

PENERAPAN DAN ANALISIS *PROTOTYPE* *FAN COOLING UNIT (FCU)* MENGGUNAKAN ARDUINO UNTUK MENJAGA SUHU RUANG BAHAN BAKU AKTIF DI PT. XYZ

Triyono Budi Santoso

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

Abstrak

PT. XYZ Pharmaceuticals yang kemudian disingkat PT XYZ memproduksi *Parenteral Oncology Products*. Dengan banyaknya produk baru yang akan diproduksi di PT XYZ, maka dibutuhkan juga bahan baku baru, yang mana bahan baku aktif tersebut mempunyai spesifikasi penyimpanannya $25^{\circ}\text{C} \pm 3$. Bahan baku aktif yang baru ini lebih sensitif terhadap suhu $> 28^{\circ}\text{C}$ karena pada suhu tersebut dapat menurunkan kualitas dari bahan baku aktif itu sendiri. Sehingga perlu dilakukan penelitian dengan membuat sebuah *prototype FCU* yang dapat bekerja secara otomatis, dimanaketika suhu ruangan naik dari *setpoint* yang telah ditentukan akibat dari kerusakan, perbaikan, perawatan pada AC Split maka sistem *prototype* ini akan bekerja secara otomatis. dengan cara sensor suhu yang terpasang pada ruangan memberikan signal input ke Arduino untuk membunyikan alarm yang dipasang di ruang *office warehouse*, yang selanjutnya membuka *motorized damper* secara otomatis yang telah dipasang atau diparalel *ductingnya* ke sistem *FCU* yang bekerja selama 24 jam *non stop*. Metode penelitian yang digunakan adalah desain eksperimen guna mendapatkan gambaran aplikasi yang akan dibangun melalui pembuatan *prototype* terlebih dahulu kemudian akan dievaluasi dalam penelitian ini. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *prototype* ini dapat bekerja dengan baik yaitu ketika suhu pada ruang *prototype* mengalami kenaikan, maka sistem pada *prototype FCU* akan bekerja secara otomatis dan sistem alarm dapat bekerja dengan baik.. Namun demikian pada penelitian ini, *cooling capacity* dari rentang suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 3$ peltier hanya dapat mendinginkan suhu ruang di 24.7°C sehingga dapat dikembangkan selanjutnya dengan menggunakan peltier yang lebih relevan sesuai kebutuhan.

Kata Kunci: *prototype*, *Fan Cooling Unit*, bahan baku aktif, arduino, peltier.

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ Pharmaceuticals yang kemudian disingkat PT XYZ memproduksi **Parenteral Oncology Products** dengan kemampuan menangani *Occupational Exposure Bands (OEB) 5*, yaitu aktivitas yang mengandung bahan sitotoksik dan/atau memiliki efek farmakologi yang tinggi. Produk Onkologi yang dibuat adalah injeksi likuid dalam vial 5-50 mL, serbuk beku kering/*Freeze Drying*, Aseptic Filling, dan mampu memproduksi produk terminal sterilization.

Ruang penyimpanan bahan baku aktif dalam membuat produk onkologi harus disimpan dalam ruang penyimpanan dengan suhu operasi pada $25^{\circ}\text{C} \pm 3$ untuk menjaga mutu produk. Ruang penyimpanan bahan baku aktif pun harus didukung sistem pendingin ruangan yang baik yang selanjutnya disebut sistem *Fan Cooling Unit (FCU)* dimana sistem pendingin menggunakan *chilled water* lalu dihubungkan ke *cooling coil* lalu udara dingin yang dihasilkan disalurkan melalui *ducting* dan terdapat *automatic damper* untuk menutup dan membuka aliran udara secara otomatis.

PT XYZ sendiri telah menyediakan ruang untuk menyimpan semua bahan baku dan bahan eksipien lainnya yang suhu ruangnya dijaga oleh AC Split. Seiring berjalannya waktu PT XYZ sedang mengembangkan produk baru, dimana bahan baku aktif baru tersebut harus dijaga suhu ruangan penyimpanannya sedemikian rupa (Ahmad, 2021).

