

# Fuse - Teknik Elektro

Volume 05 No. 1

2025



Fuse-teknik Elektro



UPPM PRODI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS GARUT

UPPM PRODI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS GARUT



## DAFTAR ISI

E-ISSN : 2797-815X  
P-ISSN : 2797-8745

VOLUME 5 NO. 01  
JUNI 2025



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS GARUT

<b>Simulasi Pemodelan Turbin Menggunakan Aplikasi Matlab Simulink dan App. Designer di PLTP</b> <i>Titang Siswana, Akhmad Fauzi Ikhsan, Sifa Nurpadillah</i>	<b>1-10</b>
<b>Perancangan Sistem Shutdown Komputer Berbasis Pengolahan Citra Pada Laboratorium Komputer</b> <i>Anggi Muhammad Lubis, Helfy Susilawati, Iik Muhammad Malik Matin</i>	<b>10-20</b>
<b>Analisis Jarak dan Tegangan Kritis Penyulang CLDG: Studi Kasus dan Validasi ETAP-MATLAB</b> <i>Ivan Guntara</i>	<b>21-28</b>
<b>Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular Array Empat Elemen Pada Frekuensi 920-923 Mhz Untuk Komunikasi Long Range (LoRa)</b> <i>Khomsah Wafiyatul Amanah, Ahmad Hasyim, Sifa Nurpadillah</i>	<b>29-38</b>
<b>Optimasi Pengembangan Express Feeder pada Jaringan Distribusi untuk Mengurangi Drop Voltage Menggunakan Particle Swarm Optimization</b> <i>Dendi Syaepul Alam, Nundang Busaeri, Muhammad Aris Risnandar</i>	<b>39-48</b>
<b>Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Otomatis Berbasis Arduino</b> <i>Reka Sonia Somantri, Akhmad Fauzi Ikhsan, Irman Nurichsan</i>	<b>49-58</b>
<b>Rancang Bangun Company Profile PT. Cassava Infra Media Berbasis Framework Codeigniter</b> <i>Saifurrohman, Reza Muhammad Zulfikar, Ade Sutedi</i>	<b>59-68</b>

## Simulasi Pemodelan Turbin Menggunakan Aplikasi Matlab Simulink dan App. Designer di PLTP

Titang Siswana<sup>1</sup>, Akhmad Fauzi Ikhsan<sup>2</sup>, Sifa Nurpadillah<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Garut, Jalan Jati 42B, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: [titangsiswana78@gmail.com](mailto:titangsiswana78@gmail.com)

### ARTICLE HISTORY

Received: 09-12-2023

Revised: 22-06-2025

Accepted: 24-06-2025

### Abstrak

Salah satu komponen penting dalam pembangkit listrik panas bumi Darajat adalah turbin uap. Ketika akan melakukan *start up* turbin dan sinkron ke jaringan PLN maka pasokan uap yang masuk ke turbin harus dijaga, sehingga diperlukan suatu sistem pengendali yang mampu menjaga kecepatan putaran turbin. Kecepatan putaran turbin dikendalikan dengan mengendalikan aliran uap melalui sistem kendali (*Governor System*) menggunakan PID control. Sebelum menggunakan kontrol PID ketika turbin berputar di 1.0 pu atau 3000 rpm, *speed* yang dihasilkan hanya 0.5 pu atau 1500 rpm dan tercapai pada waktu 9.959 s, untuk *rise time* nya terbaca 1.147s, *overshoot* nya 0.503 %, sehingga di perlukan suatu *controller* untuk memperbaiki responnya. Untuk melakukan perbaikan *control* tersebut maka dibuat pemodelan dan simulasi menggunakan Matlab Simulink dan App Designer. Kelebihan dari penelitian ini adanya App Designer sehingga kita bisa langsung melakukan simulasi sesuai dengan *setting* yang kita inginkan. Setelah melakukan simulasi, respon yang ditunjukkan pada saat *start up* turbin, ketika turbin berputar dari 500 rpm ke 3000 rpm, nilai tertinggi untuk *speed* sebesar 1,0 pu atau sekitar 3000 rpm, *preeshoot* 0.505%, *over shoot* 0.501%, *undershoot* 1.996 % dan *rise time* 2.346s. Putaran turbin stabil di 1.0 pu atau 3000 rpm. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat dinyatakan bahwa kontroler PID efektif diterapkan pada sistem pengendalian *governor* pada turbin karena mampu memberikan respon yang baik terhadap perubahan kecepatan. Parameter kontroler yang digunakan  $K_p = 0.99$  pu,  $K_i = 0.816$  pu dan  $K_d = 0,051$  pu.

**Kata kunci:** App designer, Governor, Matlab Simulink, PID Control, Turbin.

### *Turbine Modeling Simulation Using MATLAB Simulink and App. Designer at PLTP*

### Abstract

One of the important components in the Darajat geothermal Power plant is the steam turbine. When starting up the turbine and synchronizing it to the PLN network, the steam supply entering the turbine must be maintained, so a control system is needed that is able to maintain the rotation speed of the turbine. The turbine rotation speed is controlled by controlling the steam flow through a control system (*Governor System*) using PID control. Before using PID control, when the turbine rotated at 1.0 pu or 3000 rpm, the resulting speed was only 0.5 pu or 1500 rpm and was achieved in 9,959 s, the rise time

read 1,147 s, the overshoot was 0.503%, so a controller was needed to correct it. the response. To improve the control, modeling and simulation was created using Matlab Simulink and App Designer. The advantage of this research is the App Designer so that we can directly carry out simulations according to the settings we want. After simulating the response shown at turbine start up, when the turbine rotates from 500 rpm to 3000 rpm, the highest value for speed is 1.0 pu or around 3000 rpm, preeshoot 0.505%, overshoot 0.501%, undershoot 1.996% and rise time 2.346s. Turbine rotation is stable at 1.0 pu or 3000 rpm. Based on the results obtained, it can be stated that the PID controller is effectively applied to the turbine governor control system because it is able to provide a good response to speed changes. The controller parameters used are  $K_p = 0.99$  pu,  $K_i = 0.816$  pu and  $K_d = 0.051$  pu.

**Key words:** App designer, Governor, Matlab Simulink, PID control, Turbine

## 1. Pendahuluan

Dengan bertambahnya jumlah penduduk yang semakin berkembang dan makin meningkatnya teknologi menjadikan energi listrik sebagai salah satu kebutuhan pokok di Indonesia. Kebutuhan pokok ini bisa dipenuhi dengan adanya pembangkit listrik. Pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar menggunakan bahan bakar batu bara dan minyak bumi sebagai sumber energi. Disamping itu ketersediaan batu bara dan energi fosil seperti minyak bumi yang merupakan sebagai sumber utama energi dunia semakin menipis lama - lama akan habis karena tidak dapat diperbarui, sehingga diperlukan solusi solusi untuk meminimalisasi penggunaan sumber energi tersebut [1]. Dengan seiring berkembangnya ilmu pengetahuan maka ditemukan solusi untuk mengatasi masalah energi tersebut yaitu ditemukannya energi terbarukan yang ramah lingkungan. Salah satunya yaitu energi panas bumi yang di gunakan untuk sumber energi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi atau PLTP. Dimana Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi merupakan salah satu bagian dari energi baru terbarukan atau EBT [1].

Salah satu komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) adalah turbin. Fungsi dari turbin adalah untuk mengubah energi kinetik (dari kecepatan fluida) menjadi energi mekanik (berupa putaran dan daya). Turbin merupakan salah satu komponen yang harus terus berputar agar bisa terus memutar rotor generator supaya menghasilkan listrik.

Adanya penambahan penduduk maka akan berpengaruh terhadap kebutuhan tenaga listrik dikarenakan adanya penambahan beban dan gangguan frekuensi di sistem jaringan listrik. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendali pada turbin agar bisa mempertahankan kestabilan putaran turbin agar tetap stabil sesuai set-poin (3000 rpm). Salah satu komponen untuk menjaga kestabilan pada sistem pembangkit panas bumi adalah adanya *governing control system*. Untuk mengembangkan sistem *control governor* pada pembangkit listrik maka diperlukan suatu pemodelan dan simulasi. Simulasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak, salah satunya dengan menggunakan pemodelan pada simulink dengan metode yang dikembangkan khusus untuk analisis sementara dan model yang disederhanakan.

## 2. Metode

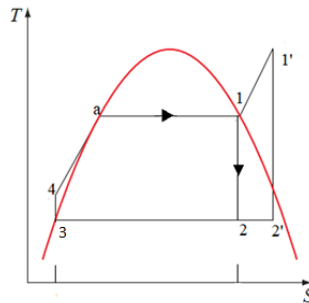
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur, pengumpulan data, pemodelan sistem, uji coba model, dan evaluasi. Studi literatur dilakukan dengan cara mengkaji sumber-sumber yang terpercaya dalam pengumpulan materi dan melakukan observasi langsung pada peralatan *governor* dan turbin di PLTP yang akan dijadikan sebagai bahan pemodelan. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data secara langsung dari pembangkit serta melakukan diskusi dengan pihak-pihak terkait.

Dalam pemodelan turbin dan sistem *governor* terdapat dua elemen utama yang sangat penting. Elemen tersebut adalah komputer sebagai pemroses data dan informasi, dan *software* Matlab Simulink dan App Designer Matlab sebagai sarana untuk membuat pemodelan sistem. pemodelan yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik atau ada kegagalan dalam proses simulasinya. Proses simulasi dan analisis data dilakukan melalui Simulink dan App Designer. App Designer merupakan fitur bawaan Matlab versi R2021b sebagai pengembangan dari *Graphical User Interface* (GUI) [6].

### 2.1 Dasar teori

#### 2.1.1 Siklus *Rankine*

Siklus *Rankine* merupakan siklus ideal dari suatu sistem turbin



**Gambar 1.** Diagram T-s Siklus *Rankine* [2].

Adapun proses yang terjadi pada Gambar 1 diagram T-s Siklus *Rankine* tersebut adalah:

- 1→2 : proses ekspansi, yang berlangsung di dalam turbin
- 2→3 : proses kondensasi, yang terjadi di dalam kondenser
- 3→4 : proses penaikan tekanan dengan pompa
- 4→1 : proses pemanasan

Pada lapangan panas bumi (*geothermal*), titik 1 mengindikasikan kondisi uap yang keluar dari *steam field*. Sedangkan proses dari titik 4 menuju 1 merupakan proses pemanasan yang terjadi di dalam perut bumi (*reservoir*). Menurut hukum termodinamika yang pertama, kerja yang dihasilkan oleh suatu proses siklus adalah sama dijumlah perpindahan kalor pada fluida kerja selama proses siklus tersebut berlangsung. Dengan kata lain, kerja yang dihasilkan oleh suatu siklus adalah luas total dari diagram pada siklus *Rankine* pada Gambar 1 di atas (1→2→3→4→1). Sehingga, semakin besar luas diagram tersebut, maka semakin besar pula kerja yang dapat dihasilkan oleh sistem tersebut [2].

### 2.2 *Governing system*

*Governor* merupakan *primary regulator* frekuensi primer yang mempunyai fungsi mengatur putaran dari turbin dengan cara mengatur jumlah masuknya aliran fluida uap

yang menuju ke turbin melalui bukaan katup (*valve*) [3]. *Governing system* terdiri dari beberapa komponen yaitu: DEHC (*Digital electro-hydraulic converter*) dan servo motor. DEHC mengubah sinyal kontrol dari sinyal elektrik menjadi sinyal hidrolis. Kemudian sinyal dari hidrolis akan diteruskan ke servo motor dan servo motor tersebut akan menyuruh *governor valve* untuk mengatur bukaan *valve* sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan. Untuk menentukan besar kecilnya bukaan katup (*valve*), maka *governor* menerima sinyal input dari *controller* berupa setting putaran turbin ( $\omega$ ), daya setting ( $P_{ref}$ ), daya aktual dari keluaran generator ( $P$ ) dan frekuensi ( $f$ ) [3].

### 2.3 Pemodelan *Governor valve*

Untuk pembuatan Pemodelan *governor valve* dibuat berdasarkan persamaan dari input - output [4].

$$\frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{\Delta Y}{u} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{error} = \left( \Delta\omega \left( \frac{1}{R_p} \right) + P_{ref} - m \right) \dots\dots\dots (2)$$

Hasil dari sinyal kontrol ( $u$ ) akan diteruskan ke relai kecepatan kemudian diteruskan ke servo motor. Untuk pemodelan relai kecepatan dibuat dalam bentuk fungsi transfer seperti pada persamaan di bawah.

$$TF_{\text{speed relay}} = \frac{1}{T_{sr} s + 1} \dots\dots\dots (3)$$

### 2.4 Turbin Uap

Turbin merupakan salah satu jenis penggerak mula (*prime mover*) dimana fluida kerjanya memutar roda dengan menggunakan sudu-sudu yang bergerak. Berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak secara translasi. Dengan demikian, turbin memperoleh beberapa keuntungan, seperti: getaran lebih kecil, pemakaian pelumas lebih sedikit dan keandalannya lebih baik [2].

