

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI KALKULASI *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVINESS (OEE)* PADA LINE KEMAS PT.SAKAFARMA LABORATORIES BERBASIS *PLC SIEMENS S7-1200* DAN *INTERNET OF THINGS (IOT)*

¹*Mohammad Fathoni*

¹*Program Studi Teknik Elektro ,FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
m.fathoni@itbu.ac.id*

Abstrak

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah takaran seberapa efektif mesin beroperasi. OEE sangat sederhana, jelas, dan merupakan standar terpercaya. Namun, sumber data yang didapatkan menunjukkan ketidaksempurnaan. Di PT.Sakafarma Laboratories dalam mendapatkan nilai OEE dikarenakan umumnya masih manual. Dengan mengembangkan metode akuisisi dan kalkulasi data tim produksi dapat memantau performa mesin secara langsung dan mengambil keputusan dengan cepat dan akurat. Didalam tulisan ini dibuatlah sistem otomatisasi mengintegrasikan *PLC* untuk kalkulasi dan data akuisisi yang kemudian dapat diakses menggunakan web berbasis *IoT*. *PLC* yang digunakan dengan tipe *S7-1200* dengan menggunakan *function block* program untuk melakukan kalkulasi data agar data lebih akurat, kemudian data tersebut dilakukan akuisisi dengan *SCADA* scada melakukan akuisisi data dengan protocol *OPC UA* dan kemudian dapat ditampilkan data tersebut berbasis web menggunakan *VPN*. Hasil yang diharapkan pada pengujian alat ini adalah pemantauan performa mesin secara langsung agar dapat mengambil keputusan dengan cepat karna data yang diolah akurat dengan presentasi akurasi data 1% setelah dilakukan verifikasi data tersebut valid dan dapat digunakan diatas kebijakan perusahaan

Kata Kunci : *Overall Equipment Effectiveness, Programeble Logic Control, Internt of Things*

1. PENDAHULUAN

PT.Sakafarma Laboratories merupakan perusahaan farmasi yang memproduksi obat-obatan *FMCG (Fast Moving Consumer Goods)*, yang memiliki *line pacaging* dengan 3 mesin *Catch Master 1*, Mesin *pacaging Catch Master 1* memiliki kecepatan output 240 strip per menit, dimana per stripnya memiliki 4 tablet. Yang berjalan 24 jam atau 3 shift tanpa berhenti. Atas hal tersebut pihak perusahaan menginginkan menjalankan *TPM (Total Productive Maintenance)* dimana metode untuk mengukur (metrik) dalam penerapan program *TPM* adalah dengan metode *OEE (overall Equipment Effectivitness)* yang sekaligus ingin menerapkan program digitalisasi industri 4.0 (Susanto, 2017).

Kalkulasi *OEE* yang sudah berjalan dengan sistem manual dengan pencatatan oprator *pacaging* yang menghitung *output, reject, loading time, breakdown time*. Hal tersebut sering sering terjadi kesalahan dan kekeliruan yang mengakibatkan nilai *OEE*

sering tidak sesuai harapan. Dan perhitungan *OEE* dilakukan di akhir bulan yang mengakibatkan tim produksi terlalu lama dalam mengambil keputusan dalam menganalisa performa dari mesin. kemudian untuk ketiga mesin *pacaging* tersebut belum ada sistem integrasi yang menghubungkan ketiga mesin tersebut, untuk memonitoring secara realtime. Oleh karna itu sistem pencatatan manual masih belum efisien untuk mendapat data *OEE* yang akurat dan cepat (Yuhendri, 2018).

