ruangan tidak tercatat karena segala informasi penggunaan lab hanya yang tertulis di whiteboard saja sehingga tidak ada informasi berapa kali ruangan lab komputer telah terpakai dan siapa saja yang sudah menggunakan ruangan lab komputer. Dengan sistem ini informasi penggunaan ruang Lab komputer tidak dapat diakses kapan saja dan dimana saja ketikadibutuhkan. Dengan permasalahan yang timbul tersebut, diperlukan suatu solusi sistem informasi untuk mengatasi permasalahan dari sistem yang sudah berjalan. Yaitu sistem yang memudahkan admin dalam mendapat data ketersediaan lab komputer yang akan digunakan sehingga permasalahan dalam menentukan penggunaan lab komputer dapat dihindari, serta dapat mengetahui tentang riwayat pemakaian lab komputer.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah R&D/Research and Development. Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya Research and Development adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. (Sugiyono, 2019)

Pengertian pengembangan menurut Amile and Reesnes, "Research and Development (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut." (Ali, Muhammad., & Asrori, Muhammad, 2014)

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah menggunakan Software Development Life Cycle (SDLC) dengan model Waterfall. Metode SDLC adalah proses mengembangkan atau mengubah suatu sistem perangkat lunak dengan menggunakan model-model dan metodologi yang digunakan orang untuk mengembangkan sistem-sistem perangkat lunak sebelumnya. Sistem yang dibangun

menggunakan SDLC akan mempermudah dalam mengidentifikasi masalah dan merancang sistem sesuai kebutuhan.

Model pengembangan sistem SDLC yang sering digunakan adalah model Waterfall. Model Waterfall atau sering juga disebut model sekuensi linier (sequential linear) merupakan suatu metode yang dalam pengembangan perangkat lunak dilakukan secara berurutan atau terurut dimulai dari analisis kebutuhan, desain, pengodean, pengujian dan tahap pendukung (support). Jadwal pelaksanaan penelitian yang meliputi pengumpulan data, perancangan aplikasi, imlementasi aplikasi, dan dokumentasi yang dilaksanakan mulai bulan April 2022s ampai Juli 2022.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari rancangan tampilan aplikasi yang telah dibuat sebelumnya, kemudian selanjutnya diimplementasikan ke dalam sistem menggunakan bahasa pemrograman. Berikut merupakan tampilan interface dari sistem informasi penggunaan ruangan lab komputer di kejuruan TIK berbasis website.

3.1 Tampilan Tampilan Halaman User Pegawai



Gambar 1. Tampilan halaman user pegawai
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman user pegawai adalah halaman depan atau halaman beranda ketika pengguna mengunjungi website pertama kali.pada halaman ini berisikan tabel jadwal program pelatihan yang menggunakan ruangan lab di kejuruan TIK BBPVP Bekasi. Yang ditampilkan adalah program yang sedang berjalan dan

program yang belum berjalan. Untuk program yang sudah selesai tidak ditampilkan lagi di halaman depan ini. Di halaman depan ini terdapat tombol login untuk user admin masuk ke dalam sistem aplikasi.

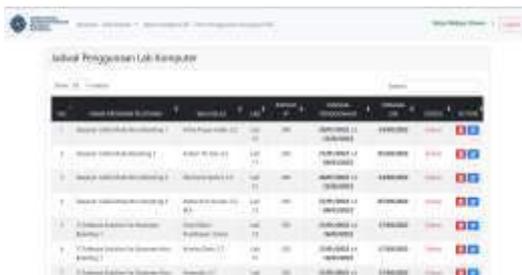
3.2 Tampilan Halaman Login



Gambar 2. Tampilan halaman register
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman register adalah halaman yang memiliki fungsi untuk melakukan pendaftaran user admin. Halaman ini berisi form nama lengkap, email, password dan konfirmasi password. Halaman ini tidak ditampilkan di halaman utama atau halaman depan bertujuan agar tidak mudah di kunjungi pengguna lain.

3.3 Halaman Customer Login



Gambar 3. Tampilan halaman utama user admin
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman pengguna admin merupakan halaman menu utama setelah admin melakukan login. Di halaman ini admin dapat melakukan edit data penggunaan lab komputer, merubah status program pelatihan “belum berjalan”, “berjalan” dan “selesai” serta melakukan penghapusan data penggunaan lab komputer. Di halaman ini memiliki tombol untuk mengunjungi menu halaman lainnya.

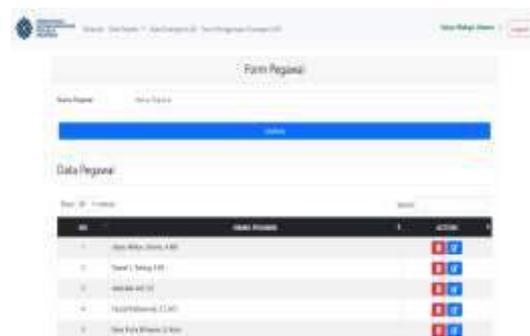
3.4 Tampilan Halaman Data Hari Libur



Gambar 4. Tampilan halaman data hari libur
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman data hari libur adalah halaman yang berisi form data hari libur dan data hari libur dalam waktu 1 (satu) tahun atau sesuai kebutuhan. Data hari libur ini bertujuan untuk menentukan hari selesai pelatihan secara otomatis. Halaman ini dapat dikunjungi dengan menekan menu data hari libur.

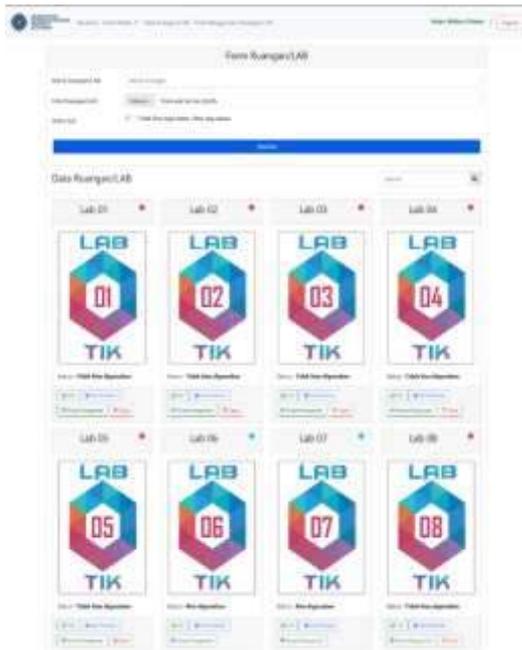
3.5 Tampilan Halaman Data Pegawai



Gambar 5. Tampilan halaman data pegawai
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman data pegawai adalah halaman yang berisi form data pegawai dan data pegawai yang bertujuan sebagai penanggung jawab penggunaan ruangan lab. Halaman ini dapat dikunjungi dengan menekan menu data pegawai.

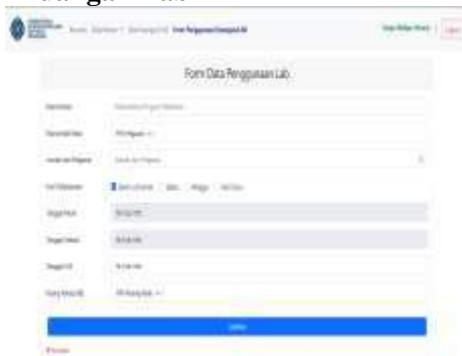
3.6 Tampilan Halaman Data Ruang Lab



Gambar 6. Tampilan halaman data ruangan lab
 Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman data ruangan lab adalah halaman yang berisi data ruangan lab dan form untuk input ruangan lab baru. Form nama ruangan/Lab untuk nama lab, foto ruangan/lab untuk unggah gambar ruangan lab dengan ukuran maksimal 2 MB dan format gambar .jpg, .jpeg, .png. Status lab berfungsi untuk menunjukkan ruangan lab dapat digunakan atau tidak. Pada data setiap ruangan lab terdapat sub menu riwayat penggunaan ruangan lab dan data peralatan. Ruangan lab yang sudah pernah terpakai, tidak dapat di hapus. Hapus ruangan lab hanya berlaku untuk lab yang belum pernah terpakai.

3.7 Tampilan Halaman Form Penggunaan Ruang Lab



Gambar 7. Tampilan halaman form penggunaan ruangan lab
 Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman form penggunaan ruangan lab

adalah halaman yang bertujuan untuk input program pelatihan. Input yang dibutuhkan adalah nama kelas, nama wali kelas, jumlah jam pelajaran, hari pelaksanaan, tanggal mulai, tanggal selesai, tanggal Uji Kompetensi (UJK), Ruang/ Lab.

3.8 Tampilan Halaman Riwayat Penggunaan Ruang Lab



Gambar 8. Tampilan halaman riwayat penggunaan ruangan lab
 Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Halaman riwayat penggunaan lab adalah sub menu dari data ruangan lab, halaman ini dikunjungi dengan cara menekan tombol riwayat penggunaan di masing-masing ruangan lab. Halaman ini menampilkan riwayat untuk satu ruangan lab, data riwayat ruangan lab dapat diunduh langsung dengan menekan tombol export ke excel, atau dapat diunduh berdasarkan kurun waktu tertentu dengan cara mengatur tanggal pada input tanggal mulai dan tanggal selesai kemudian tekan tombol tampilkan dan kemudian tombol export ke excel. File hasil unduhan adalah file format .xlsx. tombol reset untuk menampilkan ulang data seperti semula .

3.9 Tampilan Halaman Peralatan Ruang Lab



Gambar 9. Tampilan halaman peralatan ruangan lab
 Sumber : Penelitian Mandiri

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Dari penulisan Perancangan Sistem Informasi Penggunaan Ruang Lab Komputer Berbasis Website Di Kejuruan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Balai Besar Pelatihan Vokasi Dan Produktivitas Bekasi dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pembuatan Sistem Informasi Penggunaan Ruangan Lab komputer Berbasis Website di Kejuruan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Balai Besar Pelatihan Vokasi Dan Produktivitas Bekasi menggunakan framework PHP (Hypertext Preprocessor) Laravel sebagai Server Side Programming dan MySQL sebagai database server akan membantu dalam proses pendataan ruangan lab komputer menjadi lebih cepat dan mengurangi kesalahan.
2. Riwayat penggunaan ruangan lab komputer dapat selalu admin monitor secara efektif dan akurat menggunakan sistem informasi penggunaan ruangan lab komputer berbasis website.
3. Jadwal penggunaan ruangan lab menggunakan sistem informasi penggunaan ruangan lab komputer berbasis website dapat diakses kapanpun dan dimanapun dengan akses internet.

4.2 Saran

Sistem yang penulis rancang masih jauh dari kata sempurna, adapun saran yang dapat penulis berikan untuk kemajuan Sistem Informasi Penggunaan Ruang Lab komputer Berbasis Website di Kejuruan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Balai Besar Pelatihan Vokasi Dan Produktivitas Bekasi ialah sebagai berikut:

1. Sistem informasi penggunaan ruangan lab komputer ini memerlukan peran aktif admin,

sehingga informasi penggunaan ruangan lab ini sesuai dengan kondisi penggunaan ruangan lab yang sebenarnya.

2. Mengembangkan sistem informasi penggunaan ruangan lab komputer berbasis website ini dengan menambahkan fitur untuk memonitor kondisi peralatan dalam ruangan lab agar kondisi peralatan di dalam ruangan tetap terjaga untuk memperlancar kegiatan pembelajaran.
3. Diharapkan adanya pengembangan dari sistem informasi penggunaan ruangan lab ini agar kedepannya semua kejuruan yang ada di BBPVP Bekasi memiliki sistem informasi yang dapat membantu dalam kegiatan administrasi yang sejenis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhammad., & Asrori, Muhammad., Metodologi dan Aplikasi Riset Pendidikan, Jakarta: PT Bumi Aksara. 2014
- Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, dan Penelitian Pendidikan, Bandung: Alfabeta. 2019

IMPLEMENTASI ALGORITMA RUNUT BALIK PADA PERMAINAN TIC TAC TOE

Lola

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
lola.rezak@gmail.com*

Abstrak

Permainan TicTacToe merupakan sebuah permainan papan untuk dua pemain yang dimainkan secara bergiliran. Pemain yang mendapat giliran mengisikan X atau O sesuai bagiannya pada kotak yang kosong. Pemain yang berhasil menempatkan 3 mark dalam garis horizontal, vertical, atau diagonal menjadi pemenangnya.