### 2.5 Pemodelan pada Turbin

Dalam sistem turbin uap dinamis diasumsikan sebagai *steam vessel*, sehingga persamaan kesetimbangan massa dan panas secara umum digunakan untuk proses isentropik, aliran yang konstan dan mengabaikan kelambatan pada *nosel* [5].

$$W_i - W_0 = v \frac{d\rho_0}{dt} \dots\dots\dots (4)$$

Maka hubungan antara input ouput dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta\rho(s)}{\Delta W(s)} = \frac{1}{v\rho_0 w_1 s + 1} \dots\dots\dots (5)$$

Di bawah ini pemodelan turbin uap yang di buat dalam bentuk fungsi transfer.

$$TF_{ST} = \frac{1}{T_{st} s + 1} \dots\dots\dots (6)$$

### 2.6 Sistem Kendali

*Proportional-Integral-Derivative Controller* atau kendali PID adalah sistem pengendalian (pengontrolan) yang menggunakan persamaan matematis untuk mengontrol peralatan elektronik. Metode kendali PID menggunakan umpan balik untuk melakukan perhitungan kontrolnya. Tujuan pengontrolan ini adalah untuk mengatur suatu variabel keluaran  $y$  supaya bisa menyamai nilai set point  $r$ . Maka untuk melakukan hal tersebut kontroler harus memanipulasi variabel proses  $u$  [3]. Nilai  $u$  ditentukan melalui persamaan dibawah ini:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots(7)$$

**2.7 Pemodelan Sistem Governor dan Turbin Uap**

Pemodelan dibuat untuk mewakili dari model yang di buat berdasarkan pada kondisi spesifikasi dari sistem *governor* dan turbin yang digunakan dan disederhanakan dan di buat dalam fungsi transfer. Dan untuk mempermudah dalam membuat pemodelan ini maka dibuat dengan memakai satuan pu (per unit). Langkah terakhir melakukan pengetesan dan menganalisanya [4].

**2.8 Perancangan Aplikasi simulasi Menggunakan Matlab Simulink**

**2.8.1 Sistem Governor**

Sistem governor itu terdiri dari beberapa komponen yaitu sistem *controller*, *speed relay* dan servo motor. Proses kerja *Governor* yang menggunakan prinsip DEHC (*Digital Electric Hydraulic Converter*) *speed relay* pemodelannya dibuat menggunakan fungsi transfer ( $TF_{Sr}$ ) dengan time constant sebesar 0.05s, sehingga bentuk pemodelannya seperti persamaan berikut.

$$TF_{Sr} = \frac{1}{0,05s+1} \dots\dots\dots(8)$$

Sesudah melalui *speed relay*, maka sinyal control diteruskan ke servo motor dengan *time constant* untuk servo motor sebesar 0,15 s. Bentuk pemodelannya menggunakan fungsi transfer ( $TF_{Tsm}$ ). Besarnya bukaan untuk *governor valve* di Unit III PLTP Darajat 0 - 100%, maka batasan bukaan pemodelan servo motor *gate opening* untuk yang lower limit sebesar 0 pu dan untuk yang *upper* limit sebesar 1.0 pu. maka fungsi transfer untuk pemodelan servo motor seperti persamaan dibawah.

$$TF_{Tsm} = \frac{1}{0,15s+1} \dots\dots\dots(9)$$

**2.8.2 Turbin Uap**

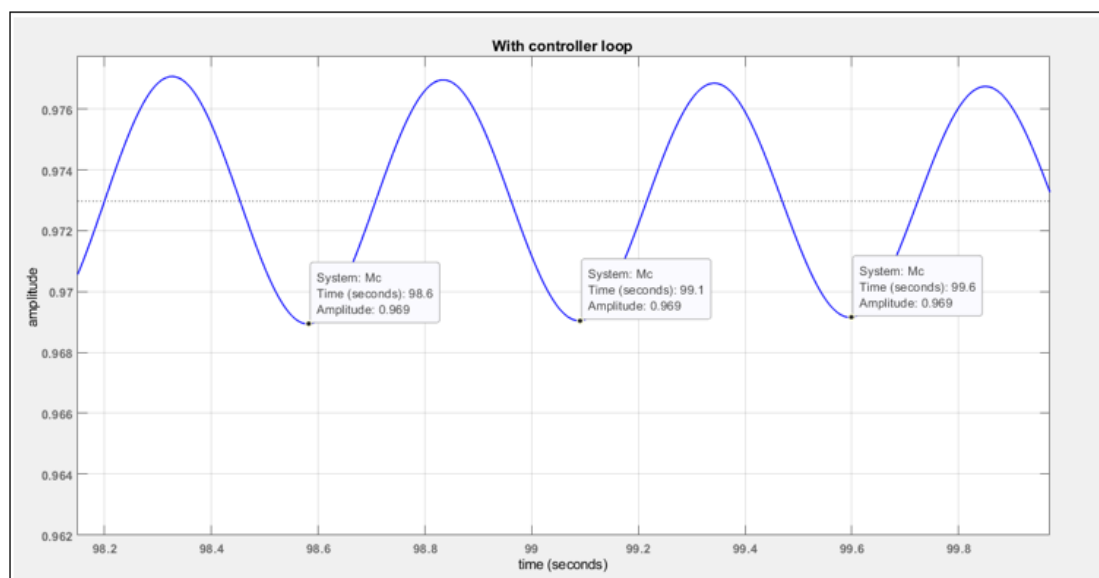
Di dalam pembangkitan, besarnya aliran masa uap yang masuk ke turbin sebesar 699,19 ton/jam dimana nilai *base* nya seharusnya 821.7 ton/jam, sehingga untuk mendapatkan besar nilai  $W_i$  adalah besarnya uap yang masuk ke turbin dibagi nilai *base* jadi hasilnya 0,850 pu, sedangkan nilai *vpo* didapatkan sebesar 1 pu. Dengan perhitungan diatas, maka fungsi transfer untuk pemodelan turbin uap ( $TF_{STurbin}$ ) dibuat seperti persamaan di bawah ini

$$TF_{STurbin} = \frac{1}{\frac{1}{0.850} s+1} \dots\dots\dots (10)$$

**2.8.3 Tuning Parameter Kendali dengan Metode Ziegler Nichols**

Pada sistem pemodelan kendali ini menggunakan metode *Ziegler Nichols* dengan tipe 2 (*closed loop*). Dimana *Plant* disusun secara seri dengan pengontrol PID, input referensi menggunakan fungsi tangga (*step*). Dalam mode ini pengontrol yang digunakan hanyalah pengontrol *proporsional*, dimana semua parameter  $K_i$  dan  $K_d$  diatur terlebih dahulu ke 0. kemudian Parameter *proporsional* dinaikkan secara bertahap mulai dari 0 sampai mendapatkan nilai  $K_p$  nya kritis, sehingga didapatkan nilai keluaran yang beresilasi terus menerus dengan nilai *amplitude* yang sama (*Sustain oscillation*). Nilai penguatan untuk *proporsional* ketika sistem mencapai kondisi *sustain oscillation* disebut penguatan  $K_{cr}$  maksimum dan periode osilasi terus menerus disebut *ultimate period*  $P_{cr}$ .

Pada Gambar 2 saat kontroler *proporsional*  $K$  bernilai 34, terlihat keluaran dari sistem yang sudah stabil dapat membentuk osilasi yang berkesinambungan, sehingga dari grafik tersebut dapat diketahui untuk nilai  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$  nya.



**Gambar 2.** Grafik Respon *speed* turbin saat terjadi osilasi berkesinambungan dengan  $K = 34$

Dimana nilai  $K_{cr} = 34$

$$P_{cr} = (99.1 - 98.6) \times \text{Time sampling} \dots\dots\dots (11)$$

$$= 0.5 \times 1 \text{ s} = 0.5 \text{ s}$$

$$K_p = 0.6 \times K_{cr} \dots\dots\dots (12)$$

$$= 0.6 \times 34 = 20.4 = 0.204 \text{ pu}$$

$$T_i = 0.5 \times P_{cr} \dots\dots\dots (13)$$

$$= 0.5 \times 0.5 \text{ s} = 0.25 \text{ s}$$

$$T_d = 0.125 \times P_{cr} \dots\dots\dots (14)$$

$$= 0.125 \times 0.5 \text{ s} = 0,0625 \text{ s}$$

$$K_i = K_p / T_i \dots\dots\dots (15)$$

$$= 20.4 / 0.25 = 81.6 = 0.816 \text{ pu}$$

$$K_d = K_p \times T_d \dots\dots\dots (16)$$

$$= 81.6 \times 0.0625 = 5.1 = 0.051 \text{ pu}$$

Maka nilai untuk PID nya;

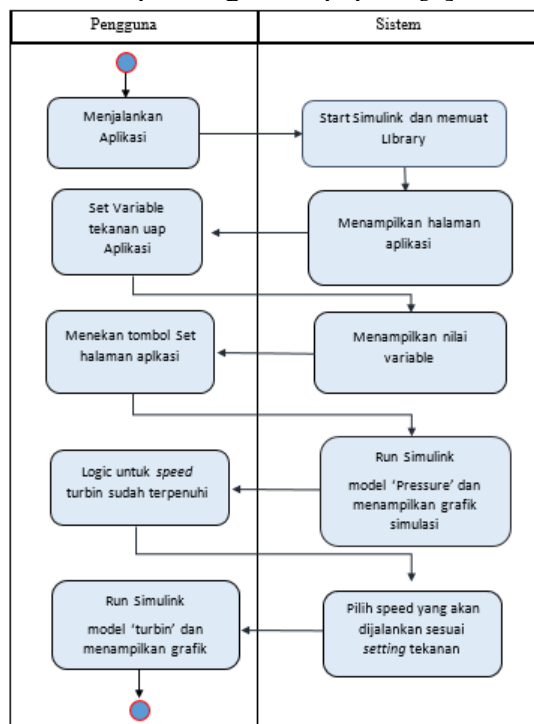
$$K_p = 20.4 = 0.204 \text{ pu}$$

$$K_i = 81.6 = 0.816 \text{ pu}$$

$$K_d = 5.1 = 0.051 \text{ pu}$$

### 2.9 Perancangan Aplikasi Simulasi Menggunakan App Designer

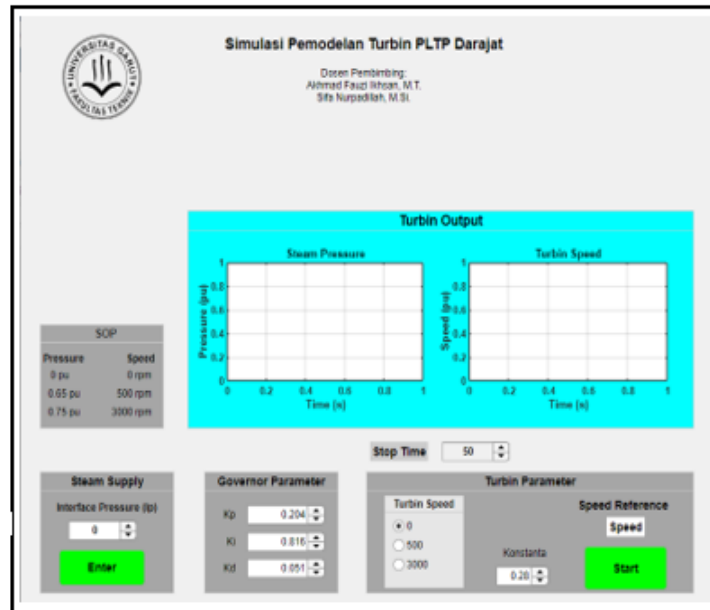
Gambar 3. menunjukkan diagram *Unified Modelling Language* (UML) dari rancangan program aplikasi simulasi dengan tipe *activity* diagram dan Gambar 4. Menunjukkan tampilan *user interface* aplikasi. Diagram UML menunjukkan bentuk *visual* alur kerja dari sistem yang dibuat secara keseluruhan. Sistem ini akan bekerja saat pengguna/*user* mulai menjalankan aplikasi. Saat proses *startup* aplikasi, maka sistem secara otomatis akan menjalankan *software* Matlab R2021b sampai terbuka menu *home*, lalu sistem menjalankan Simulink untuk memuat *library*. Beberapa detik kemudian halaman aplikasi akan terbuka dengan menampilkan harga *default* variabel simulasi dan *stop time*, sedangkan *UIAxes* belum menampilkan grafik apapun. [6].