Dengan penambahan sistem *PLC* yang terpusat untuk melakukan data akuisisi dan kalkulasi secara realtime, oprator tidak perlu melakukan pencatatan *output, reject, loading time, breakdown time*. Hal ini dapat dilakukan oleh *PLC* dengan akurasi data dan proses kalkulasi secara realtime dapat dilakukan dengan mudah. Kemudian data kalkulasi *OEE* tersebut dapat di ditampilkan secara realtime dengan sistem *IoT*, dan pihak perusahaan dapat mengambil keputusan dengan cepat jika terjadi ketidak normalan pada sistem

produksi yang mengacu pada *Performance*, *Avability*, dan *Quality* (Suliantoro, 2017).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis data. Dimana dalam penelitian ini akan dilakukan pengumpulan data *OEE* di PT. Sakafarma Laboratories. Data data yang diperoleh merupakan data yang berbentuk angka-angka, sehingga untuk mengolahnya menggunakan metode kuantitatif yang menggunakan rumus-rumus tertentu. Rumus-rumus tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Availability*, *Performance* dan *Quality* pada *OEE* dan dalam perbandingan nilai manual terhadap otomasi dengan PLC di *Line* kemas PT.Sakafarma Laboratories

2.2. Metode Analisis Data

Metode yang dipilih menggunakan metode analisis data secara deskriptif, data yang didapatkan berupa tabel, grafik, dan *dashboard* akan di deskriptifkan (dijelaskan) secara akurat dan tepat bagaimana proses akuisisi data hingga penjelasan dari mana data lapangan tersebut diambil dari mesin hingga mampu di terima PLC Siemens S71200 menjadi data *real* yang akan di tampilkan ke *dashboard*

3. PEMBAHASAN

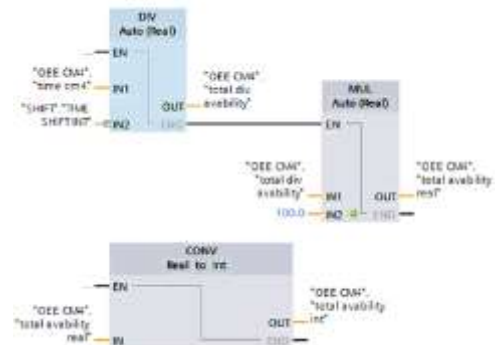
3.1. Pembuatan Program Pengambilan Data OEE

1. Pengambilan data dan Pembuatan Program *Availability*

Data *Availability* didapat dari *Operarting Time* dibagi dengan dengan *Planned production* pada program digunakan *function (DIV)* untuk melakukan pembagian dari “time cm4” dibagi dengan “TIME SHIFT INT” kemudian data tersebut menjadi “total div avability”. Kemudian nilai “total div avability” dikali 100 menggunakan *function block (MUL)* dan data “total avability real” dilakukan konversi tipe data menggunakan *function block (CONV)* dari tipe data *Real* ke *Integer* agar memudahkan melakukan pembacaan pada data *SCADA* (Rifaldi, 2020).

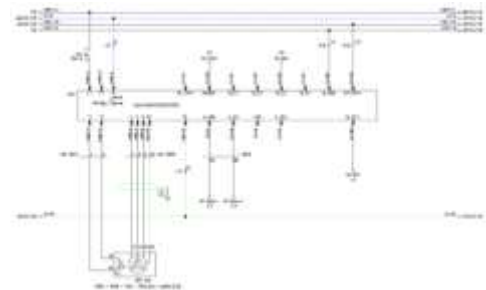
Untuk mendapatkan data *Operating Time* dari mesin dilakukan pengambilan sinyal (4.5

HA Start) dengan ditambahkan relay dan kemudian sinyal dilakukan *spliting* menuju *PLC existing* mesin dan *PLC S7-1200*, kemudian memberikan sinyal indikasi bahwa mesin *running* ke *PLC S7-1200*.



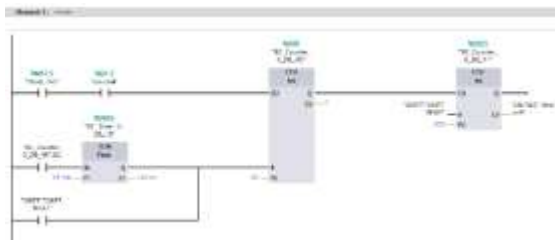
Gambar 1 *Function Block Availability*
Sumber: Data Proyek

Data *Operation Time* diambil dari sinyal (4.5 HA Start) yang menuju *Digital Input (%I21.3)* “run cm4” data tersebut menjadi data dengan format *Boolean* yang memiliki nilai ON adalah *True* dan OFF adalah *False*. Sedangkan data *Operation Time* bernilai waktu atau data *Integer*.