Kata kunci : TicTacToe, Minimax, Alpha-Beta Pruning, Algoritma Runut Balik.

1. PENDAHULUAN

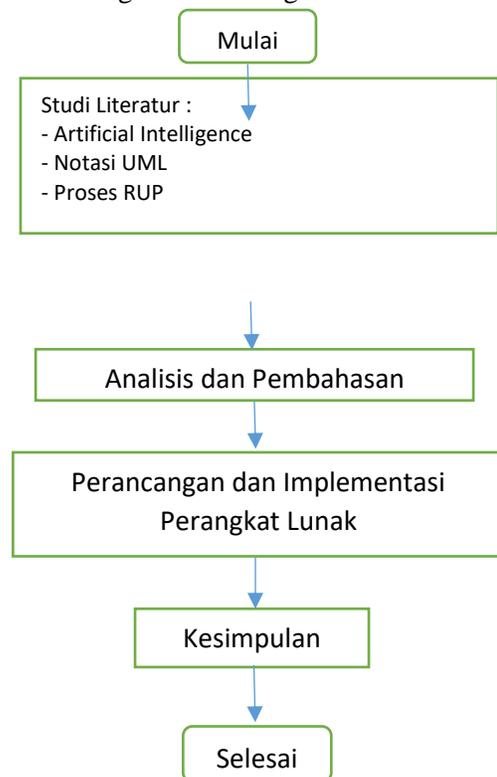
Tic Tac Toe, yang di Indonesia dikenal dengan istilah "Catur Jawa", adalah permainan yang bisa diselesaikan. Ini berarti ada strategi yang terbukti secara matematis mampu memenangkan permainannya. Dalam Catur Jawa, dua pemain yang mengikuti strategi yang benar akan selalu seri. Namun, Anda masih bisa menang terhadap pemain yang tidak menguasai strategi ini, terutama ketika mereka membuat kesalahan.

Pada permainan TicTacToe ini, ada pemain yang kalah, menang, atau keduanya berakhir imbang. Namun, bagaimana caranya agar kita selalu memenangkan pertandingan. Tentunya dengan bantuan komputer, kita akan sulit untuk dikalahkan dalam permainan ini.

Pada makalah ini akan dibahas program dan algoritma untuk mencari gerakan terbaik agar bisa memenangkan permainan.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Sumber :

https://www.researchgate.net/publication/33823569_5_Metode-Metode_Penelitian_Dalam_Penulisan_Jurnal_Ilmuah_Elektronik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

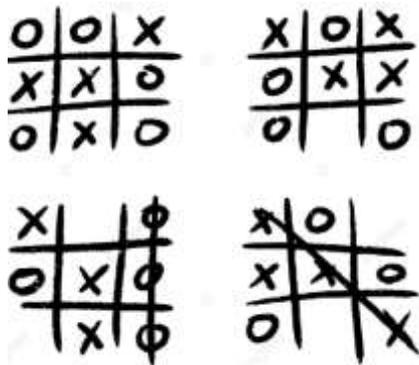
3.1 HASIL

Untuk dapat memahami konsep algoritma pemilihan langkah terbaik pada permainan TicTacToe dengan menggunakan algoritma backtracking, diperlukan beberapa pemahaman mengenai bidang berikut:

TicTacToe merupakan sebuah permainan papan yang dimainkan oleh dua orang pada sebuah papan kotak yang terdiri dari 9 (3x3) kotak. Permainan ini sangat sederhana, pemain yang pertama kali menggambarkan 3 O atau X pada satu garis lurus, menjadi pemenangnya.

Permainan ini hanya memerlukan sebuah kertas dan pensil, saat ini tic tac toe dapat dimainkan dengan mudah melalui perangkat seluler ataupun komputer.

TicTacToe 3x3 merupakan variasi klasik dari Tic Tac Toe. Permainannya terdiri dari 3 baris, 4 kolom, dan memerlukan 3 mark dalam satu garis sebagai syarat menang. Apabila seluruh kotak sudah terisi, dan tidak ada yang berhasil menempatkan 3 X atau 3 O dalam satu garis, maka permainan berakhir imbang.



Gambar 2. Permainan TicTacToe 3x3

Sumber:https://id.pngtree.com/freepng/hand-drawn-tic-tac-toe-game_8017217.html

Dalam sebuah permainan Tic Tac Toe yang terdiri dari 9 kotak, terdapat 9! kemungkinan posisi (urutan gerakan berpengaruh) yaitu sebesar 362880. Tentunya solusi dari permainan ini bisa dipecahkan dengan mudah dengan cara brute force. Telah dibuktikan menggunakan algoritma brute force, permainan ini bila dimainkan secara sempurna, akan selalu

memberikan hasil imbang, tidak peduli pemain, bermain sebagai X atau O (pertamasisi melakukan gerakan yang tidak akurat).

Algoritma runut balik (*backtracking*) dapat dipandang dalam dua hal. Yang pertama, algoritma backtracking merupakan sebuah fase di dalam algoritma traversal DFS. Algoritma backtracking juga dapat dipandang sebagai sebuah metode pemecahan masalah yang mangkus, terstruktur, sistematis, baik untuk persoalan optimasi maupun non optimasi. Pada makalah ini, akan digunakan definisi kedua algoritma backtracking, yaitu sebagai metode. Algoritma backtracking pertama kali diperkenalkan oleh D. H. Lehmer tahun 1950. Aturan umum Algoritma Backtracking:

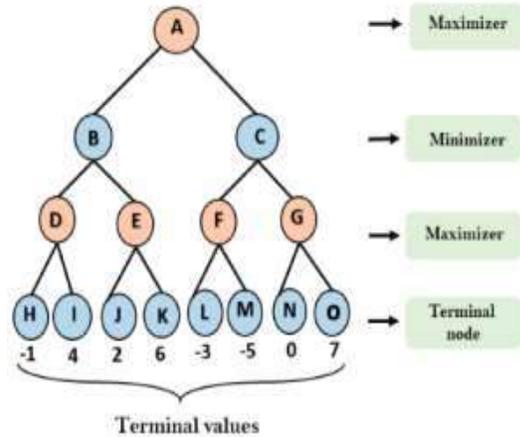
1. Solusi persoalan Solusi dinyatakan sebagai vector dengan n-tuple: $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $x_i \in S_i$. Umumnya $S_1 = S_2 = \dots = S_n$
2. Fungsi pembangkit nilai x_k
 - Dinyatakan sebagai predikat $T()$.
 - $T(x[1], x[2], \dots, x[k - 1])$ membangkitkan nilai untuk x_k , yang merupakan komponen vektor solusi.
3. Fungsi pembatas
 - Dinyatakan sebagai predikat $B(x_1, x_2, \dots, x_k)$.
 - B bernilai true jika (x_1, x_2, \dots, x_k) mengarah ke solusi. Mengarah ke solusi artinya tidak melanggar kendala (constraints).
 - Jika nilai true, maka pembangkitan untuk nilai x_{k+1} dilanjutkan, tetapi jika false, maka (x_1, x_2, \dots, x_k) dibuang.

3.2 PEMBAHASAN

Algoritma minimax merupakan sebuah algoritma backtracking yang digunakan untuk pengambilan sebuah keputusan sebuah permainan giliran, misalnya TicTacToe, catur, checkers, dll. Algoritma ini menyajikan Gerakan yang optimal untuk pemain, dengan asumsi lawan juga melakukan Gerakan yang optimal.

Dalam algoritma ini terdapat dua peran, yaitu maximizer yang selalu memilih cost maksimum, serta minimizer yang selalu memilih cost minimum. Algoritma ini

menerapkan *backtracking* dengan urutan pencarian *depth-first-search*.



Gambar 3. Algoritma Minimax
 Sumber : mini-max-algorithm-in-ai-step1.png (500×447) (jvatpoint.com)

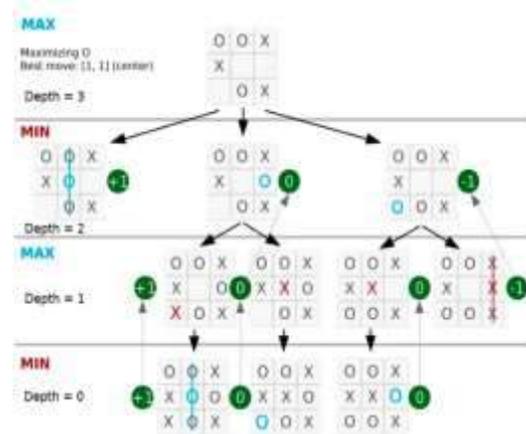
Terminal node atau daun merupakan state akhir sebuah permainan atau kedalaman maksimum yang dicapai.

Untuk menghitung cost dari node A, digunakan langkah sebagai berikut:

- Buat pohon keputusan untuk setiap kemungkinan gerakan hingga mencapai state akhir yang menghasilkan terminal node
- Hitung cost tiap terminal node
- Node D, E, F, G Maximizer: $D = \max(-1, 4) = 4$ $E = \max(2, 6) = 6$ $F = \max(-3, -5) = -3$ $G = \max(0, 7) = 7$
- Node B, C Minimizer: $B = \min(4, 6) = 4$ $C = \min(-3, 7) = -3$
- Node A Maximizer: $A = \max(4, -3) = 4$

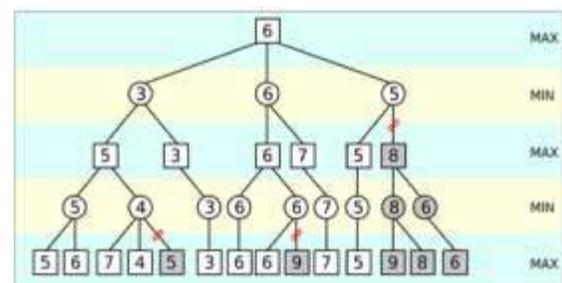
Dari hasil perhitungan, didapat gerakan yang optimal adalah ke kiri (ke Node B).

Minimax pada TicTacToe memiliki prinsip yang sama dengan Minimax pada umumnya. Pemain X, atau pemain yang jalan pertama berperan sebagai maximizer, sementara pemain O berperan sebagai minimizer. Mula-mula pohon keputusan dibuat hingga mencapai terminal node.



Gambar 4. Algoritma Minimax Tic Tac Toe
 Sumber: A. Nugraha
<https://viandwi24.medium.com/membuat-ai-tictactoe-dengan-algoritma-minimax-javascript-part-2-dan-mengenal-apa-itu-minimax-908c7f0a9f8c>

Alpha-Beta Pruning merupakan sebuah metode atau fungsi pembatas, untuk mengoptimasi algoritma backtracking (minimax). Dengan cara ini, program membatasi dan “membunuh” node yang dianggap tidak menuju ke solusi, dan menyisakan node yang berpotensi menuju solusi. Alpha-Beta Pruning dipastikan memberikan hasil yang sama dengan algoritma minimax biasa. Dengan menggunakan metode ini, sebuah program dapat melakukan pencarian solusi jauh lebih cepat dibanding tanpa menggunakan Alpha-Beta Pruning. Dengan demikian, program dapat melakukan pencarian untuk kedalaman yang lebih jauh lagi.



Gambar 5. Metode Alpha-Beta Pruning
 Sumber : Alpha-Beta-Pruning-Artificial-Intelligence.png (400×203) (thelinuxos.com)

Untuk setiap anak dari sebuah node. Apabila ditemukan node dengan cost yang lebih baik, maka node tersebut akan langsung “dibunuh”, hingga menyisakan node anak terbaik. Baik disini berarti lebih besar pada fase Maximizer atau lebih kecil pada fase Minimizer.

4. KESIMPULAN

Implementasi algoritma runut balik pada permainan TicTacToe memberikan pilihan/solusi terbaik secara lokal .dengan kedalaman tertentu. Solusi yang dihasilkan tidak selalu memberikan solusi optimum global karena keterbatasan komputer, sehingga pencarian perlu dibatasi hingga kedalaman tertentu.

Penerapan algoritma Minimax sudah sesuai untuk digunakan dalam pengambilan keputusan oleh *Artificial Intelligence* dalam permainan Tic Tac Toe.