Gambar 3. Diagram UML aplikasi

Pada *user interface* aplikasi pengguna dapat mengatur nilai variabel untuk sistem uap dan parameter turbin melalui *spinner button*, Selain itu pengguna juga dapat mengatur durasi waktu simulasi dalam satuan detik melalui *spinner button Stop Time*. Selanjutnya sistem akan menampilkan variabel-variabel yang telah di input tersebut. Saat pengguna menekan *push button enter*, maka sistem akan menjalankan model Simulink untuk model *pressure* dengan nilai variabel dan durasi waktu yang telah di input, lalu hasil simulasi berupa grafik tekanan uap akan ditampilkan di *UIAxes*. Sedangkan jika pengguna ingin melihat grafik untuk *speed* turbin berdasarkan *logic* nya, maka tekanan uapnya harus sudah terpenuhi dulu, sesuai dengan *setting* untuk *speed*, yaitu tekanan 0.65 pu (13 barg) untuk *speed* di 0.17 pu (500 rpm) dan tekanan 0.75 pu (15 barg) untuk *speed* di 1.0 pu (3000 rpm). Apabila tekanannya sudah terpenuhi maka *speed* untuk turbin bisa kita jalankan dengan cara menekan *push button Start*, maka sistem akan menjalankan model Simulink untuk model turbin dan menampilkan grafik untuk *speed* turbin di 0.17 pu (500 rpm) dan

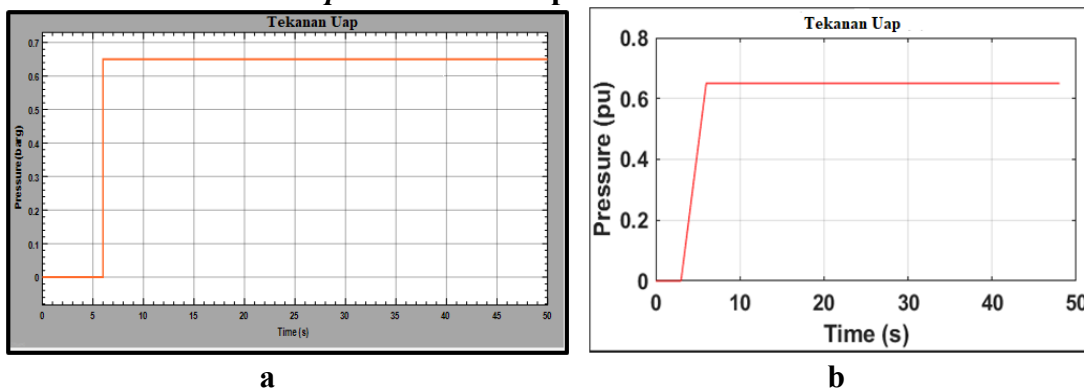
1.0 pu (3000 rpm) di *UIAxes2*, dengan nilai variabel dan durasi waktu yang telah di input. Untuk menganalisis grafik hasil simulasi, pengguna dapat melakukan *zoom in*, *zoom out*, *pan*, dan *brush* data pada grafik tersebut. Selain itu, pengguna juga dapat menyimpan grafik hasil simulasi dengan cara *save as*, *copy as image*, dan *copy as vector graphic*.



Gambar 4. Tampilan *user interface* aplikasi

### 3. Hasil dan Pembahasan

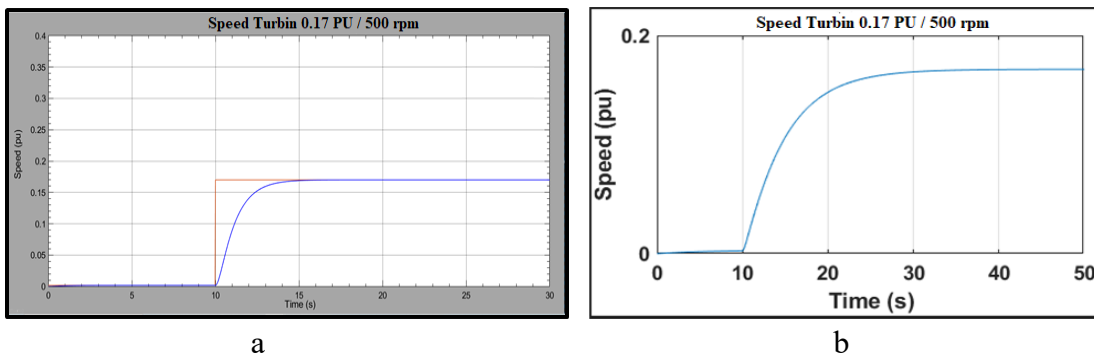
#### 3.1 Hasil Simulasi *starts up* turbin di 500 rpm



Gambar 5. Grafik tekanan uap di 0.65 pu / 13 Barg, Gambar a. hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari app designer.

Saat simulasi *start up* turbin dengan *Setting*  $K_p$ : 0.204 pu,  $K_i$ : 0.81 dan  $K_d$ : 0.051 ketika turbin berputar hingga 500 rpm, nilai puncak sistem 1,934 pu atau sekitar 580 rpm, *preshoot*, 0.575% *overshoot* 14.368 %, *undershoot* 1.860 % dan *rise time* 2.141s. Karena waktu mencoba turbin *rolling* ke 500 terlihat *Overshoot* nya masih tinggi dan akan di coba di *fine tuning* ulang untuk mengurangi *Overshoot* nya. Dengan mencoba merubah *setting* nilai  $K_p$  dari 0.204 pu ke 0.99 pu. Jadi *setting* yang baru untuk PID nya.

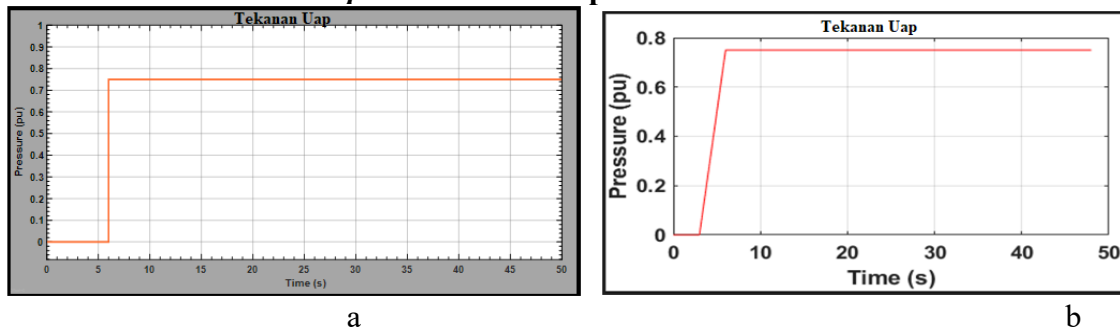
Kp: 0.99 pu, Ki: 0.81 pu dan Kd: 0.051 pu, Pada Gambar 5 untuk tekanan uap nya di 0.65 pu / 13 barg dan pada gambar 6 untuk *Speed* di 0.17 pu / 500 rpm.



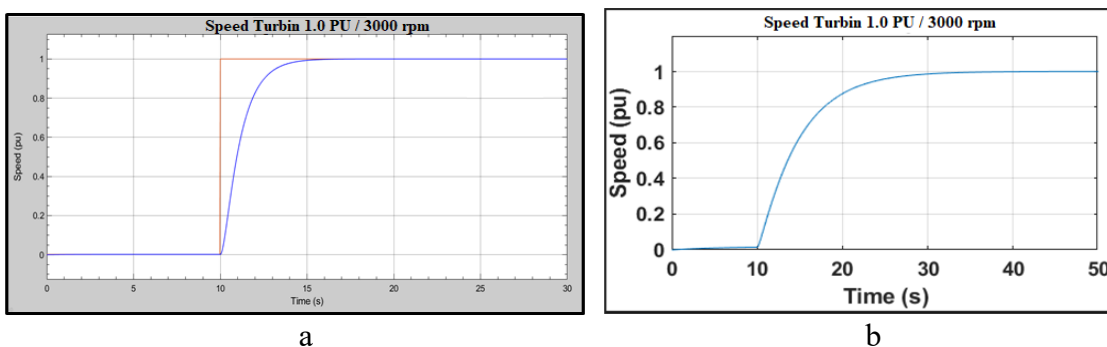
**Gambar 6.** Karakteristik *rolling* turbin di *speed* 0.17 pu / 500 rpm, Gambar a hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari App Designer

Ketika *setting* kontrolernya sudah di rubah, turbin di *rolling* lagi dan turbin berputar hingga 500 rpm, dan didapat parameter nilai untuk puncak sistem 1,691 pu atau sekitar 507 rpm, *preshoot*, 0.505%, *overshoot* 0.501 %, *undershoot* 1.988 % dengan *rise time* 2.345s dan putaran turbin mencapai 1.7% atau 510 rpm di 25s. Hasilnya untuk nilai *speed* tertinggi dan *overshoot*nya ada penurunan dan putaran turbin stabil di 505 rpm.

### 3.2 Hasil Simulasi *start up* turbin di 3000 rpm



**Gambar 7.** Grafik tekanan uap di 0.75 pu / 15 Barg, Gambar a. hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari app designer



**Gambar 8.** Karakteristik *rolling* turbin di *speed* 1.0 pu / 3000 rpm, Gambar a hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari App Designer.

Setelah *speed* turbin di tahan di 500 rpm untuk pemanasan pada pelumasan bantalan turbin, maka *speed* turbin sudah bisa di naikan ke 3000 rpm seperti pada Gambar 8. Tapi

sebelum menaikkan *speed* ke 3000 rpm, maka tekanan uap nya harus di naikkan dulu dari 0.65 pu menjadi 0.75 pu atau setara dengan 15 barg seperti pada Gambar 7.

#### 4. Kesimpulan

Perancangan dan simulasi sistem kendali *governor* dengan *controller* PID menggunakan aplikasi Simulink dan App Designer. Simulasi yang dilakukan, ketika melakukan proses turbin *start-up*, ketika putaran turbin dinaikkan dari 500 RPM ke 3000 rpm dan terbaca nilai puncak sistem sebesar 1,0 pu atau sekitar 3000 rpm artinya tidak ada kenaikan *speed*, nilai *Preshoot* 0,505%, *Overshoot* 0.501 %, *Undershoot* 1.996 % dan *Rise time* 2.346 s. Kemudian sistem stabil pada rentang 1.0 pu. Dari hasil simulasi di dapatkan bahwa sistem membutuhkan waktu 29.275 s untuk mencapai keadaan stabil pada nilai 1.0 pu atau 3000 rpm. dapat disimpulkan bahwa *controller* PID dapat diterapkan sebagai pengendalian (*governor*) *Speed* turbin. Dengan parameter  $K_p = 99 = 0.99$  pu,  $K_i = 81.6 = 0.816$  pu dan  $K_d = 5,1 = 0.051$  pu ketika melakukan simulasi, terlihat nilai *Overshoot* dibawah 25%. dengan *Rise time* 2.346s. Hal ini membuktikan bahwa *governor* mempunyai respon yang baik saat ada perubahan *speed*. Mungkin untuk Penelitian ke depannya mencoba app designer di buat seperti simulator.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih dari penulis kepada Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut dan PLTP Darajat, beserta semua pihak yang telah bekerja sama dalam penelitian.

#### Daftar Pustaka

- [1] Humas EBTKE, “Energi Baru Terbarukan Berperan Besar Dalam Upaya Penurunan Emisi Di Sektor Energi”, EBTKE, 14 September 2022, [online]. Tersedia: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/09/14/3260/energi.baru.terbarukan.berperan.besar.dalam.upaya.penurunan.emisi.di.sektor.energi> [Diakses: 24 Januari 2023].
- [2] Soelaiman, F., Ashat, A. (2004). Pelatihan Sistim Uap Panas Bumi Operator Pembangkit Listrik Panas Bumi Level 1. UJK-FIKTM ITB.
- [3] Rofi, R., Mardiyanto, I. R., & Utami, S. (2021). Perancangan dan Simulasi Pengendalian Governing Isochronous pada PLTP Darajat. Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar, 7.
- [4] D.Kurniarum, “Perancangan Sistem Pengendalian Steam Turbin-Generator Berbasis Model Predictive Control (MPC) Di PT Geo Dipa Energi Unit Dieng Jawa Tengah”, Repository ITS, 1 Januari 2012, [online]. Tersedia: <https://core.ac.uk/display/291471912> [Diakses: 2 April 2023].
- [5] Kalatiku Protus Pieter & Nugraha Deny Wiria . (2011). Sistem Pengndalian PID yang di aplikasikan pada pengendalian steam turbin single variable input dan single output..
- [6] Anonim, “Develop Apps Using App Designer”, mathworks.com, [online]. Tersedia: <https://www.mathworks.com/help/matlab/app-designer.html> [Diakses: 19 Agustus 2023].

## Perancangan Sistem Shutdown Komputer Berbasis Pengolahan Citra Pada Laboratorium Komputer

Anggi Muhammad Lubis<sup>1</sup>, Helfy Susilawati<sup>2</sup>, Iik Muhammad Malik Matin<sup>3</sup>

<sup>12</sup>Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Korespondensi: [anggimuhhammadlubis@gmail.com](mailto:anggimuhhammadlubis@gmail.com)

### ARTICLE HISTORY

Received: 06-06-2023

Revised: 26-06-2025

Accepted: 27-06-2025

### Abstrak

Perkembangan teknologi yang pesat mendorong terciptanya sistem kendali jarak jauh dan monitoring real-time untuk meningkatkan efisiensi kerja. Penelitian ini merancang sistem otomatisasi shutdown komputer berbasis pengolahan citra pada laboratorium komputer. Sistem menggunakan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler dan sensor arus untuk mendeteksi status komputer (menyala atau mati). Data dikirim ke website sebagai sistem monitoring, dan kontrol dilakukan melalui integrasi dengan TeamViewer. Metode Single Shot Detector diterapkan untuk mendeteksi keberadaan manusia di ruangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan manusia dengan rata-rata delay 3,43 detik dan mengenali status komputer secara akurat. Waktu koneksi ke TeamViewer rata-rata 3,10 detik. Sistem ini efektif sebagai solusi otomatisasi shutdown komputer berbasis keberadaan pengguna.