Gambar 2 *Wiring Diagram Main Drive Mesin CM1*
Sumber: Data Proyek

Konversi data dari *Boolean* ke satuan waktu *Integer*, didapat dari tag %M17.5 yang melakukan clock 1 Hz atau clock 1 detik yang kemudian jika %I21.3 “run cm4” dalam posisi true diagram blok akan menjadi *Normal Close* dan melakukan counter pada diagram *block (CTU)* %DB8 dengan reset tiap counter 60 kali, yang menandakan output *CTU* %DB8 adalah *Bolean Menit* dari *Operation Time*. Kemudian data *boolean* dari *CTU* %DB8 diteruskan ke *CTU* %DB55 untuk mengumpulkan counter time total dari *Operating Time* mesin CM.



Gambar 1 Konversi data Boolean ke satuan waktu Integer
Sumber: Data Proyek

Konversi data dari Boolean ke satuan waktu Integer, didapat dari tag %M17.5 yang melakukan clock 1 Hz atau clock 1 detik yang kemudian jika %I21.3 “run cm4” dalam posisi true diagram blok akan menjadi Normal Close dan melakukan counter pada diagram block (CTU) %DB8 dengan reset tiap counter 60 kali, yang menjadikan output CTU %DB8 adalah Boolean Menit dari Operation Time. Kemudian data boolean dari CTU %DB8 diteruskan ke CTU %DB55 untuk mengumpulkan counter time total dari Operating Time mesin CM.

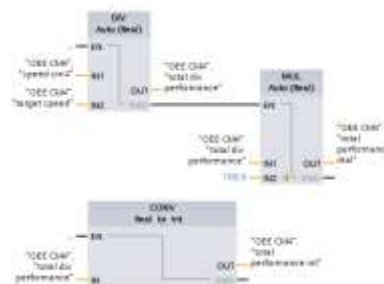
Name	Data type	Start value	Reset	Accessible	Initial
time cm4	Real	0.0			
total div availability	Real	0.0			
total availability real	Real	0.0			
total availability int	Int	0			
target speed	Real	0.0			
speed cm4	Real	0.0			

Gambar 4. Data Blocks DB91
Sumber: Data Proyek

Ditambahkan Program Bloks DB91 memudahkan melakukan program dan melakukan manajemen tag pada pemrograman PLC. Untuk baris 2 sampai 7 digunakan untuk kalkulasi availability.

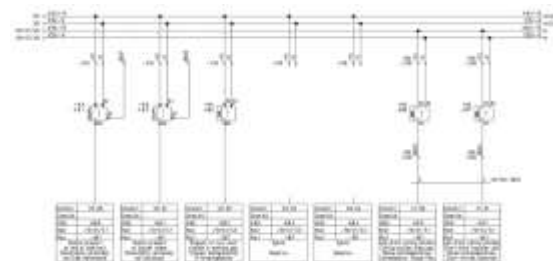
3.2. Pengambilan Data dan Pembuatan Program Performance

Data performace didapat dari hasil bagi dari Speed actual dibagi Ideal Runtime atau Ideal speed. Pada program tersebut digunakan function bloks (DIV) untuk membagi nilai “speed cm4” dibagi dengan “target speed” hasil bagi tersebut menjadi “total div performance”. Kemudian “total div performance” di kali 100 agar menjadi nilai persen. Kemudian dilakukan konversi dari data Real ke Integer menggunakan function (CONV) agar memudahkan pengiriman data ke SCADA.