Penelitian ini melakukan *improvement* dengan membuat sistem yang bekerja secara otomatis, dimana ketika suhu ruangan naik dari *setpoint* yang telah ditentukan yang disebabkan oleh kerusakan sistem AC Split atau sedang dilakukannya pemeliharaan sistem AC Split, kemudian sensor suhu yang terpasang pada ruangan memberikan signal input ke Arduino untuk membunyikan alarm yang dipasang di ruang *office warehouse* selanjutnya membuka *motorized damper* secara otomatis yang telah dipasang atau diparalel *ductingnya* ke sistem *FCU* yang bekerja selama 24 jam *non stop*. Dengan demikian, ruang penyimpanan bahan baku aktif tersebut dapat terjaga sesuai spesifikasi yang telah ditentukan (Dhita Sari, 2017).

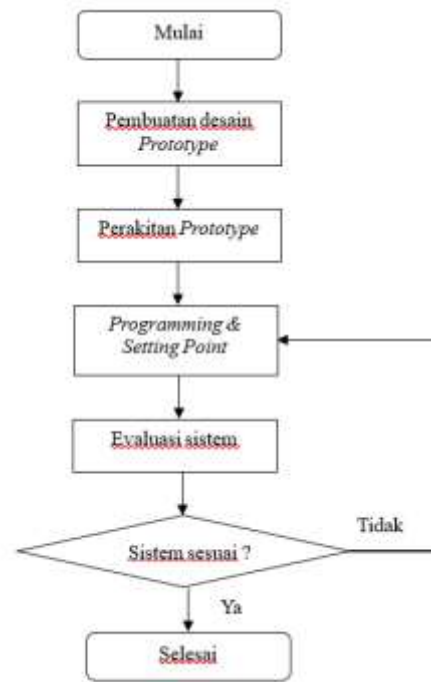
2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan yaitu desain percobaan dengan *prototyping*. Dalam sistem *prototype*, penelitian secara kuantitatif yang dilakukan adalah *eksperimental* dengan melakukan uji coba sistem dan selanjutnya menganalisa terhadap variabel input dan variabel output yang dihasilkan untuk mengetahui kemampuan dan kualitas kinerja system. *Prototyping* merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak maupun perangkat keras yang banyak digunakan. Metode *Prototype* adalah versi awal dari sistem perangkat lunak ataupun perangkat keras yang digunakan untuk mendemonstrasikan konsep-konsep, percobaan sistem, dan menemukan lebih banyak masalah dan solusi yang memungkinkan.

Metode *prototyping* yang digunakan di dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran aplikasi yang akan dibangun melalui pembuatan aplikasi *prototype* terlebih dahulu kemudian akan dievaluasi oleh user. Aplikasi *prototype* yang telah dievaluasi oleh user selanjutnya akan dijadikan acuan untuk membuat aplikasi yang dijadikan produk akhir sebagai output dari penelitian ini.

Eksperimen ini dilakukan dengan membuat *prototype* sistem FCU untuk menjaga suhu ruang bahan baku aktif di PT XYZ. Dengan melakukan eksperimen terhadap pembuatan perangkat, dan diharapkan rangkaian serta program sesuai dengan fungsi serta tujuan dari pembuatan perangkat.

Gambar 1 menerangkan tentang diagram alir perancangan *prototype*.



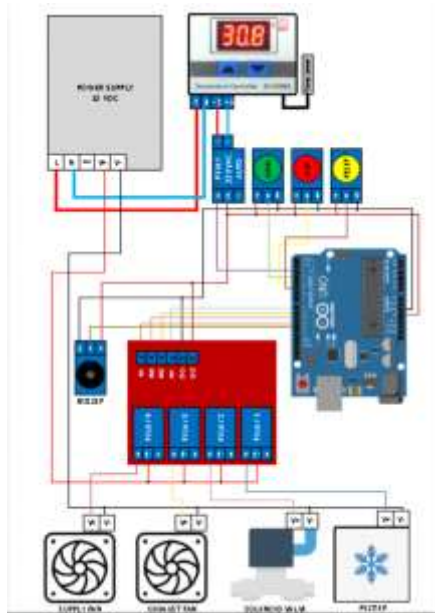
Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Prototype
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses perakitan perangkat keras (alat) serta pemrograman perangkat lunak selesai, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian fungsional. Uji coba ini bertujuan untuk memastikan apakah *prototype* FCU yang telah dibuat dapat beroperasi sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. *Prototype* FCU ini diharapkan dapat berfungsi dengan baik.

3.1 Perancangan rangkaian hardware

Gambar 2 dan 3 berikut ini adalah perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan *Prototype* FCU untuk menjaga suhu ruang bahan baku aktif menggunakan Arduino Uno beserta skema rangkaiannya.