Dengan menerapkan algoritma Minimax dalam permainan Tic Tac Toe, pemain pertama (manusia) tidak akan mendapatkan kemenangan ketika bermain melawan *Artificial Intelligence* tersebut dikarenakan *Artificial Intelligence* tersebut akan terus mencari langkah yang terbaik untuk menang.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Nugraha, (2020). "Membuat AI TicTacToe dengan Algoritma Alpha-beta pruning — Javascript", Medium.
<https://viandwi24.medium.com/membuat-ai-tictactoe-dengan-algoritma-minimax-javascript-part-2-dan-mengenal-apa-itu-minimax-908c7f0a9f8c>
- "Artificial Intelligence | Alpha-Beta Pruning - Javatpoint",
<https://www.javatpoint.com/ai-alpha-beta-pruning>.
- "Artificial Intelligence | Mini-Max Algorithm - Javatpoint",
<https://www.javatpoint.com/mini-max-algorithm-in-ai>.

APLIKASI PENGHITUNG NILAI KEMIRIPAN DOKUMEN DENGAN ALGORITMA WINNOWING: SKENARIO PENGGUNAAN, RANCANGAN, DAN PURWARUPA

Berliyanto

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
berli@itbu.ac.id*

Abstrak

Setiap karya ilmiah, termasuk skripsi atau tugas akhir mahasiswa, harus dipastikan terbebas dari plagiarisme sebelum dipublikasikan. Salah satu indikator untuk mengindikasikan apakah sebuah karya ilmiah merupakan plagiarisme atau tidak adalah tingkat kesamaan (*similarity*) terhadap dokumen lain. Nilai *similarity* tertentu biasanya menjadi syarat yang harus dipenuhi agar sebuah tulisan layak dipublikasikan. Penelitian bertujuan untuk membuat rancang bangun aplikasi perangkat lunak untuk menghitung tingkat kesamaan (*similarity score*) suatu dokumen teks dengan dokumen lain yang ada di dalam basis data lokal. Metode penelitian yang dilakukan meliputi pengumpulan requirement aplikasi, menentukan algoritma penghitung nilai *similarity*, membuat rancangan aplikasi, mengembangkan purwarupa, dan menguji purwarupa yang dihasilkan.

Kata kunci: analisis software, perancangan software, *algoritma winnowing*, rekayasa perangkat lunak

1. PENDAHULUAN

Plagiarisme atau penjiplakan yang melanggar hak cipta, merupakan hal yang perlu dihindari oleh perguruan tinggi ketika mempublikasikan karya ilmiah. Isu plagiarisme ini perlu diperhatikan terutama pada publikasi skripsi atau tugas akhir yang merupakan syarat kelulusan mahasiswa pada suatu perguruan tinggi. Dampak plagiarisme tentu saja sangat serius bagi dunia pendidikan. Karya hasil plagiat, tidak hanya melanggar etika akademik tetapi juga merupakan tindak pidana di Indonesia. Sanksi untuk pelaku plagiarisme pada skripsi adalah pencabutan gelar akademik, pembatalan ijazah, dan bahkan ancaman penjara. Pada akhirnya, perguruan tinggi harus memastikan bahwa setiap skripsi atau karya ilmiah yang dipublikasikan terbebas dari plagiarisme. Melakukan tindakan pencegahan terhadap plagiarisme pada skripsi atau tugas akhir adalah hal yang perlu dilakukan oleh setiap perguruan tinggi di Indonesia.

Salah satu cara yang bisa dilakukan oleh perguruan tinggi untuk mencegah plagiarisme adalah dengan menghitung nilai kesamaan atau *similarity score* suatu dokumen sebelum mempublikasikannya. *Similarity score* mengacu pada seberapa mirip suatu dokumen dengan dokumen-dokumen lain yang sudah

dipublikasikan. Biasanya *similarity score* dinyatakan dalam persentase, semakin besar nilainya maka semakin besar kemungkinan adanya plagiarisme. Misalnya, dokumen dengan *similarity score* 85% memiliki indikasi plagiarisme yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan dokumen dengan *similarity score* 20%. Nilai *similarity* ini sudah umum digunakan sebagai syarat publikasi suatu karya ilmiah. Kebanyakan perguruan tinggi di Indonesia mensyaratkan *similarity score* maksimal untuk skripsi antara 15 - 30% tergantung dari metode penghitungan yang digunakan.

Penentuan *similarity score* dapat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak, salah satunya adalah yang disediakan oleh turnitin. Memanfaatkan aplikasi penghitung *similarity score* yang sudah ada memiliki keuntungan seperti hasil yang akurat, mudah untuk digunakan, dan menyediakan informasi bagian dokumen yang mengindikasikan plagiarisme. Namun demikian, aplikasi yang sudah ada tersebut tidak dapat digunakan dengan bebas. Perguruan tinggi perlu membayar sejumlah biaya setiap kali menghitung *similarity score* untuk sebuah dokumen. Beberapa aplikasi juga menetapkan biaya berdasarkan jumlah kata pada dokumen. Dengan kata lain, semakin banyak dokumen yang diperiksa maka semakin besar biaya

yang dikeluarkan. Biaya yang sama juga berlaku mengulangi penghitungan *similarity score* untuk dokumen yang sama. Biaya tersebut semakin besar pada skenario menghitung *similarity score* untuk skripsi karena jumlah dokumen dan jumlah kata di dalamnya sangat banyak. Perguruan tinggi yang memiliki keterbatasan anggaran mungkin saja terbebani dengan hal tersebut. Solusi alternatif yang mungkin dilakukan adalah mengembangkan aplikasi untuk menghitung *similarity score* secara mandiri.

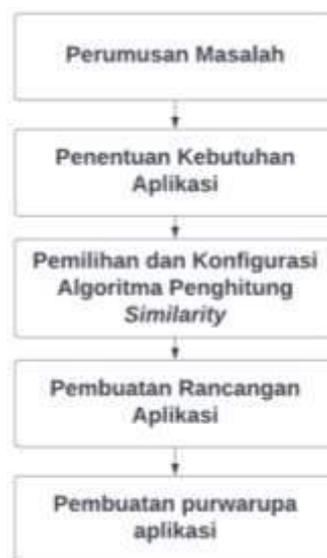
Proses pengembangan aplikasi penghitung *similarity score* secara mandiri bukan lah pekerjaan yang sederhana. Ada banyak aktivitas yang terlibat dalam pengembangan aplikasi ini. Pendekatan yang disarankan untuk pengembangan perangkat lunak adalah mengikuti setiap aktivitas pada tahapan *software development life cycle* (SDLC) (Pressman & Maxim, 2020). Menentukan kebutuhan aplikasi, menyusun algoritma yang tepat, dan membuat berbagai rancangan perangkat lunak adalah beberapa contohnya (Dennis, Wixom, & Roth, 2018). Rumitnya mengembangkan aplikasi penghitung *similarity score* merupakan fokus masalah dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun aplikasi penghitung *similarity* dokumen. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan pengembangan aplikasi penghitung *similarity score* sebagai solusi alternatif dalam pencegahan plagiarisme pada skripsi atau tugas akhir.

Ada tiga pertanyaan penelitian yang dijawab dalam penelitian ini. Pertama, apa saja persyaratan (*requirements*) yang harus dipenuhi oleh aplikasi? Kedua, algoritma apa yang sesuai untuk digunakan dalam penghitungan *similarity score*? Ketiga, bagaimana rancangan aplikasi yang sesuai dengan *persyaratan* yang ada? Setelah menjawab pertanyaan penelitian tersebut dihasilkan sebuah cetak biru (*blue print*) rancangan aplikasi penghitung *similarity score*. Lingkup penelitian ini adalah penghitungan *similarity score* untuk skripsi mahasiswa di perguruan tinggi swasta.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang mengikuti urutan proses pada siklus hidup perangkat lunak (*software development life cycle*). Metodologi yang

digunakan tersusun atas lima tahap yang disusun untuk menjawab tiga pertanyaan penelitian. Fokus penelitian ini terletak pada tahap analisis dan perancangan perangkat lunak. Gambar 1 menunjukkan urutan langkah-langkah penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian
Sumber: penulis

Penelitian ini diawali dengan langkah perumusan masalah. Dari tahap ini dihasilkan pertanyaan-pertanyaan penelitian untuk dijawab. Langkah kedua penelitian ini adalah penentuan kebutuhan aplikasi. Kebutuhan yang dimaksud di sini adalah *software requirement* yang harus dipenuhi. Langkah selanjutnya adalah pemilihan dan konfigurasi algoritma penghitung *similarity*. Kemudian dilanjutkan ke langkah keempat yaitu pembuatan rancangan aplikasi. Setiap rancangan yang dihasilkan mengacu pada kebutuhan aplikasi yang sudah lebih dahulu diidentifikasi. Langkah terakhir adalah pembuatan purwarupa aplikasi yang bertujuan untuk menguji rancangan dan juga implementasi dari algoritma yang dipilih.

2.1 Perumusan Masalah

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah perumusan masalah. Fokus penelitian ini adalah membuat rancang bangun aplikasi penghitung *similarity score* untuk skripsi. Luaran dari tahap perumusan masalah ini adalah tiga pertanyaan penelitian yang sudah disebutkan di bagian pendahuluan. Tujuan penelitian ini tercapai setelah semua pertanyaan penelitian tersebut berhasil

dijawab. Langkah-langkah penelitian setelah ini pada dasarnya dilakukan untuk menjawab tiga pertanyaan penelitian tersebut.

2.2 Penentuan Kebutuhan Aplikasi

Langkah selanjutnya setelah perumusan masalah selesai dilakukan adalah penentuan kebutuhan aplikasi. Kebutuhan (atau persyaratan) aplikasi merujuk pada kebutuhan fungsional dan non-fungsional perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan *user story* untuk merepresentasikan kebutuhan aplikasi tersebut. *User story* merupakan salah satu teknik yang efektif untuk mendeskripsikan kebutuhan aplikasi (*software requirement*) (Sharp, Rogers, & Preece, 2019). Teknik ini sudah banyak digunakan dalam berbagai metodologi pengembangan aplikasi, terutama pada pendekatan agile. Luaran dari langkah penelitian yang kedua ini adalah daftar *user story* yang relevan untuk aplikasi penghitung *similarity score*.

2.3 Pemilihan Algoritma *Similarity Score*

Algoritma untuk menghitung *similarity score* merupakan bagian terpenting di dalam aplikasi ini. Saat ini sudah ada berbagai pilihan algoritma yang bisa dimanfaatkan untuk menghitung *similarity score*. Penelitian ini tidak mengembangkan algoritma *similarity score* sendiri, melainkan memilih yang paling sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Pada langkah ketiga ini dilakukan studi literatur untuk memilih algoritma yang sesuai. Hasil studi literatur mendapatkan dua kandidat algoritma yang sesuai yaitu *Rabin Karp Algorithm* dan *Winnowing Algorithm*. Keduanya memiliki tingkat akurasi yang baik, bahkan ada penelitian yang menyatakan bahwa keduanya mendekati hasil pengujian *similarity* dengan turnitin. Pada akhirnya, penelitian ini memilih algoritma *Winnowing* karena memiliki lebih banyak bukti pendukung keberhasilan implementasinya untuk skenario penggunaan yang mirip dengan permasalahan penelitian ini, contohnya adalah penelitian yang dilakukan Sunardi, Yudhana, & Mukaromah (2019). Namun demikian, pengujian antar algoritma berada di luar lingkup penelitian ini.

2.4 Pembuatan Rancangan Aplikasi

Langkah keempat penelitian ini adalah membuat rancangan aplikasi. Rancangan yang

dibuat mengacu kepada kebutuhan aplikasi dan mempertimbangkan keberhasilan implementasi algoritma *winnowing*. Rancangan yang dihasilkan meliputi rancangan data, rancangan antarmuka pengguna, dan rancangan arsitektur aplikasi. Dari luaran-luaran ini lah kemudian dikembangkan sebuah purwarupa aplikasi pada langkah selanjutnya.

2.5 Pembuatan Purwarupa Aplikasi

Langkah kelima sekaligus langkah terakhir sebelum disusun kesimpulan adalah pembuatan purwarupa aplikasi. Purwarupa aplikasi ini dibuat dengan tujuan untuk menguji apakah rancangan yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dikembangkan menjadi aplikasi yang siap beroperasi. Kode-kode program ditulis untuk mensimulasikan fungsionalitas aplikasi sesuai rancangan yang ada. Setelah berhasil dibuat, purwarupa tersebut kemudian diuji dengan teknik *scenario-based testing* dengan *test case* yang dibuat dari *user story*. Kesimpulan dari hasil penelitian ini kemudian disusun setelah langkah terakhir ini dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap langkah penelitian yang dilakukan menghasilkan luaran-luaran yang merupakan hasil penelitian ini. Hasil penelitian ini mencakup *user story* dan model-model kebutuhan aplikasi, konfigurasi algoritma *winnowing* yang disarankan, rancangan aplikasi, dan juga purwarupa aplikasi. Bagian ketiga ini berisi hasil-hasil penelitian tersebut beserta pembahasannya.