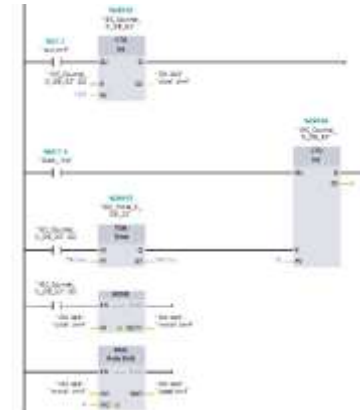
Gambar 4. 2 Program Function bloks Performance
Sumber: Data Proyek

Untuk mengambil nilai speed mesin diambil dari umpan balik dari cam drive cutting station, karna proses terahir dari kafting adalah cutting station. Sinyal tersebut berasal dari sensor cam switch, yang memiliki sinyal digital 24VDC.



Gambar 3 Wiring Diagram Camswitch
Sumber: Data Proyek

Sinyal cam drive cutting station tersebut masuk ke %I21.1 “out cm4” yang kemudian melakukan counter up pada (CTU) %DB105, reset counter (CTU)%DB105 dilakukan oleh counter (CTU)%DB106 setelah melakukan counter sebanyak 10 kali dalam 1 Hz (1 detik), kemudian hasil counter (CTU)%DB105 dikali 6 pada function (MUL). Total sped ada pada keluaran (MUL) “speed cm4”.



Gambar 4 Program Function bloks Speed
Sumber: Data Proyek

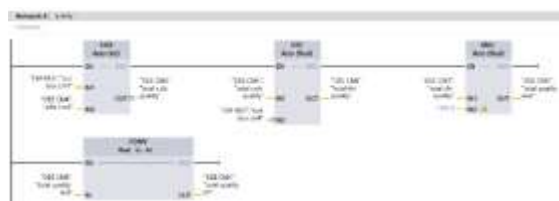
Ditambahkan *Program Bloks DB91* memudahkan melakukan program dan melakukan manajemen tag pada pemrograman PLC. Untuk baris 6 sampai 10 digunakan untuk kalkulasi *performance*.

target speed	Real	0.0							
speed cm4	Real	0.0							
total div performance	Real	0.0							
total performance real	Real	0.0							
total performance int	Int	0							

Gambar 5 Data Blocks Performance DB91
Sumber: Data Proyek

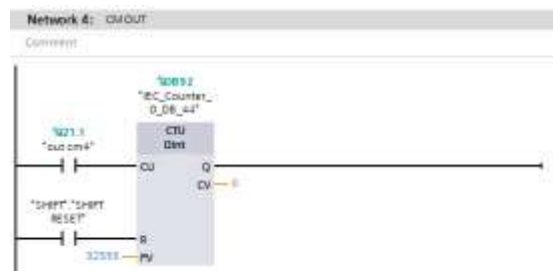
3.3. Pengambilan Data dan Pembuatan Program *Quality*

Pada gambar dibawah ini menunjukkan program *bloks Quality* diperoleh dari pengurangan dari output dikurangi afkir untuk melakukan pengurangan menggunakan *function bloks* (SUB) pembagian dari “out box cm4” dikurangi “afkir cm4”, kemudian data pengurangan ada pada “total sub quality”, kemudian dilakukan pembagian dengan *function bloks* (DIV), pembagian antara “total sub quality” dibagi dengan “out box cm4” data keluaran dari pembagian ada pada “total div quality” kemudian agar nilai *quality* menjadi persen maka dilakukan perkalian dengan *function bloks* (MUL) antara “total div quality” dikali 100. Kemudian dilakukan konfersi data dari *Real* menjadi *Integer* dengan *function bloks* (CONV).



Gambar 6 Program Blocks *Quality*
Sumber: Data Proyek

Seperti pada Gambar 10 *program bloks* menggunakan *counter* (CTU) %DB92 yang di *counter* oleh %I21.1 “out cm4” counter tersebut dilakukan reset tiap akhir shift oleh tag “SHIFT RESET” nilai *Preset Value* menggunakan nilai maksimal dari nilai *integer* 16 bit yaitu 32555.