**Kata kunci:** *Monitoring, Pengolahan Citra, Raspberry Pi, Shutdown, Single Shot Detector, TeamViewer, Website.*

### *Design of an Image Processing-Based Computer Shutdown System in Computer Laboratories*

### Abstract

*The rapid advancement of technology has spurred the creation of remote control and real-time monitoring systems to enhance work efficiency. This research designs an automated computer shutdown system based on image processing for computer laboratories. The system utilizes a Raspberry Pi as the microcontroller and a current sensor to detect the computer's status (on or off). Data is transmitted to a website for monitoring, and control is achieved through integration with TeamViewer. The Single Shot Detector method is implemented to detect human presence in the room. Test results indicate that the system can detect human presence with an average delay of 3.43 seconds and accurately recognize the computer's status. The average connection time to TeamViewer is 3.10 seconds. This system is effective as an automated computer shutdown solution based on user presence.*

**Key words:** *Monitoring, Image Processing, Raspberry Pi, Shutdown, Single Shot Detector, TeamViewer, Website.*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan elektronika saat ini sangat pesat dan dinamis [1][2]. Keduanya saling mendukung dalam memenuhi kebutuhan serta mempermudah pekerjaan manusia di berbagai bidang dan sektor[3]. Kemajuan ini muncul sebagai respons terhadap berbagai permasalahan yang timbul dari aktivitas sehari-hari manusia. Salah satu kemajuan signifikan terdapat di bidang sistem kendali, di mana kendala waktu dan jarak dapat diatasi melalui solusi berbasis teknologi, seperti pemanfaatan sistem komputer yang terintegrasi dengan jaringan internet[4][5][6]. Penggunaan komputer dalam kehidupan sehari-hari terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas waktu. Internet menjadi salah satu media yang memberikan berbagai fungsi dan fasilitas, termasuk sebagai sarana pengendali perangkat elektronik seperti komputer di laboratorium, yang kini dapat diakses secara daring melalui website.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT) untuk pengendalian perangkat jarak jauh [7][8]. Misalnya, penelitian oleh sebelumnya merancang sistem monitoring lingkungan menggunakan Raspberry Pi dan pengendalian jarak jauh melalui antarmuka web [3][9][10]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum mengintegrasikan pengolahan citra sebagai metode utama dalam mendeteksi aktivitas pengguna di dalam ruangan [11][12][13].. Selain itu, sistem yang ada umumnya hanya bergantung pada sensor fisik atau timer-based logic tanpa mempertimbangkan keberadaan manusia secara visual sebagai parameter utama untuk pengendalian perangkat [14][15].

Berdasarkan hasil observasi di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Garut, seringkali mahasiswa lupa mematikan komputer setelah praktikum. Hal ini tidak hanya menyebabkan pemborosan energi listrik, tetapi juga menambah beban kerja dosen atau teknisi laboratorium yang harus memeriksa satu per satu komputer untuk memastikan semuanya telah dimatikan Kondisi ini menunjukkan adanya celah dalam sistem manajemen laboratorium yang belum optimal, khususnya dalam hal efisiensi pengendalian perangkat pasca penggunaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem shutdown komputer berbasis pengolahan citra yang dapat diakses melalui website. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi keberadaan manusia di dalam ruangan menggunakan metode Single Shot Detector (SSD), dan mengirimkan notifikasi ke antarmuka web bila ditemukan komputer menyala tanpa kehadiran pengguna. Dengan demikian, pengguna dapat melakukan shutdown komputer secara jarak jauh melalui sistem yang telah disediakan. Pendekatan ini diharapkan mampu mengisi research gap pada sistem pengendalian berbasis web yang belum mengintegrasikan teknologi pengolahan citra secara real-time untuk pemantauan aktivitas pengguna.

## 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode studi literatur, perancangan dan perakitan sistem serta uji coba. Metode studi literature yaitu metode yang menjelaskan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang

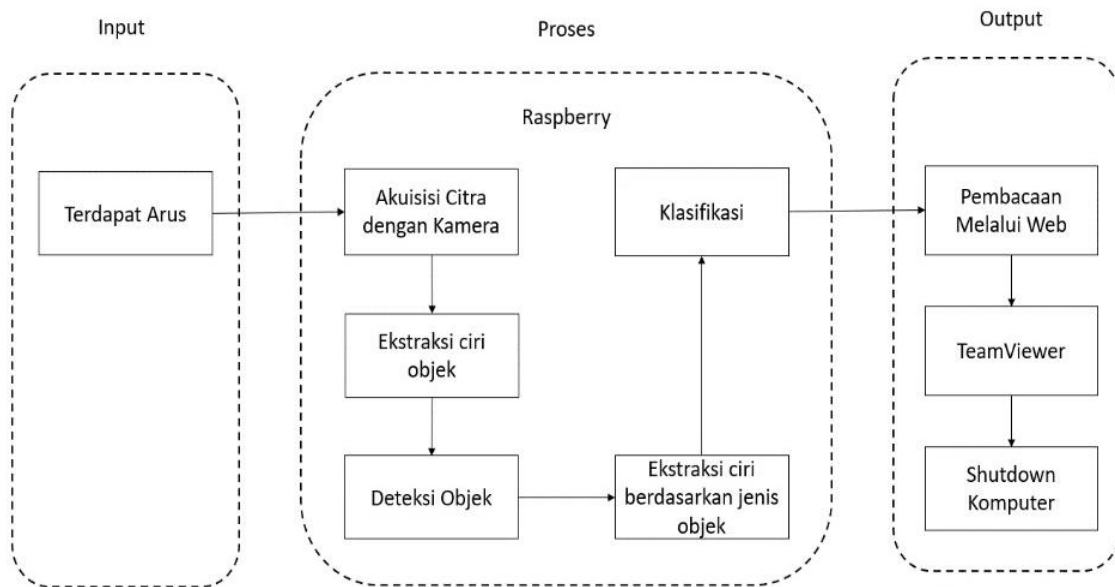
berkorelasi dengan skripsi, yang dilanjutkan dengan perancangan dan perakitan sistem yaitu membuat meliputi perancangan rangkaian serta penalaran metode yang digunakan, lalu uji coba yaitu agar mengetahui apakah sistem berfungsi dengan baik atau ada kegagalan dalam proses perakitan dan perancangannya [2].

2.1 Alat

Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Perangkat Keras	Kegunaan
1.	Microprocessor	Microprocessor yang digunakan adalah Raspberry Pi 3
2.	Webcam	Untuk proses pengolahan citranya
3.	Sensor Arus	Sensor arus yang digunakan ialah jenis ACS712 untuk mendeteksi arus pada komputer
	Perangkat Lunak	
1	Raspberry Pi OS	Sistem operasi yang dapat menjalankan program
2	Visual Studio Code	Software untuk mensimulasikan perangkat keras
3	TeamViewer	Untuk meremote komputer <i>client</i> dengan komputer admin agar bisa di <i>shutdown</i> jarak jauh

2.2 Diagram



Gambar 1. Diagram Blok

Pada gambar 1 menjelaskan mengenai proses bagaimana alat dapat bekerja yang terdiri dari tiga tahapan yang di antaranya input, proses maupun output. Penjelasan dari diagram blok diatas ialah sebagai berikut :

Tabel 2. Deskripsi detail mengenai Diagram Blok

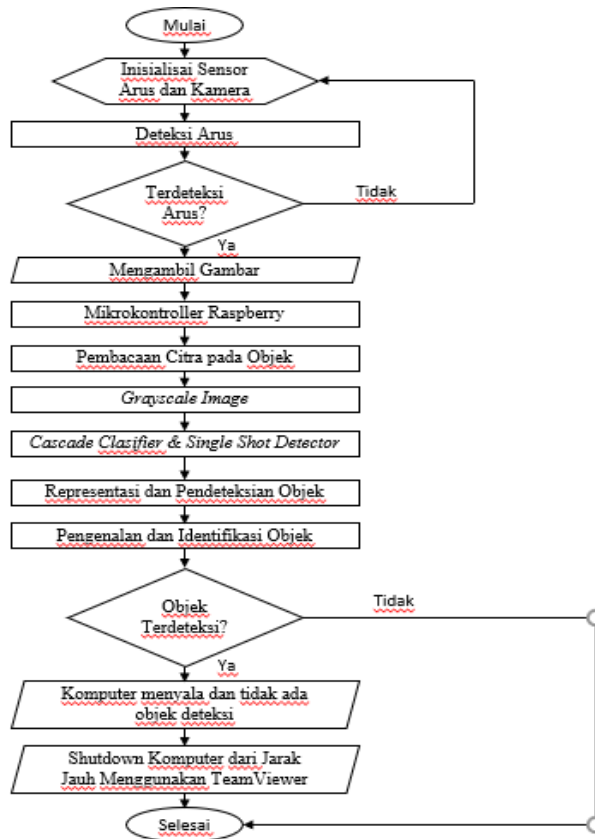
Input	Bagian input berfungsi membaca arus pada komputer. Jika komputer menyala, arus terdeteksi; jika mati, arus tidak terdeteksi.	
Proses	Akuisisi Citra	Pada tahapan ini akuisisi citra dilakukan oleh mikrokontroller yang sudah terintegrasi dengan kamera/web cam dan bekerja sesuai dengan perintah

		dalam program untuk melihat kondisi di depan komputer ada objek deteksinya atau tidak
	Ekstraksi ciri objek	Setelah kamera mengambil citra objek maka tahapan selanjutnya yaitu ekstraksi ciri untuk membedakan objek manusia dan bukan manusia, karena dalam sistem ini hanya untuk mendeteksi manusia saja
	Deteksi ciri objek	Selanjutnya dilanjutkan dengan tahap deteksi objek, sistem akan melakukan pelatihan dan pengujian untuk mendapatkan hasil objeknya
	Ekstraksi ciri objek berdasarkan jenis	Setelah didapatkan hasil dari proses deteksi, citra akan memasuki proses ekstraksi ciri berdasarkan jenis objek untuk menentukan apakah objek tersebut masuk dalam klasifikasi objek deteksi atau tidak
	Klasifikasi	Klasifikasi merupakan langkah akhir dari objek yang terdeteksi sesuai dengan kategori yang sudah ditentukan yaitu deteksi manusia
Output	Pembacaan melalui web	Setelah objek sudah dikenali dan sensor arus sudah terbaca maka sistem akan membaca apakah komputer masih dalam keadaan menyala atau tidak serta sistem juga akan membaca terdapat objek deteksi ataupun tidak
	TeamViewer	Pada bagian selanjutnya yaitu pengontrolan komputer melalui TeamViewer karena dengan TeamViewer ini dapat menyambungkan antara dua komputer ataupun komputer dengan <i>smartphone</i> jika dalam satu ID yang sama sehingga komputer dapat dikendalikan meski dalam jarak jauh.
	Shutdown komputer	Setelah terdapat notifikasi melewati tahapan pembacaan keadaan komputer dalam keadaan menyala atau tidak serta deteksi objek maka tahapan selanjutnya yaitu <i>shutdown</i> komputer dengan memanfaatkan <i>TeamViewer</i>

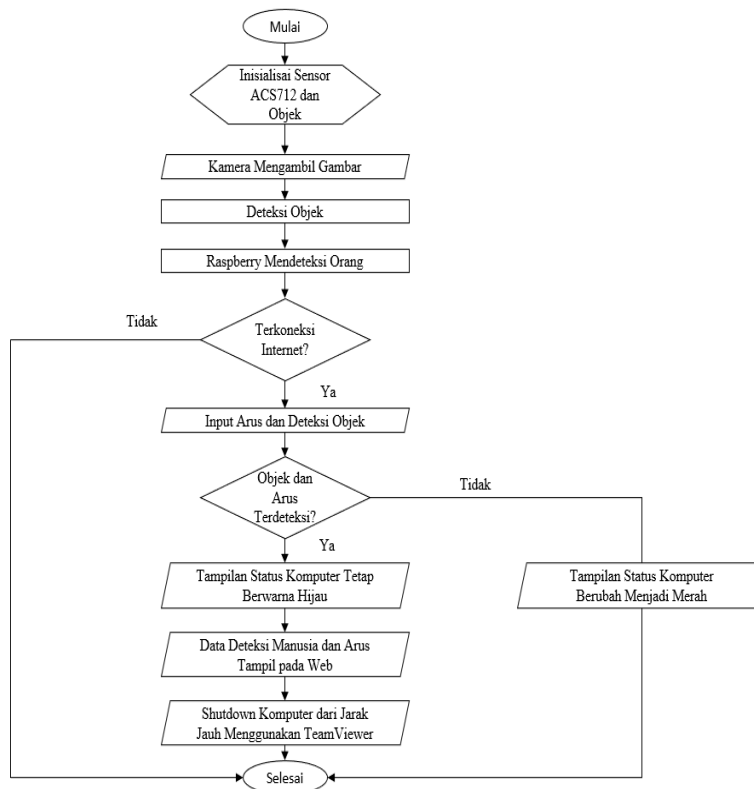
Sistem ini mengimplementasikan deteksi kehadiran manusia menggunakan kombinasi *Single Shot Detector (SSD)* berbasis *MobileNet* dan *Haar Cascade Classifier*.