3.1 Daftar Kebutuhan Aplikasi

Proses penentuan kebutuhan aplikasi seperti yang disebutkan pada Gambar 1., menghasilkan daftar *user story* untuk aplikasi penghitungan *similarity score*. Pengembangan aplikasi dianggap berhasil apabila memenuhi semua *user story* yang tersebut. Penelitian ini menggunakan proses bisnis memeriksa *similarity score* proposal skripsi untuk dibandingkan dengan skripsi yang sudah diterbitkan oleh suatu perguruan tinggi. Pemilihan proposal skripsi sebagai objek yang diukur *similarity score* dilakukan dengan dua pertimbangan. Pertama, aplikasi ini diperuntukkan untuk tindakan pencegahan

plagiarisme terhadap skripsi sejak dini dan sebelum melakukan penelitian dan menyusun skripsi, mahasiswa harus membuat proposal terlebih dahulu. Apabila ada indikasi plagiarisme pada proposal skripsi maka mahasiswa yang bersangkutan masih memiliki waktu yang cukup untuk memperbaiki penelitian dan menyusun skripsinya. Pertimbangan kedua adalah karena dokumen proposal skripsi tidak dipublikasikan oleh perguruan tinggi. Dengan demikian, membandingkannya dengan skripsi yang sudah dipublikasikan sudah cukup. Pertanyaan yang terjawab dari proses bisnis ini adalah apakah proposal skripsi yang diajukan memiliki kesamaan yang tinggi dengan skripsi yang sudah dilakukan sebelumnya. Dengan kata lain dapat diketahui apakah penelitian yang diusulkan (melalui proposal skripsi) sudah pernah dilakukan sebelumnya atau tidak. Dari lingkup proses bisnis ini lah kemudian diidentifikasi *user story* yang relevan.

Tabel 1. Daftar *User Story* Bisnis

Kode	User Story
[US01]	Sebagai mahasiswa saya bisa menghitung <i>similarity score</i> proposal skripsi secara daring untuk mengantisipasi plagiarisme.
[US02]	Sebagai operator saya bisa menambahkan skripsi yang sudah dipublikasikan ke dalam basis data aplikasi untuk dijadikan acuan pembandingan proposal skripsi.
[US03]	Sebagai operator saya bisa melihat hasil penghitungan <i>similarity score</i> proposal skripsi mahasiswa untuk memudahkan penentuan kelayakan penelitiannya.
[US04]	Sebagai operator saya bisa melakukan konfigurasi aplikasi untuk memilih pengaturan yang sesuai kebutuhan perguruan tinggi.
[US05]	Sebagai operator saya bisa melakukan semua hal yang bisa dilakukan oleh mahasiswa di dalam aplikasi

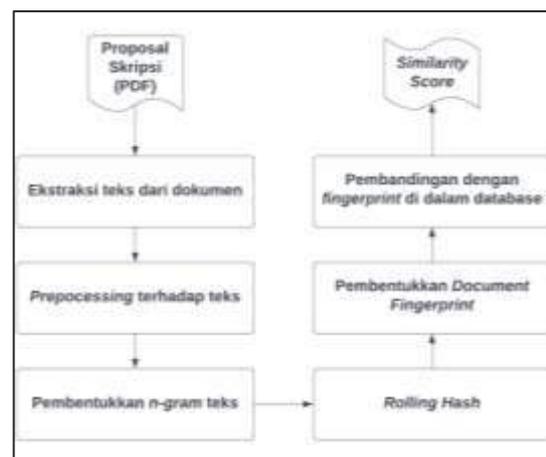
Sumber: penulis

Daftar *user stories* yang berhasil diidentifikasi adalah seperti yang disebutkan pada Tabel 1. Sebelum menentukan *user story*, terlebih dahulu dilakukan identifikasi aktor atau *user role* untuk aplikasi ini. Ada dua aktor di dalam aplikasi ini yaitu operator dan

mahasiswa. Operator memiliki *user stories* yang lebih banyak daripada mahasiswa karena bertindak sebagai admin yang bertanggung jawab terhadap berbagai konfigurasi aplikasi. Bahkan seperti yang dinyatakan pada *user story* [US05], operator dapat melakukan semua hal yang bisa dilakukan oleh mahasiswa di dalam aplikasi yang diusulkan ini. Sementara itu, hanya ada satu *user story* yang dimiliki oleh mahasiswa yaitu menghitung *similarity score* dokumen proposal skripsinya. Total ada lima *user stories* yang dihasilkan dalam penelitian ini.

3.2 Konfigurasi Algoritma *Winnowing*

Kebutuhan fungsional utama dari aplikasi ini adalah mampu menghitung *similarity score* sebuah dokumen terhadap dokumen lain yang ada di dalam database. Kebutuhan tersebut dapat dipenuhi dengan algoritma *winnowing*. Penelitian ini tidak dihasilkan algoritma penghitung *similarity* baru, tetapi melakukan konfigurasi terhadap algoritma *winnowing* yang selama ini sudah terbukti secara akurat menghitung nilai kemiripan dokumen teks. Konfigurasi atau modifikasi algoritma ini perlu dilakukan agar sesuai dengan rancangan aplikasi yang memenuhi kelima *user stories* pada Tabel 1.



Gambar 2. Implementasi Algoritma *Winnowing*
Sumber: penulis

Alur proses dari algoritma *winnowing* yang diimplementasikan dalam aplikasi ini, secara umum dapat dilihat melalui Gambar 2. Dokumen yang dijadikan input adalah proposal skripsi mahasiswa dalam bentuk file PDF. Kemudian ekstraksi teks dilakukan dari dokumen tersebut sehingga dihasilkan dokumen baru yang hanya berisi teks.

Selanjutnya, preprocessing dilakukan terhadap teks tersebut untuk menghilangkan spasi, karakter spesial, dan karakter yang tidak perlu lainnya. Setiap teks yang menggunakan karakter *uppercase* juga diubah menjadi bentuk *lowercase*. Setelah preprocessing adalah tahap pembentukan n-gram. Tahap ini membagi teks dalam kelompok-kelompok yang terdiri atas *n* karakter. *Rolling hash* kemudian dilakukan terhadap setiap kelompok n-gram yang terbentuk. Dari sini, selanjutnya dibentuk *document fingerprint* melalui proses *windowing*. *Fingerprint* ini bersifat unik untuk setiap dokumen. Tahap setelahnya adalah membandingkan *fingerprint* dokumen proposal skripsi dengan *fingerprint* dokumen yang ada di dalam *database*. Tahap ini menghasilkan nilai *similarity* proposal dengan dokumen-dokumen yang sudah ditambahkan ke dalam *database*. Semakin tinggi nilai *similarity* yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi tingkat kesamaannya. Sebagai contoh, nilai *similarity* sebesar 100% berarti dokumen tersebut sama persis dengan salah satu dokumen yang ada di dalam *database*.

Implementasi algoritma winnowing seperti yang terlihat pada Gambar 2.. memungkinkan kita untuk melakukan beberapa konfigurasi sesuai dengan kebutuhan. Konfigurasi dapat dilakukan dalam tahap pembentukan n-gram, *rolling hash*, dan pembentukan *fingerprint*. Pada penelitian ini, bentuk n-gram yang digunakan adalah 45-gram. Pemilihan bentuk 45-gram didasarkan atas jumlah karakter rata-rata dari sebuah dokumen proposal skripsi yaitu 8.000 kata. Dengan jumlah kata sebesar itu, tidak disarankan untuk menggunakan bentuk n-gram yang lebih kecil dari 30-gram. Penelitian ini secara khusus membandingkan antara pengaruh n-gram yang dipilih dengan akursi *similarity score* yang dihasilkan.

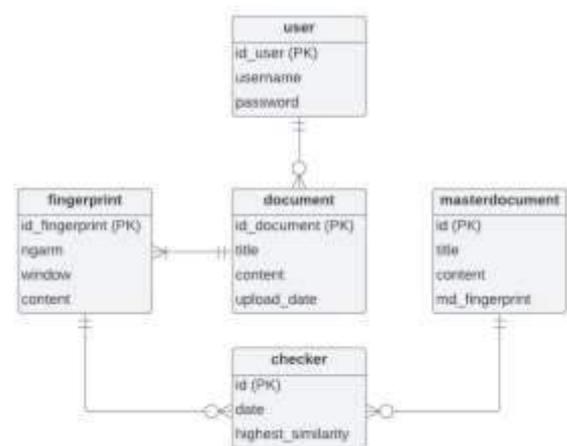
$$H(C_1...C_k) = c_1 * b_{(k-1)} + c_2 * b_{(k-2)} + \dots + c_{(k-1)} * b_1 + c_k \quad (1)$$

Konfigurasi selanjutnya yang dilakukan adalah pada tahap *hashing*. Penelitian ini menggunakan prosedur *rolling hash* seperti rumus (1). Notasi *c* berarti nilai ASCII dari karakter teks. Sedangkan *b* merupakan bilangan prima yang dipilih. Pada penelitian ini bilangan prima yang digunakan adalah 3. Sementara itu *k* merujuk pada bentuk n-gram

dari kata yang dimasukkan dalam proses *hashing*. Konfigurasi lain yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penentuan jumlah *window* saat pembentukan *fingerprint*. Sama halnya dengan penentuan n-gram, penelitian ini juga membandingkan nilai *window* yang dipilih dengan hasil yang didapat dan diputuskan nilai *window* yang digunakan adalah 30. Konfigurasi terakhir, pada proses perbandingan *document fingerprint* dilakukan dengan menghitung *Jaccard Coeficient Similarity* untuk penentuan nilai *similarity* dokumen yang diuji.

3.3 Rancangan Aplikasi

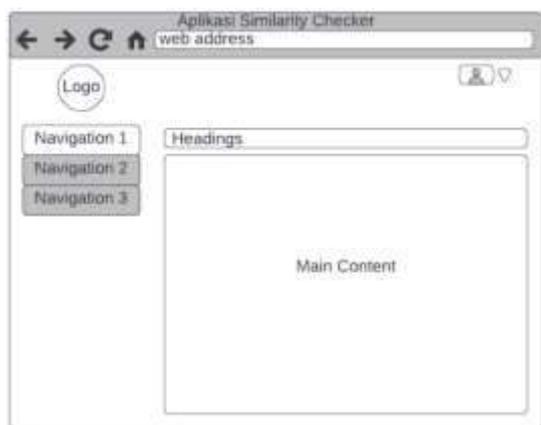
Rancangan aplikasi dibuat untuk memenuhi setiap *user stories* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Proses utama yang ada di dalam aplikasi ini adalah menghitung *similarity score* proposal skripsi dengan dokumen yang sudah dipublikasikan. Rancangan *database* perlu dibuat untuk mendukung proses tersebut. Penelitian ini menghasilkan rancangan database dan juga rancangan antarmuka aplikasi.



Gambar 3. Rancangan Database Aplikasi
Sumber: penulis

Rancangan *database* untuk aplikasi ini adalah seperti yang terlihat pada Gambar 3. Database yang digunakan adalah relational database, dengan demikian model rancangannya dibuat dengan menggunakan *entity relationship diagram* (ERD). Database aplikasi ini terdiri atas 5 buah tabel, yaitu: *user*, *document*, *fingerprint*, *checker*, dan *masterdocument*. Tabel *user* menyimpan informasi pengguna yang menggunakan aplikasi. *Username* dan *password* yang digunakan untuk login ke dalam aplikasi,

disimpan pada tabel ini. Data terkait dokumen yang sudah dipublikasikan disimpan pada tabel *masterdocument*. Sementara itu, dokumen proposal skripsi yang ingin dihitung *similarity score*-nya disimpan pada tabel *document* sedangkan *fingerprint* dokumennya disimpan pada tabel *fingerprint*. Ketika proses penghitungan *similarity* dilakukan, setiap data yang terkait disimpan pada tabel *checker*. Kelima tabel ini sudah cukup untuk memenuhi setiap skenario penggunaan yang ada di dalam *user stories*.