Gambar 7 Program Blocks Output Mesin
Sumber: Data Proyek

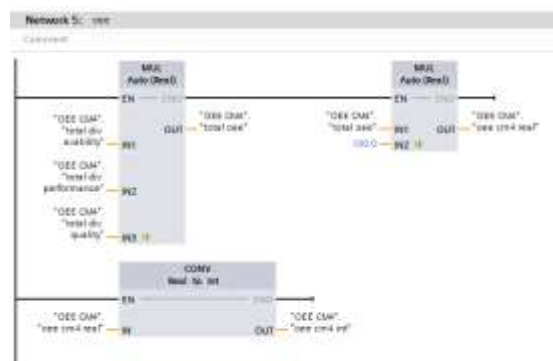
Ditambahkan *Program Bloks DB91* memudahkan melakukan program dan melakukan manajemen tag pada pemrograman PLC. Untuk baris 11 sampai 15 digunakan untuk kalkulasi *Quality*.

afkir cm4	Int	0							
total sub quality	Real	0.0							
total div quality	Real	0.0							
total quality real	Real	0.0							
total quality int	Int	0							

Gambar 8 Data Blocks Quality DB91
Sumber: Data Proyek

3.4. Kalkulasi Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Kalkulasi untuk mendapatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* dilakukan dengan cara melakukan perkalian dari data yang sebelumnya sudah didapat seperti *Availability*, *Performance*, dan *Quality* kemudian untuk mendapatkan nilai presentase dari OEE total perkalian tersebut dikali dengan 100%.

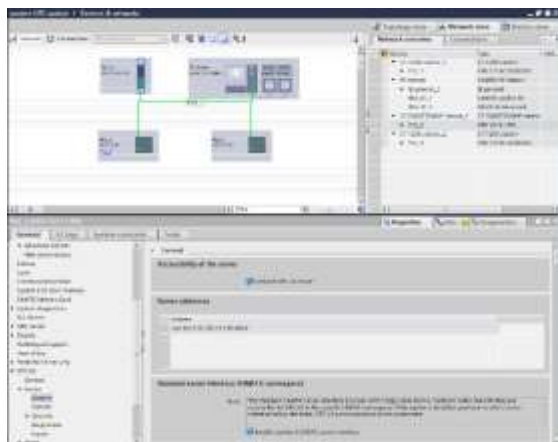


Gambar 9 Program Blocks OEE
Sumber: Data Proyek

Pada Gambar 12 program perkalian dilakukan menggunakan *program bloks* (MUL) dari data “total div avability”, “total div performance” dan “total div quality” total perkalian tersebut masuk kedalam tag “total oee” kemudian untuk mendapatkan nilai presentase dilakukan perkalian menggunakan *program bloks* (MUL) antara “total oee” dikali 100, untuk memudahkan pengambilan data menggunakan SCADA ditambahkan *program bloks* konversi menggunakan (CONV) untuk mengubah data dari *Real* menjadi tipe data *Integer*.

3.5. Pembuatan Tag OPC UA untuk komunikasi ke SCADA

PLC Siemens S71200 memiliki format komunikasi OPC UA Server yang dapat digunakan menjadi komunikasi antara PLC dengan SCADA yang akan dibuat, dan tipe SCADA CMT FHDX-220 memiliki format OPC UA Client yang dapat terhubung dengan OPC UA Server milik PLC.



Gambar 10 Program Blocks OEE
Sumber: Data Proyek

Konfigurasi *Hardware* pada PLC dilakukan untuk melakukan aktivasi akses OPC UA Server dengan melakukan ceklist pada (Activate OPC UA server) dan kemudian dilakukan *addressing* dengan alamat (opc.tcp://10.126.15.150:4840).



Gambar 11 OPC UA Server tags
Sumber: Data Proyek

Pada Gambar 14 dilakukan pembuatan *Tags* untuk OPC dengan *Data Bloks* (DB91) dengan ini tags yang berada di (DB91) sudah menjadi tags OPC yang nantinya dapat dilakukan komunikasi dengan SCADA.