1. Deteksi Objek: Menggunakan model *MobileNetSSD pre-trained* yang efisien untuk deteksi objek *real-time* pada Raspberry Pi, dengan *confidence threshold 0.5* untuk akurasi deteksi. *Haar Cascade Classifier* (khusus *lowerbody*) juga diintegrasikan sebagai pelengkap. Model-model ini dilatih pada dataset standar industri seperti PASCAL VOC/MS COCO (untuk *MobileNetSSD*) dan dataset spesifik (untuk *Haar Cascade*).
2. Integrasi Data: Status deteksi manusia dan informasi waktu dikirimkan secara *real-time* ke basis data *Firestore* (*Realtime Database* dan *Firestore*) untuk monitoring.
3. Pertimbangan Performa: Ukuran frame video di-*resize* untuk optimalisasi komputasi, dan FPS (*Frames Per Second*) dipantau. Perlu dicatat bahwa pencahayaan yang cukup dan stabilitas jaringan adalah faktor kunci akurasi dan latensi sistem.
4. Fungsi Utama: Data deteksi ini menjadi dasar untuk otomatisasi *shutdown* komputer. Jika tidak ada manusia terdeteksi dan komputer menyala, sistem mengaktifkan *TeamViewer* untuk kontrol jarak jauh dan proses *shutdown*.

### 2.3 Flowchart Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem Secara Keseluruhan



Gambar 3. Flowchart Monitoring

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian didapatkan melalui beberapa kali percobaan, data yang ditampilkan merupakan data yang memenuhi kriteria keberhasilan. Dibawah ini merupakan data-data dari hasil pengujian yang dilakukan.

#### 3.1 Data Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712

Setelah dilakukan pengujian arus pada sensor arus yang sudah terhubung dengan komputer maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Sensor Arus

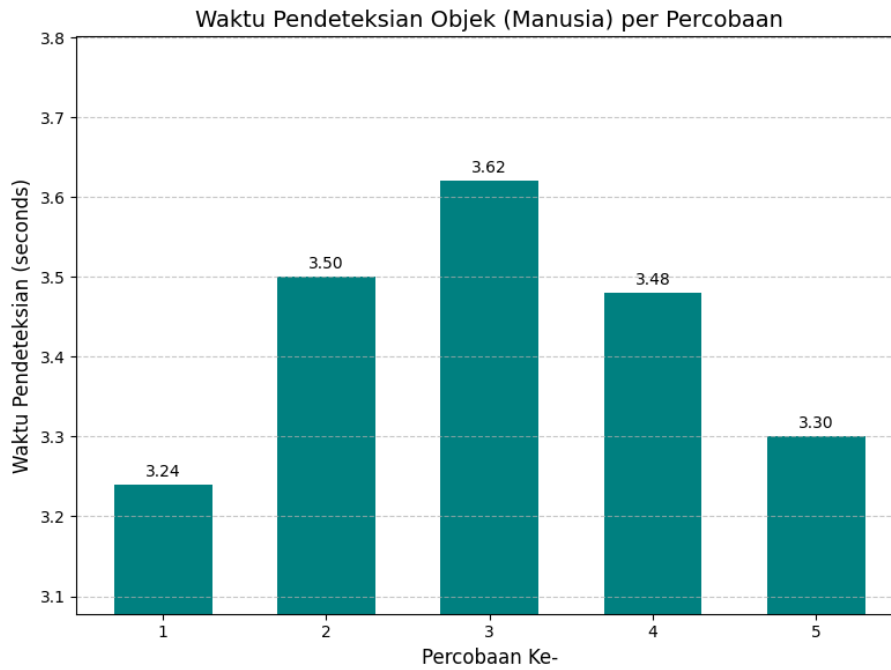
Percobaan ke-	Multimeter	Sensor Arus	Presentase Error
1	0,42	0,52	1,24%
2	0,21	0,26	1,24%
3	0,23	0,26	1,13%
4	0,22	0,26	1,18%
5	0,25	0,26	1,04%
6	0,25	0,26	1,04%
Presentase rata-rata error			1,15%

#### 3.2 Data Hasil Pengujian Kamera

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh kamera dalam pendeteksian objek, kamera sudah bisa mengenali objek deteksi yaitu manusia dengan menerapkan metode *single shot detector* dan *cascade clasifier*. Berikut merupakan tabel perhitungan *delay* pengenalan objek oleh kamera.

**Tabel 4.** Delay Pendeteksian Objek

Percobaan Ke-	Waktu Pendeteksian Objek (Manusia)
1	3,24 second
2	3,50 second
3	3,62 second
4	3,48 second
5	3,30 second
Rata-rata delay	3,43 second



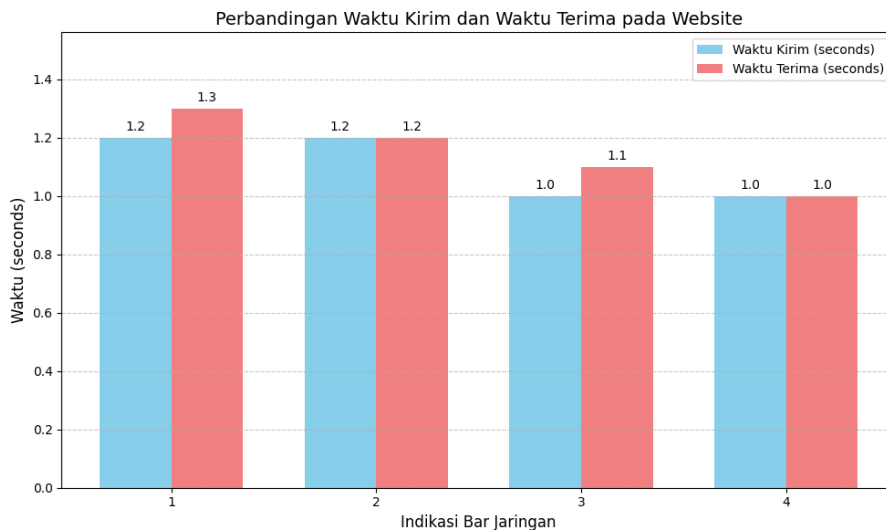
Gambar 4. Diagram Batang Hasil Delay Pendeteksian Objek

### 3.3 Data Hasil pengujian Konektivitas Website

Website terintegrasi dengan kamera Raspberry Pi dan sensor arus, sehingga dapat menampilkan kondisi ruangan laboratorium secara real-time. Hasil percobaan menunjukkan data delay sebagai berikut:

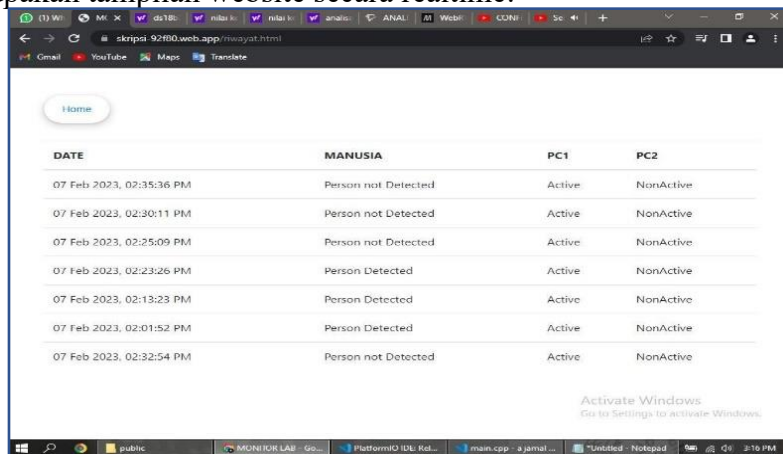
Tabel 5. Delay pada Website

Indikasi bar jaringan	Waktu Kirim (seconds)	Waktu Terima (seconds)
1	1.2	1.3
2	1.2	1.2
3	1	1.1
4	1	1
Rata-rata Delay	1.1	1.15
Delay keseluruhan		1.12 Seconds



Gambar 5. Diagram Batang Hasil Delay pada Website

Berikut merupakan tampilan website secara realtime:



Gambar 6. Tampilan Deteksi pada Website

### 3.4 Data Hasil pengujian TeamViewer

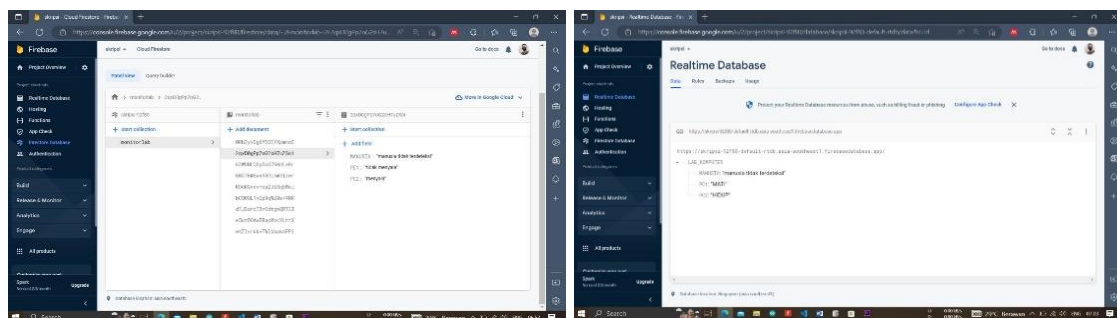
Pengujian TeamViewer dilakukan untuk mengetahui kecepatan pengkoneksian antara komputer admin dengan komputer client, berikut merupakan hasil pengujian teamviewer:

Tabel 6. Kecepatan Konektivitas TeamViewer admin + Client

Pengujian Ke-	Waktu koneksi Admin ke client 1	Waktu koneksi Admin ke client 2	Waktu terkoneksi ke Client 1	Waktu terkoneksi ke Client 2
1	4,10 detik	4,12 detik	4,32 detik	4,25 detik
2	2,34 detik	2.53 detik	5,10 detik	4.43 detik
3	2.79 detik	2.69 detik	4.14 detik	4.37 detik
4	3.17 detik	3.88 detik	6.13 detik	6.87 detik
Rata-Rata Delay	3.10 detik	3.30 detik	4.92 detik	4.98 detik

### 3.5 Data Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Data rekam sistem dikirim ke Firestore Firebase dan disimpan dalam bentuk dokumen berisi informasi seperti status keberadaan manusia, arus komputer, waktu, dan aksi sistem. Firestore mendukung sinkronisasi real-time dan skalabilitas, memungkinkan sistem merespons cepat, seperti melakukan shutdown otomatis saat ruangan kosong. Struktur data yang rapi juga memudahkan integrasi dengan dashboard dan sistem notifikasi. Secara keseluruhan, Firestore meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem serta mendukung pengembangan lanjutan.



Gambar 7. Tampilan Data Rekam dan Realtime Database

Dari pengujian sistem secara keseluruhan didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 7.** Monitoring Secara Keseluruhan

Date	Person Detected	PC 1	Tindakan	PC 2	Tindakan
23 Feb 2023, 06:38:51 PM	Person Detected	Active	Tidak ada tindakan	Active	Tidak ada tindakan
23 Feb 2023, 06:43:55 PM	Person Detected	Active	Tidak ada tindakan	Active	Tidak ada tindakan
23 Feb 2023, 06:48:59 PM	Person Detected	Active	Tidak ada tindakan	Active	Tidak ada tindakan
23 Feb 2023, 06:54:03 PM	Person Detected	Active	Tidak ada tindakan	Non Active	Tidak ada tindakan
23 Feb 2023, 06:59:07 PM	Person Detected	Active	Tidak ada tindakan	Non Active	Tidak ada tindakan
23 Feb 2023, 07:04:11 PM	Person not Detected	Active	Mengaktifkan TeamViewer	Non Active	Tidak ada tindakan
23 Feb 2023, 07:09:15 PM	Person not Detected	Active	Mengaktifkan TeamViewer	Non Active	Tidak ada tindakan
23 Feb 2023, 07:14:19 PM	Person not Detected	Active	Mengaktifkan TeamViewer	Non Active	Tidak ada tindakan

#### 4. Kesimpulan

Sistem berhasil mendeteksi objek manusia secara akurat dalam berbagai posisi (duduk menghadap depan/belakang, berdiri) serta mengenali kondisi ruangan kosong. Keandalan deteksi dipengaruhi oleh pencahayaan yang memadai dan stabilitas jaringan, menjadi fondasi kuat untuk otomatisasi berbasis keberadaan. Sistem juga mampu memantau status arus komputer secara real-time dan menampilkannya melalui website monitoring. Saat tidak ada keberadaan manusia yang terdeteksi dan komputer masih menyala, sistem otomatis menginisiasi koneksi TeamViewer, memungkinkan administrator mengontrol dan mematikan komputer dari jarak jauh secara efisien. Koneksi TeamViewer berjalan baik dan mendukung shutdown komputer klien di laboratorium. Kontribusi utama sistem ini adalah peningkatan efisiensi operasional laboratorium komputer melalui otomatisasi shutdown berbasis kehadiran, pengurangan konsumsi energi, dan perpanjangan umur perangkat. Sistem ini juga memiliki potensi pengembangan lebih lanjut seperti integrasi dengan jadwal penggunaan, penambahan notifikasi otomatis, atau peningkatan metode deteksi agar lebih andal terhadap variasi pencahayaan.

#### Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan moral dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Garut dan pihak lain yang telah memberikan kerjasama dalam penelitian ini.