Gambar 4. Wireframe Antarmuka Pengguna
Sumber: penulis

Penelitian ini juga menghasilkan rancangan antarmuka pengguna aplikasi. Gambar 4 menunjukkan *wireframe* untuk antarmuka. Aplikasi ini dirancang sebagai aplikasi berbasis *website*. *Wireframe* pada Gambar 4 menunjukkan pembagian *layout interface* aplikasi. Secara umum layar antarmuka pengguna terbagi menjadi tiga bagian utama. Bagian pertama adalah *header* yang berada di area atas antarmuka. Komponen *header* ada dua, yaitu logo sebagai petunjuk identitas di sebelah kiri dan menu pengguna di sebelah kanan. Bagian kedua adalah navigasi aplikasi. Navigasi terletak di area kiri dengan ukuran lebar 30% dari total lebar halaman antarmuka. Sedangkan bagian yang terakhir adalah konten utama. Konten utama secara dinamis menampilkan informasi sesuai dengan halaman yang sedang diakses. Konten utama ini menggunakan sekitar 70% lebar layar antarmuka. Proporsi pembagian konten utama dengan navigasi ini memperhatikan saran yang diberikan oleh Shneiderman et al (2016).

3.4 Purwarupa Aplikasi

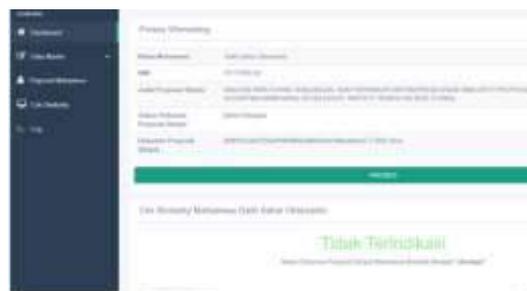
Pengembangan purwarupa aplikasi dilakukan setelah semua rancangan yang diperlukan berhasil dibuat. Proses pengembangan purwarupa mengacu kepada rancangan, model kebutuhan, dan juga *user stories* yang dihasilkan pada langkah-langkah sebelumnya.

Purwarupa aplikasi dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis *website*. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk *backend* aplikasi adalah PHP. Sedangkan *frontend* aplikasi dikembangkan dengan HTML, CSS, dan *Javascript*. Database Management System (DBMS) yang digunakan oleh purwarupa ini adalah MySQL. Purwarupa ini dikembangkan oleh dua orang *programmer* secara *pair programming*.



Gambar 5. Tampilan Ekstraksi Teks dari PDF
Sumber: penulis

Contoh tangkapan layar dari purwarupa yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Gambar 5 menunjukkan tampilan aplikasi saat proses ekstraksi teks dari dokumen proposal yang berbentuk file PDF. Sesuai nama prosesnya, hanya teks yang diambil untuk dihitung *similarity score*. Komponen lain seperti gambar atau grafik tidak diikuti sertakan dalam proses ini.



Gambar 6. Tampilan Hasil Penghitungan *Similarity Score*
Sumber: penulis

Gambar 6 menunjukkan tampilan hasil perbandingan dokumen proposal dengan dokumen yang ada di dalam database. Proses perbandingan ini menghasilkan nilai *similarity score*. Operator sebelumnya sudah menentukan berapa batas nilai *similarity* yang ingin digunakan sebagai acuan. Apabila nilai *similarity* yang didapatkan oleh proposal skripsi berada di bawah batas yang ditentukan tersebut, maka dokumen tersebut dinyatakan tidak ada indikasi plagiarisme. Informasi tersebut ditampilkan di halaman hasil perbandingan seperti yang terlihat pada Gambar 6.

Di bagian akhir penelitian, purwarupa diuji dengan *scenario-based testing*. Kelima *user stories* yang sebelumnya sudah ditampilkan pada Tabel 1 dijadikan sebagai *test case*. Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa purwarupa ini berhasil lulus pengujian untuk setiap skenario penggunaan. Hal tersebut menunjukkan bahwa purwarupa aplikasi berhasil memenuhi kebutuhan yang ada. Hal tersebut diinterpretasikan bahwa rancangan, model kebutuhan, dan *user stories* yang dihasilkan oleh penelitian ini bisa dikembangkan menjadi aplikasi yang berjalan. Penelitian ini berakhir setelah hasil pengujian terhadap purwarupa selesai dilakukan. Beberapa poin kesimpulan berhasil didapatkan setelah semua langkah penelitian ini dilakukan.

4. KESIMPULAN

Setelah penelitian ini selesai dan setiap langkah penelitian yang direncanakan sudah dilakukan, maka tahap terakhir sebagai penutup adalah penyusunan kesimpulan. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil penelitian. Poin-poin kesimpulan ini secara umum menjawab semua pertanyaan penelitian yang dirumuskan di bagian awal penelitian.

Penelitian ini mengidentifikasi sebanyak lima *user stories* yang sesuai dengan kebutuhan bisnis perguruan tinggi untuk menghitung *similarity score* dokumen yang akan dipublikasikan. Kelima *user stories* ini merepresentasikan *requirement* yang harus dipenuhi oleh aplikasi pemeriksaan kemiripan dokumen. *User stories* ini merupakan jawaban pertanyaan penelitian yang pertama.

Penelitian ini juga mengusulkan konfigurasi algoritma *winnowing* untuk

pemeriksaan dokumen proposal skripsi. Bentuk n-gram yang disarankan adalah 45-gram atau paling tidak lebih banyak dari 30-gram. Sedangkan jumlah *windows* yang disarankan adalah 30 *windows*. Konfigurasi tersebut disarankan berdasarkan jumlah karakter dari dokumen proposal skripsi yang rata-rata berjumlah sekitar 8.000 kata. Dengan konfigurasi tersebut diharapkan aplikasi memiliki kinerja yang seimbang antara waktu proses dengan akurasi hasilnya. Konfigurasi algoritma *winnowing* ini merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang kedua.

Pada bagian akhir penelitian ini dihasilkan sebuah purwarupa aplikasi. Purwarupa ini telah melewati *scenario-based testing* dengan hasil yang sesuai harapan. Dengan demikian, ini menunjukkan bahwa rancangan yang dihasilkan oleh penelitian ini bisa dikembangkan menjadi aplikasi yang berjalan dan layak untuk dipertimbangkan sebagai acuan pengembangan aplikasi yang sejenis. Purwarupa yang dihasilkan, berikut dengan hasil pengujiannya, merupakan jawaban pertanyaan penelitian yang terakhir. Pada akhirnya penelitian ini menjawab tiga pertanyaan penelitian yang dirumuskan dari masalah yang coba diatasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dennis, A., Wixom, B.H., Roth, R.M. (2018). *System analysis and design* (7th edition). Wiley
- Pressman, R.S., & Maxim, B.R. (2020). *Software Engineering A Practitioner's Approach Ninth Edition*. McGraw-Hill Education.
- Sharp H, Rogers Y, & Preece J. (2019). *Interaction Design Beyond Human-Computer Interaction 5th Edition*. Wiley. 2019, 385-417
- Shneiderman B, Plaisant C, Cohen M, Jacobs S, Elmqvist N, & Diakopoulos N. (2016). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction 6th Edition*. Pearson.
- Sunardi S, Yudhana A, & Mukaromah LA. (2019). *Indonesia Words Detection Using Fingerprint Winnowing Algorithm*. Jurnal Informatika.

ANALISA PENGARUH HARDENING TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA S45C

Sigit Yulianto

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
yuliantosigit9@gmail.com*

Abstrak

Sesuai dengan namanya, perlakuan panas *hardening* dimaksudkan untuk meningkatkan kekerasan baja. Ciri utama perlakuan panas *hardening* adalah dengan membentuk fase martensite, yang dapat diamati pada struktur mikro, yang mempunyai karakteristik kekerasan yang tinggi. Fase martensite, umumnya terbentuk akibat pendinginan cepat setelah baja dipanaskan sampai temperatur terbentuknya austenite. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan panas terhadap baja S45C dengan cara memanaskannya sampai dengan 840°C, kemudian ditahan pada temperatur tersebut selama 30 menit, kemudian didinginkan secara cepat pada larutan air garam (air + 10% garam). Spesimen kemudian dilakukan pengujian kekerasan, ketangguhan dan struktur mikro. Pengujian kekerasan, ketangguhan dan struktur mikro juga dilakukan terhadap spesimen yang tidak dilakukan perlakuan panas. Hasil-hasil pengujian kedua spesimen tersebut kemudian dibandingkan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas *hardening* terhadap ketiga parameter pengujian tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kekerasan akibat perlakuan panas ini yaitu dari 192 HB menjadi 131 HB, dan terjadi peningkatan ketangguhan dari 1,094J/mm² menjadi 1,927J/mm². Penurunan kekerasan akibat perlakuan panas *hardening* merupakan anomali dari tujuan dilakukannya perlakuan panas *hardening*. Namun penurunan kekerasan ini terkonfirmasi dari uji struktur mikro, dimana tidak terbentuk struktur martensite akibat perlakuan. Kemungkinan besar terjadi proses *decarburization* atau penurunan kadar karbon pada permukaan baja, namun hal ini tidak diuji pada penelitian ini.

Kata kunci : perlakuan panas, *hardening*, kekerasan, ketangguhan, *martensite*.

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangannya, kebutuhan material pada dunia industri menjadi sangat penting dan beragam. Setiap *part* atau konstruksi mekanik memerlukan material dengan karakteristik yang spesifik. Baja adalah salah satu material yang paling banyak digunakan untuk konstruksi mekanik. Keunggulan baja adalah sifat mekaniknya yang dapat direkayasa sesuai kebutuhan *part* atau konstruksi mekanik, hal ini menjadikannya sebagai pilihan yang tepat. Perlakuan panas adalah salah satu cara untuk merekayasa sifat mekanik baja dengan memainkan temperatur pemanasan sampai terbentuknya fase austenite dan memainkan laju pendinginannya.

Beberapa tujuan dari perlakuan panas pada baja adalah untuk menghilangkan tegangan dalam, memperkecil atau memperbesar butir, meningkatkan ketangguhan, meningkatkan kekerasan, serta meningkatkan kekuatan tarik baja, dan sebagainya (Avner, 2010). Salah satu metode perlakuan panas yang banyak dilakukan adalah *hardening*. *Hardening* merupakan proses perlakuan panas dengan memanaskan

baja sampai dengan terbentuknya fase *austenite*, kemudian ditahan selama waktu tertentu, dan selanjutnya didinginkan dengan cepat sehingga terbentuk fase *martensite*, dan dengan terbentuknya *martensite*, baja akan meningkat kekerasannya (Avner, 2010).

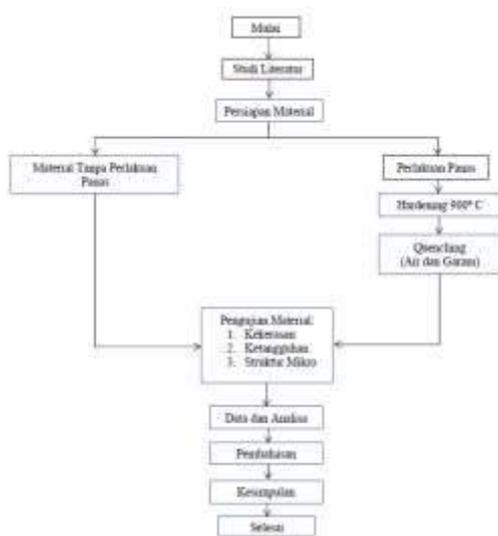
Perlakuan panas *hardening* umumnya dilakukan terhadap *part* atau konstruksi mekanik yang memerlukan kekerasan tinggi, utamanya untuk penggunaan yang dapat mencegah keausan, misalnya pada perkakas (*tools*), cetakan (*mould*), ataupun *part* yang terlibat gesekan pada penggunaannya.