Gambar 2. Skema perangkat keras
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 3. Hasil perakitan perangkat keras
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Setelah program yang telah dirancang pada bagian 3.2 diunggah ke Arduino, sistem akan siap beroperasi. Sensor RTD (*Resistance Temperature Detector*) akan membaca suhu pada ruang dan kemudian akan memberikan sinyal input ke *Thermocontroller* yang akan mengeluarkan output ke Arduino untuk membunyikan *buzzer/alarm* apabila suhu melebihi dari *setpoint* yang disetting pada *thermocontroller* dan menyalakan *cooling fan*, membuka *solenoid valve* untuk mengalirkan udara sejuk ke ruangan.

3.2 Perancangan rangkaian software

```
// Input pin
const int autoBtn = 2; //thermocontrol1
const int startBtn = 3; //push button start
const int stopBtn = 4; //push button stop
const int ackBtn = 5; //push button ack

// Output pin
const int cooling = 8; //peltier
const int sv = 9; //dumper
const int ef = 10; //fan buangan peltier
const int sf = 11; //fan ke ruangan
const int alarm = 12; //buzzer
```

```
// Status
bool alarmStatus = false;
bool autoMode = false;
bool manualStarted = false;

void setup() {
  pinMode(autoBtn, INPUT_PULLUP);
  pinMode(startBtn, INPUT_PULLUP);
  pinMode(stopBtn, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ackBtn, INPUT_PULLUP);

  pinMode(cooling, OUTPUT);
  pinMode(sv, OUTPUT);
  pinMode(ef, OUTPUT);
  pinMode(sf, OUTPUT);
  pinMode(alarm, OUTPUT);

  alloff();
}

void loop() {
  bool autoPressed = digitalRead(autoBtn) == LOW;
  bool startPressed = digitalRead(startBtn) == LOW;
  bool stopPressed = digitalRead(stopBtn) == LOW;
  bool ackPressed = digitalRead(ackBtn) == LOW;

  // STOP ditekan -> matikan semua
  if (stopPressed) {
    alloff();
    alarmStatus = false;
    autoMode = false;
    manualStarted = false;
  }

  // AUTO ditekan -> aktifkan semua termasuk alarm
  else if (autoPressed) {
    autoMode = true;
    manualStarted = false;

    digitalWrite(cooling, HIGH);
    digitalWrite(sv, HIGH);
    digitalWrite(ef, HIGH);
    digitalWrite(sf, HIGH);
    digitalWrite(alarm, HIGH);
    alarmStatus = true;
  }

  // START ditekan saat auto tidak aktif ->
  aktifkan manual (tanpa alarm)
  else if (startPressed && !autoMode) {
    manualStarted = true;

    digitalWrite(cooling, HIGH);
    digitalWrite(sv, HIGH);
    digitalWrite(ef, HIGH);
    digitalWrite(sf, HIGH);
  }

  // ACK ditekan saat alarm menyala
  if (ackPressed && alarmStatus) {
    digitalWrite(alarm, LOW);
    alarmStatus = false;
  }

  delay(100); // debounce
}

void alloff() {
  digitalWrite(cooling, LOW);
  digitalWrite(sv, LOW);
  digitalWrite(ef, LOW);
  digitalWrite(sf, LOW);
  digitalWrite(alarm, LOW);
}
```

3.3 Prosedur Pengoperasian

Berikut ini tahapan prosedur pengoperasian berkaitan dengan, dan yang akan dialami oleh setiap komponen peralatan yang bekerja.

a) Permulaan

Inisialisasi perangkat dimulai dengan langkah pertama dengan memberikan tegangan ke rangkaian sistem.

b) Memulai Mikrokontroler

Setelah sistem sudah aktif, Arduino uno akan mengelola semua input dan output.

c) Sensor *Resistance Temperature Detector* (RTD)

Sensor RTD akan membaca suhu pada ruang *prototype FCU* yang kemudian akan dikirim ke *thermocontroller* agar dapat terbaca pembacaan suhu aktual dan dapat diatur *setpoint*nya. Dan sinyal outputnya akan dikirim ke Arduino.

d) Arduino uno

Arduino akan menerima, mengirim sinyal input maupun output dari *thermocontroller*, *buzzer/alarm*, tombol reset alarm, *fan cooling*, *solenoid valve* yang akan aktif ketika suhu ruang pada *prototype* melebihi dari *setpoint* yang telah diatur.