**Daftar Pustaka**

- [1] A. Nurhuda, Salmon, and Muhamad Risky Ramadhani, "Membangun Kendali Gerak Kamera Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Mikrokontroler sebagai Sarana Penunjang Bidang Multimedia pada Pt. Grand Victoria Internasional Hotel," *INFORMATIKA*, vol. 3, no. 2, pp. 53–59, 2018.
- [2] D. A. Prasetya and Iman Nurvianto, "Deteksi Wajah Metode Viola Jones pada OpenCv Menggunakan Pemrograman Python," *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS*, vol. 2, no. 1, pp. 18–23, 2012.
- [3] D. Krisrenanto, M. Rivai, and Fajar Budiman, "Identifikasi Jumlah dan Tingkat Aktivitas Orang Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Raspberry Pi," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 110–115, 2017.
- [4] Nuraeni, I. Aanggraini, N. I. Humairah, I. P. Ramadhan, and Muhammad Sabirin Hadis, "Sistem Akses Pintu Berbasis Face Recognition Menggunakan ESP32 Module dan Aplikasi Telegram," *J. Mediat. J. Media Pendidik. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 3, pp. 115–119, 2021.
- [5] Suhepy Abidin, "Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab," *J. Teknol. ELEKTERIKA*, vol. 1, no. 15, pp. 21–27, 2018.
- [6] A. Rifaini, S. Sintaro, and Ade Surahman, "Alat Perangkap dan Kamera Pengawas dengan Menggunakan ESP32-CAM sebagai Sistem Keamanan Kandang Ayam," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 53–63, 2021.
- [7] P. Rianto and Agus Harjoko, "Penentuan Kematangan Buah Salak Pondoh di Pohon Berbasis Pengolahan Citra Digital," *IJCCS*, vol. 11, no. 2, pp. 143–145, 2017.
- [8] Agus Susilo, "Implementasi Metode SSD (Single Shot Multibox Detector) untuk Mendeteksi Pelanggaran Jalur Busway Menggunakan Masukan Citra Digital," Universitas Teknologi Yogyakarta, 2019.
- [9] Riki Indriati Purba, "Analisis dan Implementasi Algoritma Gaussian dan High Pass Filter untuk Menghasilkan Citra High Dynamic Range," Universitas Sumatera Utara, 2014.
- [10] Syarifah Rosita Dewi, "Deep Learning Object Detection pada Video Menggunakan Tensorflow dan Convolution Neural Network," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [11] C. G. W. Pramana, D. C. Khrisne, and Nyoman Putra Sastra, "Rancang Bangun Object Detection Pada Robot Soccer Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector (SSD MobileNetV2)," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, pp. 28–36, 2021.
- [12] S. Fuady, Nehru, and G. Anggraeni, "Deteksi Objek Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector Pada Alat Bantu Tongkat Tunanetra Berbasis Kamera," *JEPKA*, vol. 2, no. 3, pp. 39–43, 2020.
- [13] O. Victoria and Indah Permana Solihin, "Pendeteksi Wajah Secara Realtime Menggunakan Metode Eigenface," *SEINASI-KESI*, vol. 3, no. 2, pp. 126–131, 2018.
- [14] A. Putra, V. Sihombing, and Mustafha Haris Munandar, "Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Tepi Citra Digital Menggunakan Algoritma Prewitt," *J. TEKINKOM*, vol. 4, no. 1, pp. 83–87, 2021.
- [15] M. Sarosa and Nailul Muna, "Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) untuk Deteksi Korban Bencana Alam," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 784–792, 2019.

## **Analisis Jarak dan Tegangan Kritis Penyulang CLDG: Studi Kasus dan Validasi ETAP-MATLAB**

**Ivan Guntara<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Jl. Siliwangi No. 24, Kahuripan, Kec. Tawang, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat, 46115, Indonesia

Korespondensi: [217002041@student.unsil.ac.id](mailto:217002041@student.unsil.ac.id)

### **ARTICLE HISTORY**

*Received: 24-12-2024*

*Revised: 25-06-2025*

*Accepted: 25-06-2025*

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jarak terjauh dan tegangan terendah pada sistem distribusi penyulang Ciledug (CLDG) di Kota Tasikmalaya. Latar belakang penelitian ini adalah ketidakstabilan tegangan, khususnya tegangan rendah pada titik-titik tertentu, yang berpotensi merusak peralatan listrik, menurunkan efisiensi operasional, dan meningkatkan rugi daya. Metode yang digunakan adalah simulasi aliran daya dengan bantuan perangkat lunak ETAP 19.0.1 dan MATLAB R2023a, menggunakan data sekunder dari PLN. Hasil simulasi menunjukkan jarak terjauh pada penyulang CLDG mencapai 23,51 km, berada di Bus C068 dengan trafo CDAS 250 kVA. Tegangan terendah tercatat pada Bus C045 dengan trafo GUTI, yaitu 18,063 kV pada beban 80% dan 17,461 kV pada beban 100%, yang tidak memenuhi standar SPLN 72:1987. Standar ini menetapkan batas toleransi dengan maksimum 21 kV dan minimum 18 kV, tegangan pada beban 100% dinyatakan tidak memenuhi kriteria.

**Kata kunci:** Jarak Terjauh; Kestabilan Tegangan; Penyulang CLDG; Tegangan Terendah

### ***Critical Distance and Voltage Analysis of CLDG Feeder: Case Study and ETAP-MATLAB Validation***

#### **Abstract**

*This research aims to analyze the furthest distance and lowest voltage in the Ciledug feeder distribution system (CLDG) in Tasikmalaya City. The background of this study is voltage instability, especially low voltage at certain points, which has the potential to damage electrical equipment, reduce operational efficiency, and increase power losses. The method used is power flow simulation with the help of ETAP 19.0.1 and MATLAB R2023a software, using secondary data from PLN. The simulation results show that the furthest distance in the CLDG feeder reaches 23.51 km, located at Bus C068 with a 250 kVA CDAS transformer. The lowest voltage was recorded at Bus C045 with a GUTI transformer, which is 18.063 kV at 80% load and 17.461 kV at 100% load, which does not meet the SPLN 72:1987 standard. This standard sets a tolerance limit with a maximum of 21 kV and a minimum of 18 kV, so that the voltage at 100% load is declared not to meet the criteria.*

**Key words:** Longest Distance; Voltage Stability; CLDG Feeder; Lowest Voltage

## 1. Pendahuluan

Dalam sistem distribusi tenaga listrik, kestabilan tegangan adalah faktor krusial yang harus dijaga untuk memastikan keandalan dan efisiensi penyaluran energi listrik kepada konsumen [1-3]. Tegangan yang tidak stabil, terutama tegangan yang terlalu rendah pada titik-titik tertentu di jaringan distribusi, dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik, menurunkan efisiensi operasional, dan meningkatkan kerugian daya [4-5]. Berbagai studi sebelumnya telah menyoroti pentingnya pengendalian tegangan dan pengaruh panjang saluran distribusi terhadap kestabilan tegangan, seperti penelitian oleh Ilyas dan Yulianto [6] yang menganalisis *drop* tegangan pada jaringan tegangan rendah, serta oleh Janis,dkk [7] yang menyoroti perencanaan sistem distribusi pada daerah terpencil. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum secara khusus meninjau sistem distribusi di kawasan urban, seperti Kota Tasikmalaya yang memiliki karakteristik beban dan jarak penyulang berbeda.

Penyulang Ciledug (CLDG) merupakan salah satu jaringan distribusi di Kota Tasikmalaya yang mendapat suplai langsung dari Gardu Induk (GI) Tasikmalaya. Penyulang ini melayani sekitar 14.440 pelanggan di wilayah Tamansari, Kota Baru, dan sekitarnya, yang menggunakan konduktor jenis AAAC 3x150 mm<sup>2</sup> serta dilengkapi dengan 65 trafo distribusi. Penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Hakim, et.al. [10] dan Setiawan, et.al. [11] lebih berfokus pada perencanaan penyulang dan keandalan umum sistem distribusi, namun belum menyoroti spesifik karakteristik lokal, seperti CLDG. Dengan demikian, analisis kestabilan tegangan dan penentuan titik terjauh pada penyulang CLDG menjadi relevan untuk mengisi kekosongan studi teknis pada area ini.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan ETAP dan MATLAB, diketahui bahwa jarak bus terpanjang dari GI Tasikmalaya adalah 23,51 km, yaitu pada penyulang CDAS yang terhubung ke Bus C068 dengan kapasitas trafo sebesar 250 kVA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis titik-titik terjauh serta tegangan terendah pada penyulang CLDG. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada interaksi dua perangkat lunak teknik, ETAP dan MATLAB, dalam menilai performa distribusi listrik berdasarkan variasi beban *real*. Hal ini memberikan pendekatan baru dalam pengukuran performa jaringan distribusi pada level penyulang dengan karakteristik lokal.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT PLN (Persero) Tasikmalaya Kota dan selanjutnya diolah menjadi diagram satu garis (*Single Line Diagram/SLD*) menggunakan ETAP. Simulasi dilakukan pada tiga kondisi beban (20%, 80%, dan 100%) untuk mengevaluasi dampak variasi beban terhadap kestabilan tegangan dan jarak terjauh penyulang CLDG. Penggunaan ETAP didasarkan pada kemampuannya dalam menyajikan simulasi teknis sistem distribusi secara rinci dan akurat [4,12], sedangkan MATLAB memberikan fleksibilitas untuk perhitungan numerik dan validasi hasil simulasi melalui pendekatan analitis [13]. Justifikasi metodologi ini bertujuan untuk meningkatkan keakuratan analisis dan memperkuat keandalan hasil yang diperoleh.

Pemanfaatan ETAP dan MATLAB memungkinkan analisis yang lebih mendalam dan akurat [8-10]. ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) adalah perangkat lunak analisis komprehensif yang digunakan untuk merancang dan menguji sistem tenaga listrik [11-12]. Sedangkan MATLAB digunakan untuk menghitung parameter kritis seperti

tegangan terendah dan jarak terjauh secara numerik [13]. Kombinasi kedua perangkat lunak ini memberikan validasi silang terhadap hasil analisis, sehingga memastikan keandalan data dan kesimpulan yang dihasilkan. Berdasarkan latar belakang dan pendekatan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis jarak terjauh dan tegangan terendah pada penyulang CLDG. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi teknis dalam perencanaan dan pengelolaan sistem distribusi listrik di Tasikmalaya, serta memberikan kontribusi praktis bagi PLN dalam meningkatkan kualitas tegangan dan efisiensi jaringan distribusi.

## 2. Metode

### 2.1 Alat

Alat yang digunakan :

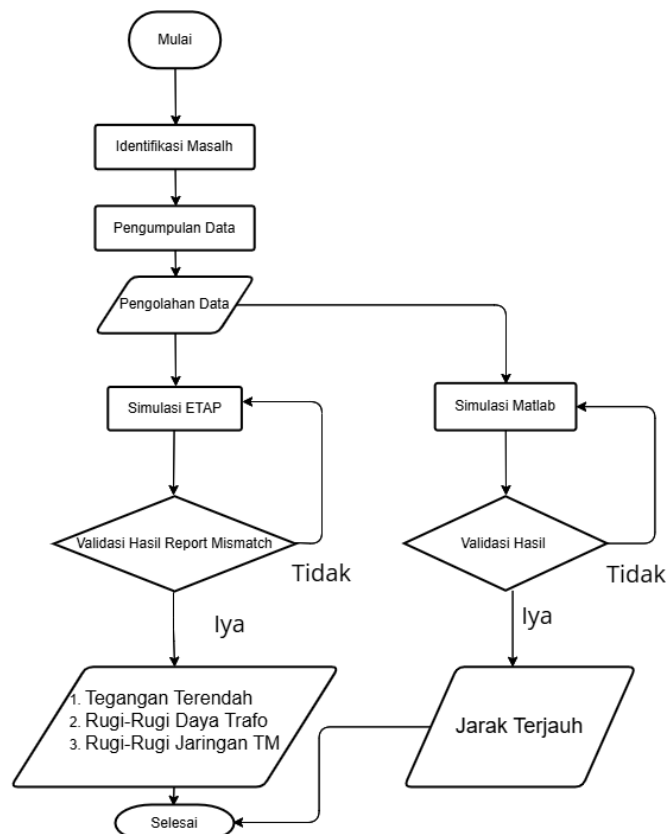
- Perangkat lunak MATLAB R2023a untuk pemodelan sistem dan simulasi aliran daya.
- Perangkat lunak ETAP 19.0.1 untuk validasi perhitungan numerik hasil simulasi.