Baja JIS S45C (JIS: *Japanese Industrial Standard*) setara dengan AISI 1045 (AISI: *American Iron and Steel Institute*), atau DIN 1.1730 (DIN: *Deutsches Institut fur Normung*). Baja ini merupakan jenis baja karbon rendah "*Medium Carbon Steel*" (baja dengan kandungan unsur karbon 0.45% atau kisaran antara 0,3-0,5% C. Baja S45C banyak digunakan untuk pembuatan komponen mesin seperti *shaft*, *pulley*, *gear*, *coupling*, dan komponen lainnya yang dalam penggunaannya memang memerlukan kekerasan dan ketangguhan yang tinggi (Pramono, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh perlakuan panas *hardening* pada baja S45C terhadap sifat mekanik, yaitu kekerasan dan ketangguhan. Pengujian struktur mikro juga dilakukan untuk dapat memahami perubahan yang terjadi secara mikro dan mengkaitkannya dengan perubahan sifat mekanik.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengujian terhadap hasil eksperimen. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Sesuai dengan diagram alir ini, penelitian ini dimulai dengan studi literatur, kemudian dilakukan pembuatan spesimen; satu spesimen tidak dilakukan perlakuan panas, dan satu spesimen lainnya dilakukan perlakuan panas. Terhadap kedua jenis spesimen ini dilakukan pengujian kekerasan, ketangguhan dan struktur mikro. Dari hasil-hasil pengujian kemudian dilakukan analisa untuk dapat menarik kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tentang Baja S45C

Baja ini merupakan jenis baja “*Medium Carbon Steel*” dengan komposisi kimia 0,45% C atau dalam kisaran 0,3-0,5% C, 0,15-0,35 % Si, 0,60 - 0,90% Mn, maksimum 0,035% S, maksimum 0,2% Cr, maksimum

0,2% Ni, maksimum 0,35% (Ni + Cr) dan maksimum 0,03% P.

3.2 Proses perlakuan panas *hardening*

Terhadap baja yang akan dilakukan perlakuan panas, tahap pertama dilakukan pembuatan spesimen uji kekerasan, spesimen uji ketangguhan dan sampel untuk uji struktur mikro. Spesimen tersebut kemudian dipanaskan pada dapur HT, setelah mencapai 900°C, kemudian temperturnya ditahan selama 30 menit, dan secara cepat spesimen dicelupkan kedalam larutan air garam sampai dingin ke temperatur ruang.

3.3 Hasil Uji Kekerasan

Hasil uji kekerasan untuk spesimen yang dilakukan perlakuan panas (dengan HT) dan yang tidak dilakukan perlakuan panas (tanpa HT) ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan

Spesimen	Kekerasan (HB)
Tanpa HT	192
Dengan HT	131

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.4 Hasil Uji Ketangguhan

Hasil uji ketangguhan untuk spesimen yang dilakukan perlakuan panas (dengan HT) dan yang tidak dilakukan perlakuan panas (tanpa HT) ditampilkan pada tabel berikut.

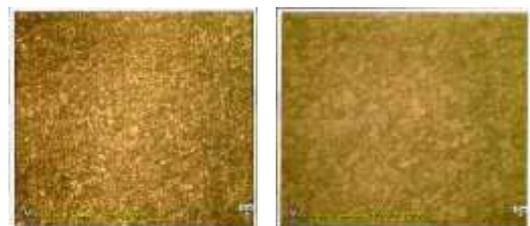
Tabel 2 Hasil Uji Ketangguhan

Spesimen	Ketangguhan (J/mm ²)
Tanpa HT	1,094
Dengan HT	1,927

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.5 Hasil Uji Struktur Mikro

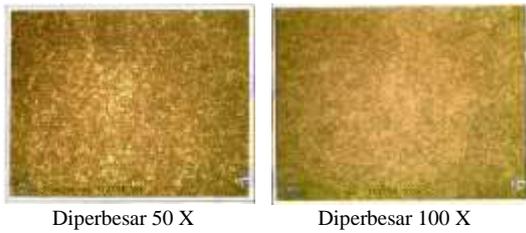
Hasil uji struktur mikro untuk spesimen yang dilakukan perlakuan panas (dengan HT) dan yang tidak dilakukan perlakuan panas (tanpa HT) ditampilkan pada gambar berikut.



Diperbesar 50 X Diperbesar 100 X

Gambar 2: Struktur Mikro Tanpa HT

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 3: Struktur Mikro dengan HT
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.6 Pembahasan

Sebagaimana dijelaskan pada pendahuluan, perlakuan panas *hardening* dimaksudkan untuk meningkatkan kekerasan baja karbon. Peningkatan kekerasan pada perlakuan panas *hardening* dapat terjadi karena terbentuknya fase martensite akibat pendinginan cepat setelah baja dipanaskan sampai temperatur terbentuknya austenite.

Berdasarkan tabel 1 diatas, pada penelitian ini justru dihasilkan anomali atau penyimpangan dimana kekerasan menurun setelah dilakukan perlakuan panas *hardening*, pemanasan 900°C, waktu tahan 30 menit dan dicelupkan langsung ke air garam.

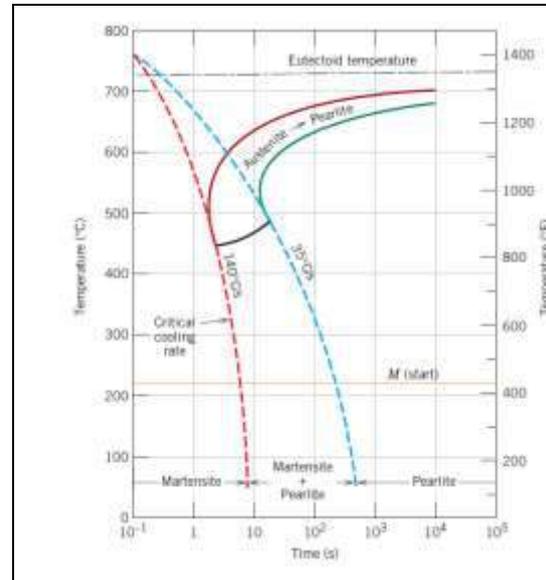
Ada beberapa faktor yang menyebabkan penurunan kekerasan ini. Pertama, terjadi proses *decarburization* atau penurunan kadar karbon pada permukaan baja. Penurunan kadar karbon dapat terjadi karena temperatur pemanasan terlalu tinggi dan waktu tahan yang terlalu lama (Callister, Rethwisch, 2012). Pada temperatur yang terlalu tinggi, ikatan atom karbon pada baja menjadi melemah dan dapat bereaksi dengan gas yang ada disekitarnya melalui reaksi (1) dan (2).



Jika reaksi (1) dan (2) berlangsung semakin lama, maka kadar karbon dalam baja akan berkurang semakin banyak. Berkurangnya kadar karbon dari permukaan baja akan menurunkan kekerasan, sesuatu yang sudah umum diketahui karena akan mengurangi terbentuknya fase sementit. Sayangnya pada penelitian ini tidak dilakukan uji SEM-EDX pada permukaan baja setelah dilakukan HT, sehingga asumsi ini belum bisa dikonfirmasi. Jika dilakukan uji SEM – EDX

maka dapat diketahui kadar karbon pada permukaan baja.

Alasan kedua, perlakuan panas pada penelitian ini tidak menghasilkan fase martensite sebagaimana yang diharapkan. Pembentukan martensi dipengaruhi oleh laju pendinginan baja dari temperatur austenite, semakin cepat laju pendinginan, akan semakin besar kemungkinan terbentuknya *martensite*.



Gambar 4: Diagram CCT Baja Karbon
Sumber: (Callister, Jr dan Retwisch, 2012)

Sebagaimana dapat dilihat pada gambar 4 tentang diagram CCT untuk baja karbon (Callister, Jr dan Retwisch, 2012), *martensite* akan terbentuk jika laju pendinginan sangat cepat, yaitu dari temperatur *austenite* sampai temperatur ruang hanya dalam waktu 10 detik, sedangkan jika waktu pendinginan lebih lama akan mulai terbentuk pearlite dan semakin lama martensite tidak terbentuk, atau lebih dari 1000 detik atau 16,6 menit, sudah terbentuk pearlite semuanya. Jika menggunakan referensi ini, maka pada perlakuan panas ini kemungkinan besar tidak terbentuk *martensite*, namun terbentuk *pearlite*. Karena komposisi baja S45C adalah 0.45%C, maka fase yang terbentuk adalah campuran *pearlite* dan *ferrite*, sama dengan komposisi awal sebelum dilakukan perlakuan panas. Argumentasi ini dapat diperkuat dengan melihat hasil uji struktur mikro, dimana dari foto dengan perbesaran 50X dan 100X, sama-sama menunjukkan tidak terbentuk martensite, namun strukturnya sama dengan sebelum dilakukan perlakuan panas, yaitu

ferrite dan pearlite. Sebagai pembanding, struktur mikro martensite ditunjukkan pada gambar 5 dibawah ini (Callister, Jr., Rethwisch, 2012). Tampak jelas bahwa struktur mikro pada gambar 3 sangat berbeda dengan struktur mikro pada gambar 5, sehingga hal ini mengkonfirmasi tidak terbentuk *martensite* pada perlakuan panas dalam penelitian ini.



Gambar 5: Struktur Mikro Martensite
Sumber: (Callister, Jr., Retwisch, 2012)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Perlakuan panas *hardening* sebagaimana dilaksanakan pada penelitian ini dimaksudkan untuk meningkatkan kekerasan baja, namun yang terjadi justru terjadi penurunan kekerasan, yaitu dari

kekerasan awal material 91,98 HRB menjadi 74,16 HRB.

- b) Penurunan kekerasan sebagaimana dinyatakan dalam kesimpulan a), kemungkinan disebabkan oleh proses *decarburization* pada permukaan baja akibat temperatur pemanasan yang terlalu tinggi dan/atau waktu penahanan yang terlalu lama, sehingga terjadi penurunan kadar karbon pada permukaan baja yang akibatnya menurunkan kekerasan pada permukaan.
- c) Penurunan kekerasan juga dimungkinkan akibat tidak terbentuknya fase martensite pada proses pencelupan atau *quenching* sebagaimana diamati pada struktur mikro.
- d) Karena kekerasan menurun, maka nilai penyerapan energi/impak lebih tinggi. Nilai impak pada awal material 1,094 J/mm² menjadi 1,927 J/mm² setelah perlakuan panas.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Pramono, Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja AISI 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprocket Rantai, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Cakra.M, 5 (1), 2011.
- Bondan Tiara Sofyan, Pengantar Material Teknik, Edisi 2, Universitas Pertahanan RI PRESS, 2021.
- Sidney H Avner, Introduction to Physical Metallurgy, Mc Graw Hill Book Company, Singapore, 2010.
- William D Callister, Jr., David G Rethwisch, Material Science and Engineering – An Introduction, 8th edition, John Wiley & Sons, Inc, United State of America, 2012.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM E-ARSIP PADA DESA LUBANG BUAYA BEKASI

Wibisono

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

Wibi72jkt@gmail.com

Abstrak

Teknologi informasi berkembang sangat pesat, hal tersebut memberikan dampak bagi suatu organisasi, baik dibidang instansi pemerintah, swasta, pendidikan, wirausahawan, dan para pelaku bisnis yang bergerak di sektor-sektor bisnis lainnya. Pengarsipan pada Desa Lubang Buaya Bekasi masih dilakukan manual sehingga saat data-data terdahulu di butuhkan atau kepala desa meminta data kepada petugas membutuhkan waktu yang lama sehingga dianggap tidak efisien dan efektif. Dengan alasan tersebut penulis mencoba untuk memberikan solusi dengan membuat suatu sistem arsip digital berbasis web sehingga akan memudahkan petugas baik dalam pendataan maupun pencarian data-data terdahulu secara terkomputerisasi. Pada penulisan penelitian ini juga di dokumentasikan tahapan pengerjaannya seperti proses analisa, perancangan, coding hingga testing menggunakan *Blackbox Testing* kemudian menggunakan bahasa Pemrograman *Hypertext Preprocessor (PHP)* dengan *framework* css Bootstrap 4 dan *Database MySQL*, dengan tujuan untuk mengetahui sistem yang berjalan dan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Dengan adanya sistem yang lebih terkomputerisasi dapat menghasilkan pendataan yang lebih efisien dan efektif serta lebih memudahkan dalam pencarian data-data terdahulu.

Kata kunci : sistem, e-arsip desa lubang buaya, PHP, *Bootstrap*, *MySQL*

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi adalah faktor yang sangat mendukung dalam penerapan sistem informasi dan merupakan suatu solusi intansi dan manajemen untuk memecahkan permasalahan manajemen dan akuntansi yang timbul dalam praktiknya. Teknologi informasi sebuah organisasi terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, perangkat telekomunikasi, manajemen basis data, dan teknologi lain yang digunakan untuk menyimpan data dan membuat data tersebut tersedia dalam bentuk informasi kepada pembuat keputusan

Desa merupakan organisasi komunitas lokal yang mempunyai batas-batas wilayah, dihuni oleh sejumlah penduduk, dan mempunyai adat istiadat untuk mengelola dirinya sendiri. Desa pada umumnya mempunyai pemerintahan sendiri yang dikelola secara otonom tanpa ikatan dengan struktur yang lebih tinggi. Desa bukanlah bawahan kecamatan, karena kecamatan merupakan bagian dari perangkat daerah kabupaten atau kota, desa memiliki hak mengatur wilayahnya lebih luas. Desa dapat melakukan perbuatan hukum, baik hukum publik maupun hukum perdata, desa memiliki

sumber sumber pembiayaan berupa pendapatan asli desa yang dapat digunakan untuk pembangunan desa .