e) *Thermocontroller*

Thermocontroller akan menampilkan pembacaan suhu aktual pada ruang *prototype* serta terdapat tombol yang dapat digunakan untuk mengatur *setpoint* dan fitur-fitur lainnya.

f) Push button

Ketika reset push button ditekan, Arduino akan mereset *buzzer/alarm*.

g) *Buzzer/Alarm*

Berbunyi ketika suhu pada ruang di *prototype* melebihi *setpoint* yang telah diatur.

h) *Cooling Fan*

Akan menyala ketika mendapat sinyal output dari Arduino bersamaan dengan peltier, *solenoid valve*, *exhaust fan* yang menandakan bahwa suhu pada ruang *prototype* melebihi *setpoint* yang telah diatur.

i) *Solenoid valve*

Akan terbuka ketika mendapat sinyal output dari Arduino yang kemudian dapat

menyalurkan udara sejuk dari *FCU* ke ruang *prototype*.

j) *Relay*

Akan menerima sinyal output dari arduino yang kemudian akan dipakai untuk mengaktifkan *buzzer/alarm*, *cooling fan*, *exhaust fan*, *solenoid valve*, peltier.

k) Peltier

Akan menyala bersamaan dengan *cooling fan*, *solenoid valve*, *exhaust fan* dan bekerja sebagai pendingin/penyejuk udara yang akan ditransfer ke ruang pada *prototype*.

l) *Exhaust fan*

Akan menyala bersamaan dengan *cooling fan*, peltier, *solenoid valve* dan bekerja sebagai pembuang panas dari peltier (Nur Faizi, 2022).

3.4 Hasil Pengujian Sistem dan Analisis

Pengujian dilakukan dengan mengatur beberapa *setpoint* pada *Thermocontroller*. Pada tahap pertama, pengujian dilakukan dengan mengatur 4 *setpoint*, untuk memastikan serta mengevaluasi sistem *cooling* dari *prototype FCU*. Tahap kedua pengujian dilakukan dengan mengatur 7 *setpoint* guna menguji kemampuan pembacaan sensor dan *thermocontroller*, *cooling system* pada pembacaan rentang suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 3$. Tujuan keseluruhan dari pengujian ini adalah untuk memastikan serta mengevaluasi sistem *prototype*, *cooling system FCU* bekerja dengan baik. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Hasil Pengujian dengan 4 *setpoint*

No	Nama Komponen	Setpoint 28°C	Setpoint 27°C	Setpoint 26°C	Setpoint 25°C
1	<i>Thermocontroller</i>	28.8°C	27.4°C	26.4°C	25.6°C
2	<i>Buzzer/Alarm</i>	✓	✓	✓	✓
3	<i>Solenoid valve</i>	✓	✓	✓	✓
4	<i>Exhaust Fan</i>	✓	✓	✓	✓
5	<i>Buzzer alarm</i>	✓	✓	✓	✓
6	<i>Supply Fan</i>	✓	✓	✓	✓
7	<i>Peltier</i>	✓	✓	✓	✓

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pada percobaan yang dituangkan pada tabel 1 ini, penulis menguji kemampuan pembacaan *thermocontroller* serta sistem *cooling* dari *prototype FCU* pada 4 *setpoint* yaitu 28 °C, 27 °C, 26 °C, 25 °C. Hasil pengujian menunjukkan

bahwa *thermocontroller*, *buzzer/alarm*, *solenoid valve*, *cooling fan* dan reset alarm serta sistem *prototype*, *cooling sytem FCU* ini dapat bekerja pada keempat *setpoint*.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan 7 titik *Setpoint*