3.6. Pembuatan Dashboard Tampilan SCADA

Setelah melakukan data akuisisi pada mesin dan kalkulasi pada program PLC kemudian dibuat protokol komunikasi menggunakan OPC langkah selanjutnya membuat *Dashboard* tampilan pada SCADA. *Hardware* SCADA yang digunakan menggunakan Weintek seri FHDX-220 dengan protokol komunikasi OPC dan juga IOT, untuk *Software* yang digunakan untuk pembuatan *Dashboard* menggunakan *EasyBuilder pro*.



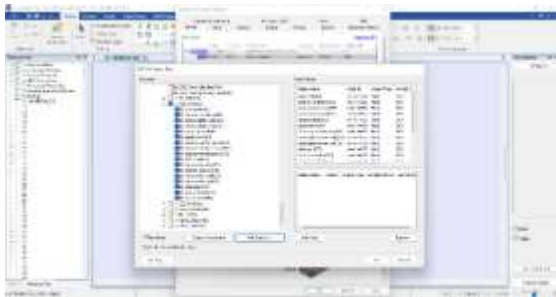
Gambar 12 Create New Project EasyBuilder pro
Sumber: Data Proyek

Gambar 15 merupakan tampilan awal saat *create new project* pada aplikasi EasyBuilder pro, disini kita memilih perangkat yang akan digunakan sesuai spesifikasi dan kebutuhan. Disini digunakan CMT-FHDX 220 sebagai *hardware* SCADA.



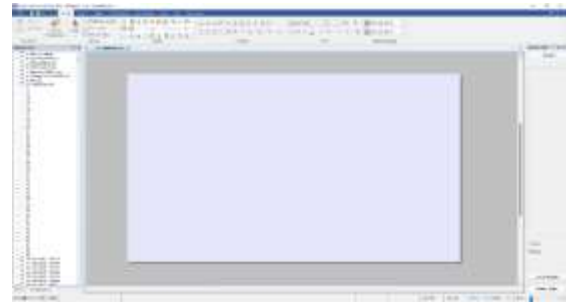
Gambar 13 EasyBuilder pro *Communication Settings*
Sumber: Data Proyek

Setelah melakukan pemilihan hardware seperti pada Gambar 15 kemudian dilakukan konfigurasi komunikasi seperti Gambar 4.16, konfigurasi komunikasi menggunakan OPC UA *Client*, kemudian dilakukan konfigurasi alamat OPC sesuai *hardware* PLC yang telah dikonfigurasi dengan menggunakan format alamat (10.126.15.150:4840) kemudian klik *ok*.



Gambar 4. 14 *EasyBuilder Pro OPC UA Tags*
Sumber: Data Proyek

Tags OPC dapat otomatis dilakukan *scanning* oleh *EasyBuilder pro*, seperti pada Gambar 4.17 tag pada DB91 dapat sepenuhnya diambil. Kemudian klik (Add Items) agar tag dapat tersimpan di CMT FHDX220. Untuk *formart data type* dapat *generate* secara otomatis oleh sistem dan tidak dilakukan klasifikasi data tipe lagi pada SCADA, setelah data masuk pada (Import Items) kemudian klik (ok) untuk melakukan step selanjutnya.



Gambar 15 Pembuatan *Window* Baru
Sumber: Data Proyek

Gambar 18 menjelaskan tampilan awal pembuatan *dashboard* pada SCADA, tampilan nantinya dibuat sesuai kebutuhan desainer dan user sehingga kita bisa melakukan perubahan dan modifikasi pada tampilan yang mudah diterima oleh penerima informasi.

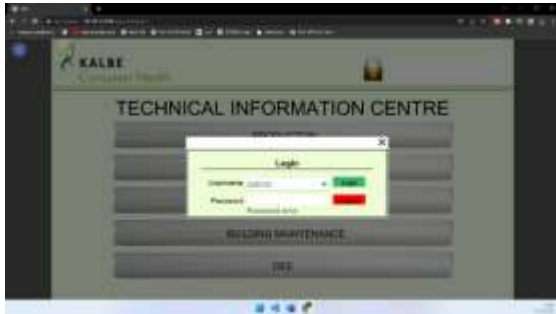
2. Hasil Rancang Bangun

Hasil rancang bangun ini berisi tentang *Dashboard* yang telah di finaisasi dan di setuju oleh departement produksi, dan dapat di akses oleh jaringan lokal perusahaan dan secara jaringan global dengan akses internet.