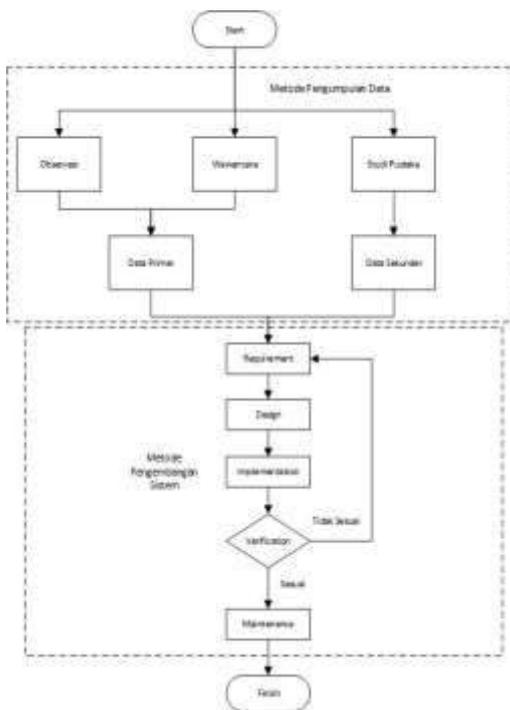
Berdasarkan latar belakang tersebut saat ini di Desa Lubang Buaya dalam proses pendataan arsip masih sangat manual yang mengakibatkan penumpukan berkas-berkas arsip secara tidak teratur, Salah satunya dalam Sistem Pengarsipan di Desa Lubang Buaya Bekasi. Dikarenakan Pendataannya masih menggunakan pendataan secara manual dan tidak ada sistem penyimpanan berkas secara digital, sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan dalam pendataan surat masuk maupun surat keluar. Sehingga dibutuhkan suatu sistem untuk mempermudah dalam proses pendataan arsip di Desa Lubang Buaya agar dapat tertata secara efisien.

Hal inilah yang menjadi dasar bagi peneliti untuk mencoba merancang sistem berbasis Web dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *database* Mysql dengan melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Dan Perancangan Sistem E-Arsip Pada Desa Lubang Buaya Bekasi”

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mendeskripsikan permasalahan dan fokus penelitian yang ada. Penelitian kualitatif tidak menggunakan statistik, tetapi melalui pengumpulan data, analisis, kemudian diinterpretasikan.

Metode penelitian kualitatif difokuskan pada permasalahan atas dasar fakta yang dilakukan dengan cara pengamatan/observasi, wawancara, dan mempelajari dokumen-dokumen. Dipilihnya metode ini sebagai salah satu metode penulisan guna memperoleh gambaran di lapangan dalam Implementasi Sistem e-Arsip Desa Lubang Buaya Bekasi



Gambar 1 Flowchart Metode Penelitian
Sumber ; hasil penelitian

2.1. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah langkah yang dimiliki dan dilakukan oleh penulis dalam rangka untuk mengumpulkan informasi atau data serta melakukan investigasi pada data yang telah didapatkan tersebut.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode pengembangan *waterfall*, yaitu sebuah metode pengembangan *software* yang terdiri dari 5 tahap yang saling terkait dan mempengaruhi seperti terlihat pada gambar dibawah ini :

Adapun tahapan dalam melakukan metode *waterfall* sebagai berikut :

a. *Requirements Analysis* (Analisa Kebutuhan)

Pada tahap ini pengembang sistem diperlukan suatu komunikasi yang bertujuan untuk memahami *software* yang dibutuhkan pengguna dan batasan *software*. Informasi ini biasanya dapat diperoleh melalui wawancara, *survey* atau diskusi. Pada tahap ini penulis melakukan observasi secara serta melakukan wawancara dengan staff admin yang berhubungan dengan proses pencatatan data arsip.

b. *Design* (Desain)

Pada proses ini dilakukan proses perancangan desain guna menentukan desain UI (*user interface*) yang mudah digunakan oleh staff admin dan untuk mengetahui alur dari proses sistem arsip sebelum masuk ke dalam proses *development* (pengembangan).

c. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap ini terjadi proses menerjemahkan perancangan desain ke bentuk yang dapat dimengerti oleh mesin, dengan menggunakan kode kode bahasa pemrograman. Kode program yang dihasilkan masih berupa modul-modul kapasitas kecil yang nantinya akan digabungkan pada tahap berikutnya. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat sistem arsip ini menggunakan :

1. PHP 8.0 untuk proses *Back-end*,
2. Bootstrap 4.6 untuk UI (*user interface*),
3. MySQL untuk *Database* (Basis data),
4. HTML untuk kerangka web.
5. Javascript

d. *Testing* (Pengujian)

Di tahap ini dilakukan penggabungan modul-modul yang sudah dibuat dan dilakukan pengujian, ini dilakukan untuk

mengetahui apakah *software* yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan fungsi pada *software* terdapat kesalahan atau tidak.

e. Maintenance (Pemeliharaan)

Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam model waterfall. *software* yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya.

2.2 Metode Analisa Data

Analisis data merupakan suatu upaya dalam menguraikan masalah atau fokus kajian menjadi bagian-bagian sehingga susunan dan tatanan bentuk sesuatu yang diurai tersebut tampak dengan jelas terlihat dan mudah dicerna atau ditangkap maknanya.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode analisis data kualitatif dan metode *waterfall*. Dalam pendekatan analisa tersebut, penulis bertujuan untuk mendeskripsikan permasalahan dan fokus penelitian yang ada. Penelitian kualitatif tidak menggunakan statistik, tetapi melalui pengumpulan data, analisis, kemudian diinterpretasikan.

Oleh karena itu, penulis dapat menganalisa hasil data yang diperoleh melalui data-data yang terkumpul dari proses observasi, wawancara dengan staff Desa Lubang Buaya Bekasi dan juga melakukan studi literatur yang bertujuan untuk menjadi referensi dalam melakukan analisa penelitian ini sehingga dapat menjadi acuan penulis dalam menentukan hasil analisa tersebut.

2.2.1 UML

UML singkatan dari *Unified Modeling Language* yang memiliki arti suatu metode pemodelan standar yang didalamnya memiliki sintaks dan semantik yang ditujukan sebagai sarana perancangan sistem berorientasi objek. Berikut adalah beberapa metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini, diantaranya adalah :

a. Use Case Diagram

Use case diagram berfungsi untuk mendeskripsikan interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat. Dalam penelitian ini *use case*

dibangun agar dapat menggambarkan interaksi admin dengan sistem arsip.

b. Activity Diagram

Activity Diagram berfungsi menggambarkan proses alur kerja dari sebuah sistem yang dijalankan oleh pengguna nya atau *user*. Dalam penelitian ini hal ini dibuat bertujuan untuk mengetahui proses alur kerja dari sistem arsip yang di jalankan oleh admin.

c. Class Diagram

Class Diagram memiliki fungsi hubungan antar *class* dalam sistem yang sedang dibangun dan bagaimana mereka saling berkolaborasi untuk satu tujuan. Dalam penelitian ini *class* diagram dibangun untuk mengetahui hubungan antar class-class yang ada pada sistem arsip.

d. Sequence Diagram

Sequence Diagram berfungsi agar dapat memvisualisasikan cara kerja dari sebuah sistem yang dibuat dan dapat melakukan validasi disetiap langkah-langkah yang telah dijalankan di dalam aktifitas tersebut. Dalam hal ini peneliti membangun diagram ini ditujukan agar pembaca ataupun peneliti dapat mengetahui cara bagaimana sistem arsip itu bekerja dalam menjalankan setiap perintah.

2.3 Hasil Analisis

Dari hasil analisa data diatas, penulis mendapatkan pembahasan mengenai permasalahan yang ada pada Desa Lubang Buaya Bekasi, yaitu :

- a. Pendataan arsip tidak efisiensi terhadap waktu,
- b. Pendataan arsip dilakukan secara manual sehingga dapat terjadinya kehilangan data,
- c. Pendataan arsip masih menggunakan buku arsip dan ini rawan terjadi tidak akuratnya informasi maupun keamanan data,
- d. Pendataan menggunakan buku arsip rawan tercecer dan kehilangan data,
- e. Proses pencarian data akan banyak memakan waktu dikarenakan harus mensortir tiap-tiap buku arsip yang ada.

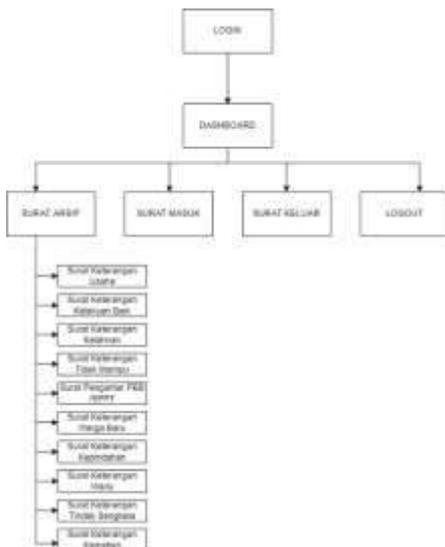
Guna mengatasi masalah dan memudahkan proses pengarsipan surat arsip, surat masuk ataupun surat keluar di Desa Lubang Buaya Bekasi, penulis memberikan usulan dengan membangun suatu sistem yang berfungsi meningkatkan efektifitas, efisiensi dan akurasi saat melakukan pengarsipan data

yang bertujuan memudahkan staff admin untuk mencari riwayat data arsip serta memudahkan dalam proses pengarsipan data dan meningkatkan keamanan data.

Berdasarkan hasil analisis data diatas, penulis memberikan usulan terhadap Desa Lubang Buaya Bekasi dengan membangun suatu sistem yang berfungsi meningkatkan efektifitas, efesiensi dan akurasi saat melakukan pengarsipan data yang bertujuan memudahkan staff admin untuk mencari riwayat data arsip serta memudahkan dalam proses pengarsipan data dan dalam meningkatkan keamanan data tersebut. Berikut adalah gambaran dari *flowchart* sistem arsip digital berbasis *web* yang akan dibentuk :

2.3.1 Struktur navigasi

Struktur navigasi ini dibuat untuk menjelaskan mengenai alur fitur pada sistem yang dapat diakses oleh *admin* agar dapat memudahkan dalam mengetahui alur sistem yang ada. Berikut adalah gambaran mengenai struktur navigasi sistem yang akan dibuat :



Gambar 2 Struktur navigasi sumber : hasil penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Implementasi User Interface

Berikut ini merupakan tampilan *user interface* dalam sistem arsip di Kantor Desa Lubang Buaya Bekasi :

- a. Tampilan Halaman *Login*.



Gambar 3.1 Tampilan halaman login. Sumber : hasil Penelitian

Halaman *login* merupakan halaman pada saat pengguna membuka sistem aplikasi. Pengguna harus memasukkan *username* dan *password* untuk dapat mengakses sistem aplikasi.

- b. Tampilan menu utama.



Gambar 3.2 Tampilan halaman menu utama. Sumber : hasil Penelitian

Halaman *Dashboard* merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa surat arsip, surat masuk dan surat keluar yang sudah terdata di dalam *database*.

- d. Tampilan Halaman Menu Surat Arsip



Gambar 3.3 Tampilan halaman pada menu arsip.

Sumber : hasil Penelitian

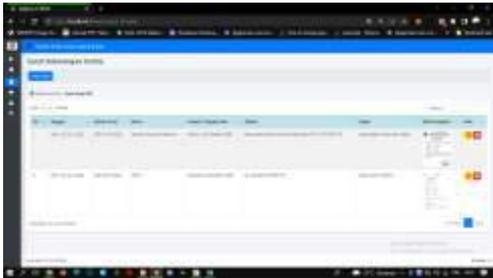
Halaman menu surat arsip merupakan halaman untuk memperlihatkan daftar surat yang terdapat pada menu surat arsip, berikut adalah rincian daftar menu tersebut:

1. Surat Keterangan Usaha
2. Surat Keterangan Tidak Mampu
3. Surat Keterangan Warga Baru
4. Surat Keterangan PBB/SPPT
5. Surat Keterangan Pindah

6. Surat Keterangan Waris
7. Surat Keterangan Kelakuan Baik
8. Surat Kematian
9. Surat Tindak Sengketa

Dalam hal perancangan menu surat arsip ini dibuat agar tampilan serta pengalaman admin dalam mengakses sistem arsip ini dapat lebih efisien dan lebih mudah dalam menemukan surat arsip yang ingin dicari.