### 2.2 Bahan

Bahan yang digunakan : data sekunder dari PLN berupa :

- Data spesifikasi transformator distribusi
- Jenis dan ukuran konduktor
- Informasi beban distribusi pelanggan
- Struktur jaringan distribusi dalam bentuk SLD (*Single Line Diagram*)

### 2.3 Prosedur Penelitian



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah sistematis dalam pelaksanaan penelitian yang juga tercermin dalam Gambar 1 (*Flowchart* Alur Penelitian) :

1. Identifikasi Masalah  
Menentukan fokus utama penelitian, yaitu menganalisis tegangan terendah dan jarak terjauh pada penyulang CLDG.
2. Pengumpulan Data  
Mengumpulkan data teknis jaringan distribusi dari PLN sebagai dasar pemodelan dan simulasi.
3. Pengolahan Data  
Mengkonversi data menjadi model jaringan distribusi satu garis (SLD) untuk simulasi pada perangkat lunak ETAP.
4. Simulasi ETAP  
Melakukan simulasi aliran daya untuk memperoleh profil tegangan pada seluruh titik bus dan menghitung rugi-rugi daya.
5. Simulasi MATLAB  
Melakukan validasi terhadap hasil simulasi ETAP dengan perhitungan numerik menggunakan MATLAB untuk memastikan keakuratan.
6. Validasi Hasil  
Membandingkan hasil dari ETAP dan MATLAB. Jika ditemukan ketidaksesuaian (*report mismatch*), dilakukan koreksi input data dan simulasi diulang hingga hasil selaras.
7. Analisis Akhir  
Setelah validasi berhasil, dilakukan analisis terhadap :
  - Tegangan terendah pada beban 20%, 80%, dan 100%
  - Jarak terjauh dari GI Tasikmalaya
  - Rugi-rugi daya pada transformator dan jaringan Tegangan Menengah (TM)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini memaparkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan dalam bab sebelumnya. Untuk mengetahui jarak bus terpanjang dari GI Tasikmalaya, tegangan terendah, serta besarnya rugi-rugi daya pada trafo dan saluran pada penyulang CLDG yang disimulasikan dalam aplikasi MATLAB R2023a dan ETAP 19.0.1.

**Tabel 1. Data Jarak Terpanjang Bus dari GI pada Penyulang CLDG di Kota Tasikmalaya**

Penyulang	Jarak Terpanjang dari Gardu Induk (km)	Nomor Bus Terpanjang dari Gardu Induk	Nama Bus Terpanjang dari Gardu Induk
CLDG	23.51	C068	CDAS

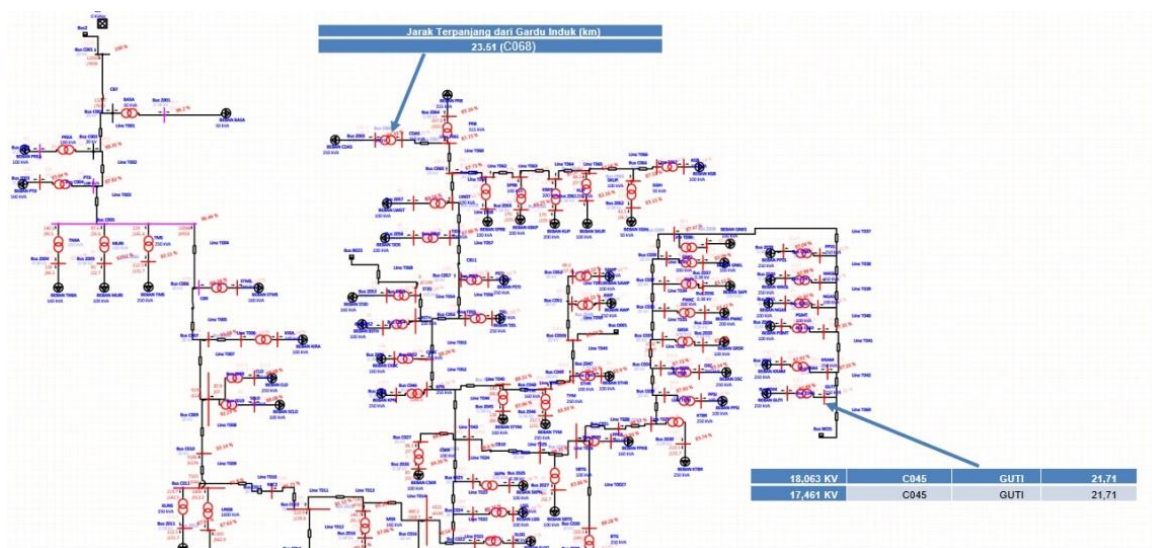
Berdasarkan hasil pengolahan data yang di input kedalam excel dan kemudian dilakukan pengolahan menggunakan bantuan software matlab didapatkan hasil seperti pada tabel 1 dimana untuk nilai jarak terpanjang dari Penyulang CLDG yaitu gardu CDAS dengan nomor Bus C068 dan panjang 23,51 km. Hasil ini menunjukkan bahwa jarak terpanjang memang terdapat pada bus akhir dalam konfigurasi jaringan tersebut. Namun demikian, hasil ini menunjukkan adanya keterkaitan antara panjang saluran distribusi dengan

potensi terjadinya *drop* tegangan, sebagaimana diulas dalam studi oleh Janis, et.al. [7] yang menyatakan bahwa saluran panjang tanpa pengaturan tegangan yang memadai cenderung mengalami penurunan performa distribusi energi listrik. Oleh karena itu, lokasi-lokasi dengan jarak terjauh perlu mendapatkan perhatian lebih dalam desain teknis sistem distribusi.

**Tabel 2. Data Tegangan Terendah pada Bus Penyulang CLDG dalam Kondisi Beban 20%, 80%, dan 100%**

Beban	Tegangan MV Terendah (KV)	Nomor Bus Beban Terendah	Nama Bus Beban Terendah	Jarak Dari Gardu Induk (KM)	Keterangan
20%	-	-	-	-	-
80 %	18,063	C045	GUTI	21,71	Sesuai
100%	17,461	C045	GUTI	21,71	Tidak

Berdasarkan tabel data tegangan terendah hasil simulasi pada ETAP didapatkan hasil bahwa pada skema pembebanan 20% tegangan berada dalam kondisi normal, bahkan bisa jadi sedikit di atas nominal karena efek kapasitif jaringan. Namun, masalah terjadi karena ETAP tidak menampilkan nilai tegangan untuk skenario 20% ini, yang kemungkinan besar disebabkan oleh kegagalan konvergensi algoritma perhitungan aliran daya pada kondisi beban sangat ringan. Kemudian pada pembebanan 80% tegangan mengalami penurunan namun masih dalam batas toleransi, dan ketika pembebanan 100% tegangan mengalami penurunan hingga melebihi batas minimal, dimana menurut standar SPLN 72:1987 untuk tegangan batas maksimal tegangan diatas normal adalah 5% dan untuk batas maksimal dibawah normal 10% dari tegangan kerjanya. Adanya penurunan tegangan ini disebabkan oleh adanya peningkatan pembebanan pada penyulang CLDG dan juga jauhnya jarak penghantar dari GI. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Ilyas dan Yulianto [6], yang menekankan bahwa distribusi beban yang tidak merata dan panjang penghantar merupakan penyebab utama terjadinya penurunan tegangan di jaringan distribusi. Lebih lanjut, studi Sya'roni dan Rijanto [14] menegaskan bahwa penempatan transformator yang kurang optimal dalam memperburuk ketidakseimbangan distribusi tegangan. Selain itu, menarik untuk dicatat bahwa bus dengan tegangan terendah bukanlah bus dengan jarak terjauh, melainkan BUS C045 dengan nama GUTI pada jarak 21,71 km. Hal ini menunjukkan bahwa pemetaan beban transformator dan konfigurasi jaringan lebih memengaruhi penurunan tegangan dibanding jarak itu sendiri. Untuk memperjelas posisi titik-titik kritis yang menjadi fokus analisis, berikut disajikan model jaringan distribusi (*Single Line Diagram/SLD*) hasil pemodelan pada *software* ETAP.



Gambar 2. Single Line Diagram

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa titik dengan jarak terpanjang dari GI (Bus C068) terletak di sisi kiri atas jaringan, sedangkan titik dengan tegangan terendah (Bus C045 – GUTI) terletak di sisi kanan bawah jaringan dengan jarak 21,71 km. Perbedaan posisi ini memperkuat kesimpulan bahwa tegangan terendah tidak selalu berada di titik terjauh dari sumber, tetapi lebih ditentukan oleh konfigurasi beban dan distribusi transformator yang tidak merata. Tampak pula bahwa beban di sekitar C045 cukup padat dan memiliki banyak percabangan, yang dapat menyebabkan *drop* tegangan lebih besar meskipun bukan pada titik ujung jaringan.

Tabel 3. Perbandingan Rugi Daya Trafo dan Saluran TM Penyulang CLDG pada Tiga Kondisi Pembebanan

Beban	Rugi Daya Total (KW)	Total Beban (KW)	Prosentase Rugi Daya (%)
<b>Rugi Daya Trafo</b>			
20%	11,0	1.971	0,56
80%	208,6	7.885	2,65
100%	352,9	9.856	3,58
<b>Rugi Daya Saluran TM</b>			
20%	24,9	1.971	1,26
80%	494,8	7.885	6,28
100%	841,6	9.856	8,54

Berdasarkan hasil simulasi ETAP, diketahui bahwa nilai rugi daya, baik pada trafo maupun saluran TM, meningkat seiring dengan peningkatan beban. Kenaikan ini dapat dijelaskan secara teknis melalui hukum  $I^2R$ , dimana rugi-rugi daya meningkat sebanding kuadrat arus. Hal ini tentu berdampak pada efisiensi energi dan kestabilan tegangan di seluruh jaringan. Kondisi ini sejalan dengan temuan Yunus, et.al. [16], yang mengamati peningkatan signifikan rugi-rugi daya pada penyulang dengan kabel berimpedansi tinggi, seperti AAAC. Selain itu, Sya'roni dan Rijanto [14] menyarankan penempatan trafo tambahan serta penggunaan konduktor dengan resistansi rendah untuk mengatasi hal tersebut. Langkah strategis yang dapat diambil meliputi rekonfigurasi jaringan distribusi,

penambahan titik-titik penyangga daya, serta pemeliharaan berkala pada konduktor dan trafo agar sistem bekerja dalam rentang efisiensi optimal.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penyulang CLDG mengalami penurunan tegangan pada titik tertentu, terutama saat pembebanan tinggi. Salah satu titik terendah terjadi pada trafo yang memiliki tegangan di bawah 18 kV saat beban mencapai 100%, yang berarti tidak memenuhi batas toleransi standar SPLN 72:1987. Hal ini menunjukkan bahwa sistem distribusi perlu ditinjau ulang untuk menghindari kerugian teknis dan menjaga keandalan pasokan listrik. Selain itu, hasil simulasi menggunakan MATLAB menunjukkan bahwa jarak terpanjang dari gardu induk ke titik distribusi tidak selalu berada pada bus terakhir, melainkan tergantung pada konfigurasi saluran dan beban. Jarak terpanjang tercatat mencapai lebih dari 23,51 km dengan nomor Bus C068, yang berpotensi menyebabkan penurunan tegangan signifikan jika tidak ditangani secara teknis. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimalisasi penempatan trafo, pengaturan beban yang seimbang, serta pemeliharaan sistem distribusi secara berkala agar tegangan tetap dalam batas aman dan kualitas daya tetap terjaga di seluruh area layanan.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Dekan Fakultas Teknik Universitas Siliwangi yang telah mendukung penelitian ini, Ketua Jurusan Teknik Elektro yang selalu mengarahkan dan mendukung dalam setiap penelitian yang dilakukan, serta Wali Dosen yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. Muhtar, "Analisis Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer PT. PLN ULP Sengkang Sulawesi Selatan" *Analisis Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer PT. PLN ULP Sengkang Sulawesi Selatan*, vol. 33, no. 8.5.2017, pp. 1–85, 2022.
- [2] M. A. Auliq and I. B. Pratama "Analisa Penentuan Estimasi Jarak Gangguan pada Sistem Distribusi Menggunakan Metode ETAP 12.6.0", *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–42, 2021 [Online] Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/ELKOM/article/view/4353>
- [3] A. Budiawan and A. Indrawan, "Perencanaan Belitan Transformator Distribusi 20 Kv 50 Kva", *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, vol. 14, no. 2, pp. 109–119, 2022.
- [4] U. Faruq, A. Ridho, M. Vrayulis, and E. Julio, "Peran Penggunaan ETAP Untuk Mengevaluasi Kendala Listrik", *SainETIn: Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 16–22, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i1.7031>
- [5] K. N. Ihsan, M. Thahir, and A. Alimin, "Analisis Keandalan Dan Susut Daya Sistem Distribusi 20 Kv Ulp Daya Akibat Pengalihan Beban Penyulang Baddoka Ke Penyulang Ujung Pandang", *Journal of Applied Electrical and ...*, vol. 1, no. 2, pp.