No	Nama Komponen	Setpoint 28°C	Setpoint 27°C	Setpoint 26°C	Setpoint 25°C	Setpoint 24°C	Setpoint 23°C	Setpoint 22°C
1	<i>Thermocontroller</i>	28.2°C	27.9°C	26.8°C	25.7°C	24.7°C	24.7°C	24.7°C
2	<i>Buzzer/alarm</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	<i>Solenoid valve</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	<i>Exhaust Fan</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	<i>Reset Alarm</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	<i>Supply Fan</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	<i>Peltier</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Dengan menambahkan 3 *setpoint* yaitu di titik 24°C, 23°C, 22 °C yang mana 3 titik *setpoint* tambahan digunakan sebagai titik pengujian *cooling* sistem pada rentang suhu 25°C ± 3, maka output dari *thermocontroller* yang memberikan sinyal input ke Arduino, dapat membunyikan *buzzer/alarm*, membuka *solenoid valve*, dan menyalakan *cooling fan* serta dapat mereset alarm yang berbunyi akibat suhu melebihi *setpoint* namun *cooling capacity* dari peltier/pendingin dari *prototype* ini hanya dapat mendinginkan pada suhu 24.7 °C sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Prototype Fan Cooling Unit (FCU) ini telah dapat mensimulasikan keadaan dalam menjaga suhu pada ruang bahan baku aktif ketika suhu di ruangan tidak memenuhi spesifikasi akibat dari kerusakan ataupun sedang dilakukan perbaikan dan perawatan *Air Conditioner* dan sebagainya, *FCU* ini akan bekerja otomatis dan dapat menjaga suhu ruang pada *prototype* sesuai dengan spesifikasinya sehingga bahan baku aktif tidak rusak dan dapat digunakan untuk proses produksi. Penelitian juga membuktikan bahwa sensor dan *thermocontroller*, *cooling fan*, *exhaust fan*, *solenoid valve*, *buzzer*, peltier dapat bekerja saat suhu melebihi *setpoint* yang ditentukan, namun *cooling capacity* dari peltier hanya dapat mendinginkan suhu terendah di 24.7°C.



Gambar 4. Pembacaan hasil uji dengan *setpoint*
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Dari perhitungan Penggunaan Daya Listrik

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Pada seluruh komponen elektronik perangkat keras yang digunakan, dapat dihitung kebutuhan konsumsi daya listriknya sebagai berikut :

- Arduino uno (0,8 Watt x 24 jam) = 19,2 Watt hour
- *Thermocontroller* (6 Watt x 24 jam) = 144 Watt hour
- *Cooling fan* (2,4 Watt x 24 jam) = 57,6 Watt hour
- Peltier (35,04 Watt x 24 Jam) = 840,96 Watt hour
- *Solenoid valve* (4,68 Watt x 24 Jam) = 112,32 Watt hour
- Buzzer (0,25 Watt x 24 Jam) = 6 Watt hour
- Relay (10 Watt x 24 Jam) = 240 Watt hour
- *Exhaust fan* (4.92 Watt x 24 jam) = 118,08 Watt hour

Total Pemakaian = 1538,16 Watt per hari atau 1,54 kWh

Jadi didapatkan hasil akhir penggunaan beban pada alat tersebut dalam satu hari mencapai 1,54 kWh



Gambar 5. Pengukuran konsumsi daya perangkat
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Tri Andanny, (2021). *Pengaplikasian Cooling Fan Pada Smartphone Dengan Kontrol Arduino*, REPOTEKNOLOGI.ID
- Dhita, Permata Sari, (2017). *Alat Peraga Sistem Pemantauan Energi Menggunakan TEG (Thermo Electric Generator) Dan TEC (Thermo Electric Cooler)*, Salatiga, Universitas Kristen Satya Wacana
- Nur, Faizi, (2022). *Rancang Bangun Web Dashboard PUMP Hand Sanitizer Menggunakan Metode Prototype Studi Kasus Desa Kampili Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa*, Porwokerto, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

4. KESIMPULAN

Penelitian berhasil membuat dan merakit *prototype Fan Cooling Unit* menggunakan Arduino Uno. Proses pembuatan *prototype* ini melibatkan pemasangan komponen seperti sensor RTD, *thermocontroller*, *cooling fan*, *exhaust fan*, peltier, *solenoid valve*, *relay*, *buzzer*, dan push button. Sistem pada *prototype FCU* ini dapat bekerja secara otomatis, namun *cooling capacity* dari peltier hanya dapat mendinginkan titik terendah dari rentang suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 3$ hanya tercapai di suhu 24.7°C , akan tetapi masih dalam spesifikasi ruangan dan sistem pendingin serta sistem alarmnya dapat berfungsi dengan baik. *Prototype* ini dapat bekerja dengan baik, dimana ketika terjadi kenaikan suhu pada ruangan, maka sistem *FCU* bekerja secara otomatis guna menjaga suhu ruangan sesuai dengan spesifikasinya. Percobaan selanjutnya dapat digunakan jenis peltier yang memiliki spesifikasi mendinginkan yang lebih rendah, menyesuaikan dengan kebutuhan yang ada.