Gambar 16 Tampilan *Dashboard* awal OEE
Sumber: Data Proyek

Gambar 19 merupakan tampilan awal *dashboard* yang dapat di kostumisasi dengan penambahan objek dan tag sesuai kebutuhan *user*. Pada tampilan ini bisa kita tambahkan *board login* untuk sistem keamanan data perusahaan. Selain itu tampilan *home dashboard* dapat langsung menampilkan data OEE.



Gambar 17 Tampilan Login pada Dashboard
Sumber: Data Proyek

Gambar 20 menampilkan login data dengan keamanan Username dan Password yang dapat di kostumisasi sesuai keinginan user kemudian ditambahkan *buton* untuk Login dan Logout untuk memudahkan akses dan penggantian username, dan muncul *notifikasi* jika terjadi kesalahan dalam input Username dan Password dengan memunculkan tulisan *Password Error*.



Gambar 18 Tampilan Overview OEE CM1
Sumber: Data Proyek

Gambar 21 merupakan tampilan utama status dan OEE mesin, berikut penjelasan lengkap tampilan *CM1 OVERVIEW* :

- Runtime* : Waktu oprasi mesin dalam satu shift dengan satuan menit
- Idle time* : Waktu operasi mesin namun tidak menghasilkan *output*
- Stop* : Waktu berhenti mesin dalam satuan menit
- Breakdown* : Waktu berhenti mesin ketika terjadi kerusakan
- Actual Speed* : Kecepatan mesin sesungguhnya dalam satuan *slave/min*
- Target Speed* : Target kecepatan Mesin dalam satuan *slave per menit*

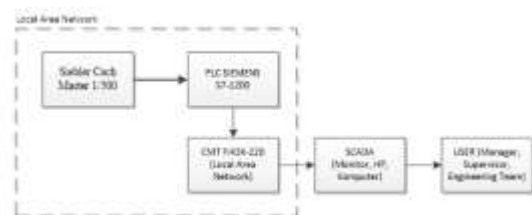
- Output* : Banyaknya produk yang dihasilkan ketika proses produksi
- Afkir* : Banyaknya prodak yang tidak sesuai standar (*reject*)
- OEE Trend* : Trend OEE yang fluktuatif berdasarkan waktu historical
- Total OEE* : Hasil perhitungan dari *availability, performance, quality*



Gambar 19 Tampilan Overview OEE CM1 dengan Smartphone
Sumber: Data Proyek

Gambar 22 merupakan tampilan *dashboard* yang diakses menggunakan *SmartPhone* berbasis *android* secara keseluruhan data yang tampilan pada *SmartPhone* sama seperti yang ditampilkan pada PC. Sistem ini dapat diakses dengan jaringan *simcard* menggunakan *VPN* atau jaringan *wifi* jaringan lokal perusahaan.

Adapun cara kerja dan aliran alir data dari sistem yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 20 Cara Kerja dan Arah Aliran Data
Sumber: Data Proyek

Arah aliran data diambil dari mesin siber CM1/500 dengan mengambil data dari tiap sensor *existing* yang sudah terpasang, lalu dilakukan pengolahan seperti konversi dan kalkulasi data ke PLC S7-1200, jika data sudah dilakukan konversi dan kalkulasi kemudian dibuatkan *tagging* yang nantinya dikirim ke CMT FHDX-220 melalui komunikasi *OPC UA*

di jaringan *Local Area Network* menggunakan kabel RJ45. Data tersebut kemudian diolah pada CMT FHDX-220 yang nantinya dibuatkan tampilan *interface*, jika desain dinyatakan memenuhi syarat dan sesuai standar *user* maka *interface* di lakukan aktifasi *easy access* untuk bisa diakses secara IoT dan data sudah bisa di masukan kedalam *Cloud Server*, lalu *user* dapat mengakses data tersebut dengan berbagai platform seperti monitor, *handphone*, dan komputer, dan pada akhirnya data dari arah alir adalah ke pengguna dengan tujuan untuk melihat OEE, dan untuk keperluan analisa pada sistem produksi.