- e. Tampilan Halaman Surat Keterangan Usaha

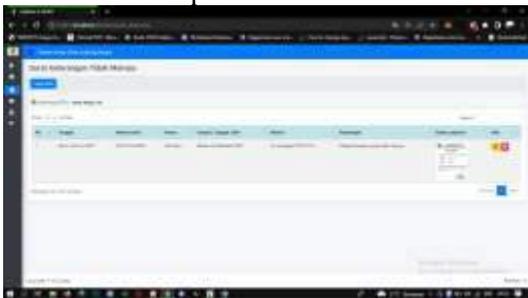


Gambar 3.4 Tampilan halaman surat keterangan usaha.

Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan usaha merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa surat keterangan usaha yang sudah terdata di dalam *database*.

- f. Tampilan Halaman Surat Keterangan Tidak Mampu

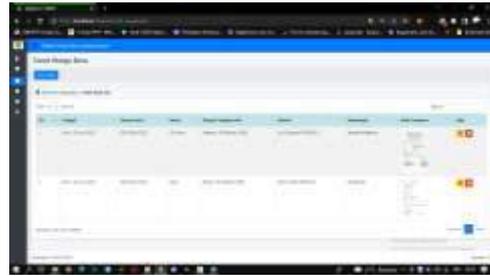


Gambar 3.5 Tampilan halaman surat keterangan tidak mampu.

Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan tidak mampu merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa surat keterangan tidak mampu yang sudah terdata di dalam *database*.

- g. Tampilan Halaman Surat Warga Baru

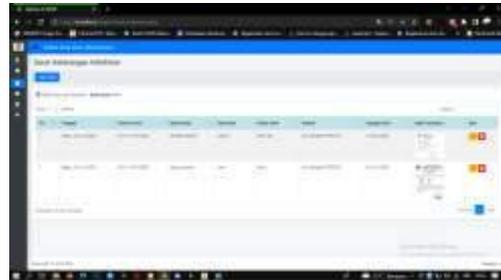


Gambar 3.6 Tampilan halaman surat keterangan warga baru.

Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan warga baru merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa surat keterangan warga baru yang sudah terdata di dalam *database*.

- h. Tampilan Halaman Surat Keterangan Kelahiran



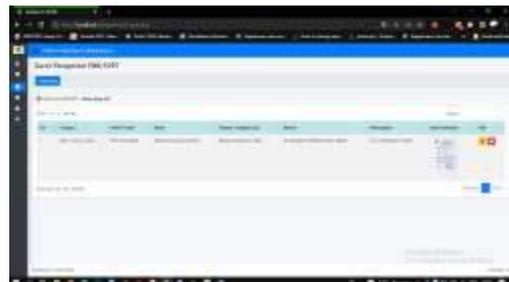
Gambar 3.7 Tampilan halaman surat keterangan kelahiran.

Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan kelahiran merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa surat keterangan kelahiran yang sudah terdata di dalam *database*.

- i. Tampilan Halaman Surat Pengantar PBB/SPPT

j.



Gambar 3.8 Tampilan halaman surat pengantar pbb.

Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat pengantar pbb atau spt merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa surat pengantar pbb yang sudah terdata di dalam *database*.

k. Tampilan Halaman Surat Keterangan Pindah



Gambar 3.9 Tampilan halaman surat keterangan pindah.
Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan pindah merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa surat keterangan data warga yang melakukan kepindahan wilayah, data ini ditampilkan sesuai yang terdata di dalam *database*.

l. Tampilan Halaman Surat Keterangan Waris



Gambar 3.10 Tampilan halaman surat keterangan waris.
Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan waris merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa keterangan waris, data ini ditampilkan sesuai yang terdata di dalam *database*.

m. Tampilan Halaman Surat Keterangan Kelakuan Baik



Gambar 3.11 Tampilan halaman skkb.
Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan kelakuan baik merupakan halaman untuk memperlihatkan data berupa perilaku warga, data ini ditampilkan sesuai yang terdata di dalam *database*.

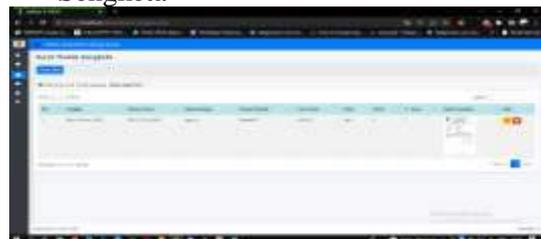
n. Tampilan Halaman Surat Keterangan Kematian



Gambar 3.12 Tampilan halaman surat keterangan kematian.
Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keterangan kematian merupakan halaman untuk memperlihatkan data tentang keterangan kematian warga, data ini ditampilkan sesuai yang terdata di dalam *database*.

o. Tampilan Halaman Surat Tindak Sengketa



Gambar 3.13 Tampilan halaman surat tindak sengketa.
Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat tindak sengketa merupakan halaman untuk memperlihatkan data tentang sengketa tanah warga, data ini ditampilkan sesuai yang terdata di dalam *database*.

p. Tampilan Halaman Surat Masuk



Gambar 3.14 Tampilan halaman surat masuk.
Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat masuk merupakan halaman untuk memperlihatkan data tentang surat yang masuk, data ini ditampilkan sesuai yang terdata di dalam *database*.

q. Tampilan Halaman Surat Keluar



Gambar 3.15 Tampilan halaman surat keluar.
Sumber : hasil Penelitian

Halaman surat keluar merupakan halaman untuk memperlihatkan data tentang surat yang keluar, data ini ditampilkan sesuai yang terdata di dalam *database*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian, Penulisan Analisis Dan Perancangan Sistem e-Arsip pada pada lubang buaya Bekasi dapat diambil simpulan sebagai berikut :

- a. Sistem e-Arsip digital Pada Desa Lubang Buaya Bekasi akan membantu proses pengolahan data sistem arsip menjadi

lebih cepat dan akurat.

- b. Sistem e-arsip digital ini nantinya akan dikembangkan dengan berbasis web yang bertujuan untuk memudahkan penggunaanya dalam melakukan pendataan surat arsip, surat masuk maupun surat keluar dengan cara lebih cepat dan juga efisien tanpa harus melakukan pencarian buku arsip terlebih dahulu, selain itu sistem arsip ini dapat memudahkan staff admin dalam melakukan pensortiran data ataupun dalam proses pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, H. N., & _ Suwita, 2019, J. Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Untuk Kalangan Umkm (Bengkel Motor). *Insan Pembangunan Sistem Informasi dan Komputer (IPSIKOM)*, 4(2).
- Cahyaningtyas, R., & Iriyani, S. 2014, Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Pada Smp Negeri 3 Tulakan, Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan. *Indonesian Journal of Networking and Security (IJNS)*, 4(2).
- Fitri, M. 2022, Transformasi Arsip Dalam Menghadapi Era Digital. *Jurnal Informatika*.

PEDOMAN PENULISAN

Ketentuan Umum

1. Penulis harus menjamin bahwa naskah yang dikirimkan adalah asli dan tidak pernah dipublikasikan di jurnal lainnya
2. Naskah yang akan di publikasikan pada Jurnal ismeTek dapat berupa hasil penelitian atau ulasan ilmiah.
3. Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia.
4. Penentuan layak tidaknya naskah yang akan dipublikasikan ditentukan oleh Dewan Redaksi Jurnal ismeTek berdasarkan masukan dari Redaksi Ahli yang kompeten. Naskah dikirimkan ke redaksi dalam bentuk naskah asli dan *Softcopy (microsoft office word)* dalam CD atau dapat dikirimkan melalui email. Naskah dapat dikirimkan kepada: Redaksi Jurnal ismeTek, Institut Teknologi Budi Utomo Jl. Raya Mawar Merah No. 23 Pondok Kopi Jakarta timur Telp. (021) 8611849 – 8611850 Fax. 8613627, e-mail: jurnalismetekitbu@gmail.com
5. Hak Cipta (*copyright*) tulisan yang dimuat berada pada Jurnal ismeTek.

Standar Penulisan

1. Naskah diketik dengan jarak 1 (satu) spasi dengan *margin* atas 3 cm, bawah 3 cm, kanan 3 cm, dan kiri 4 cm. naskah diketik di atas kertas A4 dengan jumlah kata antara 4.000 sampai 7.000 kata, termasuk gambar dan tabel yang diketik pada atau *file* terpisah dari teks.
2. Naskah diketik menggunakan program *Microsoft Word*, kecuali tabel dan grafik menggunakan *Microsoft Excel*, dan Gambar menggunakan format JPEG atau TIFF, formula matematika menggunakan *equation*. Huruf standar yang digunakan untuk penulisan adalah Times New Roman 11, kecuali Judul berukuran 14, sub judul berukuran 12. Untuk Abstrak, Judul Gambar, dan judul Tabel diketik dengan ukuran 10.
3. Naskah g berupa hasil penelitian maupun ulasan ilmiah disusun dengan urutan judul, nama penulis, alamat lengkap instansi setiap penulis, abstrak, pendahuluan, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka.

Tata Cara Penulisan Naskah

1. Judul

Judul harus singkat, spesifik, dan informatif yang mencerminkan secara tepat isi naskah, dengan jumlah kata maksimal 15 kata ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Judul diikuti dengan nama pengarang, institusi dan alamat, serta catatan kaki yang merujuk pada penulisan yang bertanggung jawab untuk surat-menyurat (*corresponding author*), lengkap dengan alamat surat dan alamat *e-mail*.

2. Abstrak.

Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Abstrak tidak boleh melebihi 250 kata dalam satu paragraf. Abstrak berisi intisari dari keseluruhan naskah. Hindari penggunaan singkatan kecuali yang telah umum digunakan.

3. Kata Kunci (*keyword*)

Kata kunci ditulis dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia, terdiri ts lima kata, disusun berdasarkan kepentingan dan disajikan setelah abstrak.

4. Pendahuluan

Pada bagian ini disajikan latar belakang yang didukung dengan intisari pustaka, tujuan, dan apabila diperlukan ruang lingkup penelitian sehingga pembaca dapat mengevaluasi hasil kajian tanpa harus membaca publikasi sebelumnya. Pustaka yang digunakan harus yang benar benar relevan dengan penelitian yang dilakukan. Tinjauan pustaka sebaiknya diintegrasikan pada bagian pendahuluan, metode, dan pembahasan. Untuk naskah yang berupa ulasan ilmiah, bagian pendahuluan menyajikan latar belakang dan tujuan, serta manfaat pemelihan topik.

5. Metode Penelitian (untuk Naskah Hasil Penelitian)

Bagian ini berisi informasi teknik dan rinci sehingga percobaan dapat di ulang dengan baik oleh peneliti lainnya. Jika dalam penelitian digunakan peralatan/instrumen khusus, maka perlu diberikan spesifikasi alat dan kondisi operasi

6. Hasil dan Pembahasan (untuk Naskah Hasil Penelitian)

Bagian ini menyajikan hasil penelitian, baik dalam bentuk bahan teks, tabel, atau gambar. Penggunaan foto sangat dibatasi pada hasil yang jelas. Setiap gambar dan tabel diberi nomor secara berurut dan harus diacu pada naskah.

7. Kesimpulan

Kesimpulan ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi hasil penelitian atau ulasan ilmiah yang diperoleh.

Saran diberikan secara jelas untuk dapat di tindaklanjuti oleh pihak yang relevan.

8. Daftar Pustaka

Disusu berdsarkan urutan abjad dan angka menggunakan *author-date system* yang relevan dengan tulisan dengan penulis//1

Pustaka yang digunakan merupakan pustaka mutakhir (10 tahun terakhir).

Buku:

1. Budiyono, 2013, **Teknik Pengolahan Air**, Graha Ilmu, Yogyakarta

Jurnal atau Majalah atau Prosiding

1. Marpaung, Budi, "Perbandingan **Metode Hungarian dan Pendekatan Program Dinamis dalam Pemecahan Assignment Problem**", Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer Vol. 01 (Januari – Maret 2012) : 79-87.



9 780154 435081