Setelah proses rancang bangun dan pembuatan *interface dashboard* selesai, maka proses tersebut perlu dilakukan pengkajian kembali agar memberikan data yang lebih baik, dengan metode pengambilan data selama 10 hari pada periode 01 September 2022 sampai 10 September 2022, validasi dilakukan antara pencatatan manual dengan pencatatan yang dilakukan oleh PLC

Tabel 1 Kalkulasi OEE Manual oleh Operator

Date	Avability	Performance	Quality	oee
01/09/2022	62%	80%	100%	50%
02/09/2022	70%	90%	100%	63%
03/09/2022	77%	90%	100%	69%
04/09/2022	63%	100%	100%	63%
05/09/2022	62%	100%	100%	62%
06/09/2022	68%	89%	100%	61%
07/09/2022	69%	88%	100%	61%
08/09/2022	71%	98%	100%	70%
09/09/2022	60%	99%	100%	59%
10/09/2022	65%	100%	100%	65%

Sumber: Data Proyek

Tabel 2 Kalkulasi OEE Manual oleh PLC

Date	Avability	Performance	Quality	oee
01/09/2022	60%	80%	100%	48%
02/09/2022	65%	90%	100%	59%
03/09/2022	68%	90%	100%	61%
04/09/2022	63%	100%	100%	63%
05/09/2022	65%	100%	100%	65%
06/09/2022	70%	89%	100%	62%
07/09/2022	70%	88%	100%	62%
08/09/2022	70%	98%	100%	69%
09/09/2022	60%	99%	100%	59%
10/09/2022	65%	100%	100%	65%

Sumber: Data Proyek

Setelah proses rancang bangun dan pembuatan *interface dashboard* selesai, maka proses tersebut perlu dilakukan pengkajian kembali agar memberikan yang lebih baik ,

seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan tabel 2 dimana setelah dilakukan penelitian dengan pengambilan data didapat rata -rata perbandingan perhitungan manual dan perhitungan menggunakan plc berada pada 1% *error* hal ini membuktikan bahwa sistem berjalan dengan baik, dan pihak perusahaan memvalidasi dan menggunakan data tersebut untuk analisa sistem produksi.

4. KESIMPULAN

Rancang bangun sistem kalkulasi OEE menggunakan PLC *Siemens S7-1200* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Rancang bangun sistem kalkulasi OEE menggunakan PLC *Siemens S7-1200* menggunakan aplikasi Tia Portal, cMT FHDX, aplikasi *easy builder*. Sistem ini dapat diakses menggunakan *Global IP* dan *Local IP*.
- b. Validasi data pengujian sistem rancang bangun dilakukan dari 1 September 2022 sampai 10 September 2022 didapat selisih 1% saja, hal ini terjadi karna ada faktor eksternal dan internal yang terjadi pada pengambilan data.
- c. Hasil monitoring menggambarkan apa yang terjadi pada sistem produksi berdasarkan beberapa nilai dari avability, performance, quality. Hal ini sangat membantu memecahkan penyebab masalah, sehingga hal ini dapat diselesaikan menggunakan OEE.

1. DAFTAR PUSTAKA

1. A. Susanto, "MODUL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) BERBASIS ARDUINO SEVERINO," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, 2017, [Online].Available: <http://journal.uny.ac.id/index.php/jee/>
2. D. Yuhendri, "Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis," 2018.
3. H. Suliantoro, N. Susanto, H. Prastawa, and I. Sihombing, "PENERAPAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) UNTUK MENGUKUR EFEKTIFITAS MESIN RENG," 2017.

4. M. R. Rifaldi, G. Kec, P. Rebo, and J. Timur, "Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tandem 03 Di PT. Supernova Flexible Packaging," *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 2, no. 2, 2020.