- 1–20, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/jpes/article/view/4707>
- [6] I. Ilyas and H. Yulianto, “Analisis Tegangan *Drop* Jaringan Tegangan Rendah Dengan Metode Pembagian Beban”, *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, vol. 32, no. 4, pp. 9–18, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.37277/stch.v32i4.1445>
- [7] V. Janis et al., “Perencanaan Sistem Distribusi 20 KV Siau Tahun 2020”, *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [8] O. Kati, A. M. Khafabin, and S. Am, “Studi Evaluasi Distribusi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) pada Gardu JPR 047 Penyulang Merak”, *Elsains : Jurnal Elektro*, vol. 3, no. 1, 2021.
- [9] I. Made Parsa and S. C. Hadi, “Evaluation of Distribution Networks Against Electricity Availability At Fkip Nusa Cendana University Kupang 1”, *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, vol. 13, no. 1, pp. 30–38, 2019.
- [10] M. F. Hakim, A. Hermawan, H. P. Budianto, and Y. Yanuarianto, “Perencanaan dan Evaluasi Sistem Penyulang Ganda Sebagai Backup Power Supply PT. X”, *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, vol. 11, no. 2, pp. 139–144, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.33795/elposys.v11i2.5155>
- [11] W. Setiawan, R. A. Murdiantoro, and Nasrulloh, “Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Akibat Gangguan pada Masa Pandemi COVID-19 Di PT. PLN (Persero) ULP Sidareja”, *Journal Of Electronic and Electrical Power Application*, vol. 3, no. 1, pp. 3–7, 2021.
- [12] A. M. Shodar, “Analisis Penempatan Transformator Distribusi Berdasarkan *Drop Voltage* Pada PT. PLN (Persero) Distribusi Lamongan Menggunakan *Software* Etap 19.0”, *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro*, vol. 2, no. 4, 2023. [Online]. Available: <https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/jtmei/article/view/2888%0Ahttps://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/jtmei/article/download/2888/2712>
- [13] Suprianto, “Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu”, *Journal Of Electrical Technology (JET)*, vol. 3, no. 2, pp. 64–72, 2018.
- [14] Z. Sya’roni and T. Rijanto, “Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah”, *Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.
- [15] T. J. Tahalele and M. C. Yesaya, “Analisis Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Untuk Memperbaiki Jatuh Tegangan Gardu Distribusi Passo”, *Jurnal Fisika Papua*, vol. 3, no. 1, pp. 8–10, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.31957/jfp.v3i1.160>
- [16] M. Yunus, A. Vivin Sulastri, Suryani, and Z. B. Hasanuddin, “Analisis Trip Pada Gardu Hubung Akibat Terjadinya Gangguan Pada ULP Jeneponto”, *Jurnal Vertex Elektro*, vol. 15, no. 1, pp. 3–9, 2023.

## Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular Array Empat Elemen Pada Frekuensi 920-923 Mhz Untuk Komunikasi Long Range (LoRa)

Khomsah Wafiyatul Amanah<sup>1</sup>, Ahmad Hasyim<sup>2</sup>, Sifa Nurpadillah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: [khomsahwa@gmail.com](mailto:khomsahwa@gmail.com)

### ARTICLE HISTORY

Received: 22-12-2024

Revised: 27-06-2025

Accepted: 27-06-2025

### Abstrak

LoRa merupakan teknologi komunikasi yang populer dalam aplikasi IoT karena jangkauan hingga 15 km dan konsumsi daya rendah. Teknologi ini telah digunakan di berbagai negara, termasuk Indonesia, karena efisiensi energi dan biaya. Namun, penggunaannya tidak selalu sesuai dengan regulasi frekuensi tiap negara. Sebagian besar perangkat LoRa yang beredar di pasaran bekerja pada frekuensi 433 MHz, 868 MHz, dan 915 MHz. Hal tersebut berbeda dengan regulasi frekuensi LoRa di Indonesia, yang mengharuskan perangkat LPWA (*Low Power Wide Area*) non seluler beroperasi pada rentang frekuensi 920–923 MHz sesuai dengan Peraturan Direktur Jendral Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika No 3 Tahun 2019. Untuk mendukung hal ini, diperlukan pengembangan antena yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mensimulasikan, dan merealisasikan antena mikrostrip *patch rectangular array* yang bekerja pada frekuensi 920-923 Mhz untuk komunikasi LoRa. Antena dirancang menggunakan metode konfigurasi *array* dengan empat elemen peradiasi guna meningkatkan *gain* dan performa antena. Simulasi dilakukan menggunakan CST Studio Suite 2019 untuk memprediksi performa antena. Hasil simulasi menunjukkan VSWR 1.3681, *return loss* -16.169 dB, *gain* 4.015 dBi, dan *bandwidth* 3 Mhz. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa VSWR 3.2521, *return loss* -5.5338 dB, *gain* 6.298 dBi, sedangkan *bandwidth* tidak dapat dihitung karena VSWR lebih dari 2. Pola radiasi di bidang elevasi menunjukkan bahwa hasil simulasi mendekati bentuk *unidirectional*, sedangkan hasil pengukuran menunjukkan bentuk *omnidirectional*. Pada bidang azimuth, simulasi menunjukkan pola *bidirectional*, sementara pengukuran memperlihatkan pola *omnidirectional*. Meskipun antena berhasil meningkatkan gain secara signifikan, terdapat perbedaan parameter antara hasil perhitungan, simulasi, dan pengukuran.

**Kata kunci:** LPWA, LoRa, Mikrostrip, Array, CST Studio Suite.

### ***Design and Realization of a Four-Element Rectangular Microstrip Patch Array Antenna at 920-923 Mhz for Long Range (LoRa) Communication***

#### ***Abstract***

*LoRa is a popular communication technology in IoT applications due to its long range—up to 15 km—and low power consumption. This technology has been adopted in various countries, including Indonesia, because of its energy and cost efficiency. However, its use*

does not always comply with the frequency regulations in each country. Most LoRa devices available on the market operate at frequencies of 433 MHz, 868 MHz, and 915 MHz. This differs from Indonesia's frequency regulations for LoRa, which require non-cellular LPWA (Low Power Wide Area) devices to operate within the 920–923 MHz frequency range, in accordance with Regulation No. 3 of 2019 issued by the Director General of Resources and Postal and Informatics Devices. To support this requirement, antenna development that aligns with the regulation is necessary. This research aims to design, simulate, and realize a rectangular microstrip patch array antenna that operates in the 920–923 MHz frequency band for LoRa communication. The antenna is designed using an array configuration with four radiating elements to enhance gain and overall performance. Simulations were carried out using CST Studio Suite 2019 to predict the antenna's performance. The simulation results show a VSWR of 1.3681, return loss of -16.169 dB, gain of 4.015 dBi, and a bandwidth of 3 MHz. The measurement results indicate a VSWR of 3.2521, return loss of -5.5338 dB, and gain of 6.298 dBi, while the bandwidth could not be determined due to the VSWR exceeding 2. The radiation pattern in the elevation plane shows that the simulation results closely resemble a unidirectional pattern, while the measurements exhibit an omnidirectional pattern. In the azimuth plane, the simulation shows a bidirectional pattern, whereas the measurement reveals an omnidirectional one. Although the antenna successfully enhances gain significantly, discrepancies exist between the calculated, simulated, and measured parameters.

**Key words:** LPWA, LoRa, Microstrip, Array, CST Studio Suite.

## 1. Pendahuluan

LoRa adalah teknologi komunikasi terbaru dalam *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) yang merupakan sistem komunikasi nirkabel untuk *internet of things* (IoT). Teknologi ini menawarkan jangkauan hingga 15 km dengan konsumsi daya rendah [1], menjadikannya solusi menarik untuk berbagai aplikasi IoT. Saat ini, LoRa digunakan di berbagai negara di dunia termasuk Indonesia karena hemat energi dan biaya [2]. Namun, penggunaan LoRa tidak selalu sesuai dengan regulasi frekuensi di masing-masing negara. Sebagian besar perangkat LoRa yang beredar di pasaran bekerja pada frekuensi 433 MHz, 868 MHz, dan 915 MHz. Hal tersebut berbeda dengan regulasi frekuensi LoRa di Indonesia, yang mengharuskan perangkat LPWA (Low Power Wide Area) non seluler beroperasi pada rentang frekuensi 920–923 MHz sesuai dengan Peraturan Direktur Jendral Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Perangkat Informatika No 3 Tahun 2019 [3]. Maka dari itu, diperlukan instrumen yang mendukung frekuensi kerja LoRa di Indonesia.

Instrumen yang mendukung frekuensi kerja LoRa di Indonesia masih terbatas. Salah satu contoh adalah Antares Connectivity–LoRaWAN, yang merupakan satu-satunya produk yang tersertifikasi oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) dan mengoperasikan jaringan di frekuensi 920–923 MHz [4]. Di samping itu, ada juga produk lokal seperti Tuni Modul LoRa yang diproduksi di Indonesia dan dapat diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler. Produk ini sesuai dengan regulasi di Indonesia dan mendukung frekuensi 920–923 MHz [5]. Dalam rangka mendukung implementasi teknologi LoRa yang sesuai dengan regulasi frekuensi di Indonesia, diperlukan

pengembangan produk baru. Salah satu komponen penting dalam pengimplementasian teknologi komunikasi LoRa adalah antena, yang berfungsi sebagai alat pemancar dan penerima sinyal nirkabel. Antena mikrostrip menjadi pilihan yang menarik karena desainnya yang sederhana, tipis, dan relatif mudah dipabrikasi. Namun memiliki beberapa kekurangan berupa *bandwidth* dan *gain* yang dihasilkan yang terbatas [6] [7].

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya terkait perancangan antena mikrostrip untuk komunikasi LoRa. Pada penelitian [7], telah dilakukan perancangan antena mikrostrip *bowtie* untuk komunikasi LoRa dengan hasil penelitian berupa *return loss* – 62.5 dB, VSWR 1.001, dan *gain* 3.371 dBi. Sedangkan pada penelitian [8], telah dilakukan perancangan antena mikrostrip untuk komunikasi LoRa dengan hasil penelitian *return loss* –13.99 dB, VSWR 1.59, dan *gain* 1.1929 dBi. Namun, terdapat kekurangan dalam penelitian-penelitian tersebut, yaitu terkait dengan tingkat *gain* antena yang masih relatif kecil [8]. Nilai *gain* pada antena merupakan indikator penting untuk menguatkan sinyal. Untuk mengatasi keterbatasan ini, solusi yang dapat diimplementasikan adalah dengan menggunakan konfigurasi *array*, yaitu menggabungkan banyak elemen peradiasi dalam satu antena [6]. Penggunaan teknik *array* diharapkan dapat menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam tingkat *gain* antena yang direncanakan, sehingga mampu secara lebih efektif memperkuat sinyal dan secara keseluruhan meningkatkan kualitas komunikasi yang diimplementasikan dalam aplikasi LoRa.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan simulasi untuk mendesain, menguji, dan menganalisis kinerja antena mikrostrip patch rectangular array. Prosesnya meliputi desain dengan perangkat lunak, pembuatan antena, serta pengukuran di laboratorium guna membandingkan hasil simulasi dan pengukuran.

### 2.1 Alat

Penelitian ini menggunakan beberapa alat utama untuk mendesain, mensimulasikan, dan mengukur performa antena, baik saat perancangan maupun pengujian di laboratorium guna memperoleh data parameter antena secara akurat.

- a. Laptop Infinix Inbook X1 dengan RAM 8 GB, penyimpanan 256 GB, dan *chipset* Intel core i3 yang digunakan pada saat melakukan perancangan dan simulasi.
- b. CST Studio Suite 2019, sebuah *software antena simulator* yang digunakan untuk mensimulasikan antena yang sudah dirancang.
- c. VNA atau *Vector Network Analyzer* yang digunakan pada saat pengukuran parameter antena.
- d. Antena horn, antena referensi pada pengukuran parameter *gain* dan pola radiasi.
- e. Antena mikrostrip *patch rectangular array* empat elemen sebagai antena yang diukur.

### 2.2 Bahan

Selain alat, penelitian ini juga memerlukan beberapa bahan fisik yang penting untuk pembuatan dan pengukuran antena. Bahan-bahan tersebut berperan dalam proses perancangan dan turut memengaruhi hasil pengukuran.

- a. FR4 Epoxy digunakan sebagai *substrate* yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang electromagnet dari system pencatuan.
- b. Copper digunakan sebagai *patch* yang berfungsi sebagai peradiasi, dan juga sebagai *groundplane* yang berfungsi sebagai pemantul sinyal yang tidak diinginkan.

### 2.3 Prosedur

Prosedur penelitian ini mencakup analisis perancangan, pembuatan flowchart, penentuan spesifikasi antena, simulasi menggunakan CST Studio Suite, fabrikasi antena, pengukuran parameter, serta analisis hasil perbandingan.

#### a. Analisa perancangan

Proses perancangan antena dimulai dengan identifikasi spesifikasi yang dibutuhkan, kemudian dilanjutkan dengan perancangan untuk memenuhinya. Antena yang digunakan adalah mikrostrip *patch rectangular array* empat elemen yang beroperasi pada frekuensi 920–923 MHz.

Langkah selanjutnya adalah simulasi menggunakan CST Studio Suite 2019 untuk memperoleh parameter antena seperti VSWR, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, dan pola radiasi. Jika hasil simulasi sesuai spesifikasi, desain dianalisis dan dilanjutkan ke tahap pabrikasi, yakni pembuatan antena fisik. Setelah itu, parameter antena diukur untuk memastikan kesesuaiannya dengan hasil simulasi. Jika ada perbedaan, dilakukan analisis lanjutan untuk mengetahui nilai perbandingan dan penyebabnya.

#### b. Persamaan yang digunakan

##### 1. Panjang *patch*

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

- c : Kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s)
- $f_0$  : Frekuensi kerja (Hz)
- $\epsilon_r$  : Konstanta dielektrik substrat

##### 2. Menghitung lebar *ground plane* ( $W_g$ )

$$W_g = (6 \times h) + W \dots \dots \dots (2)$$

##### 3. Menghitung panjang *ground plane* ( $L_g$ )

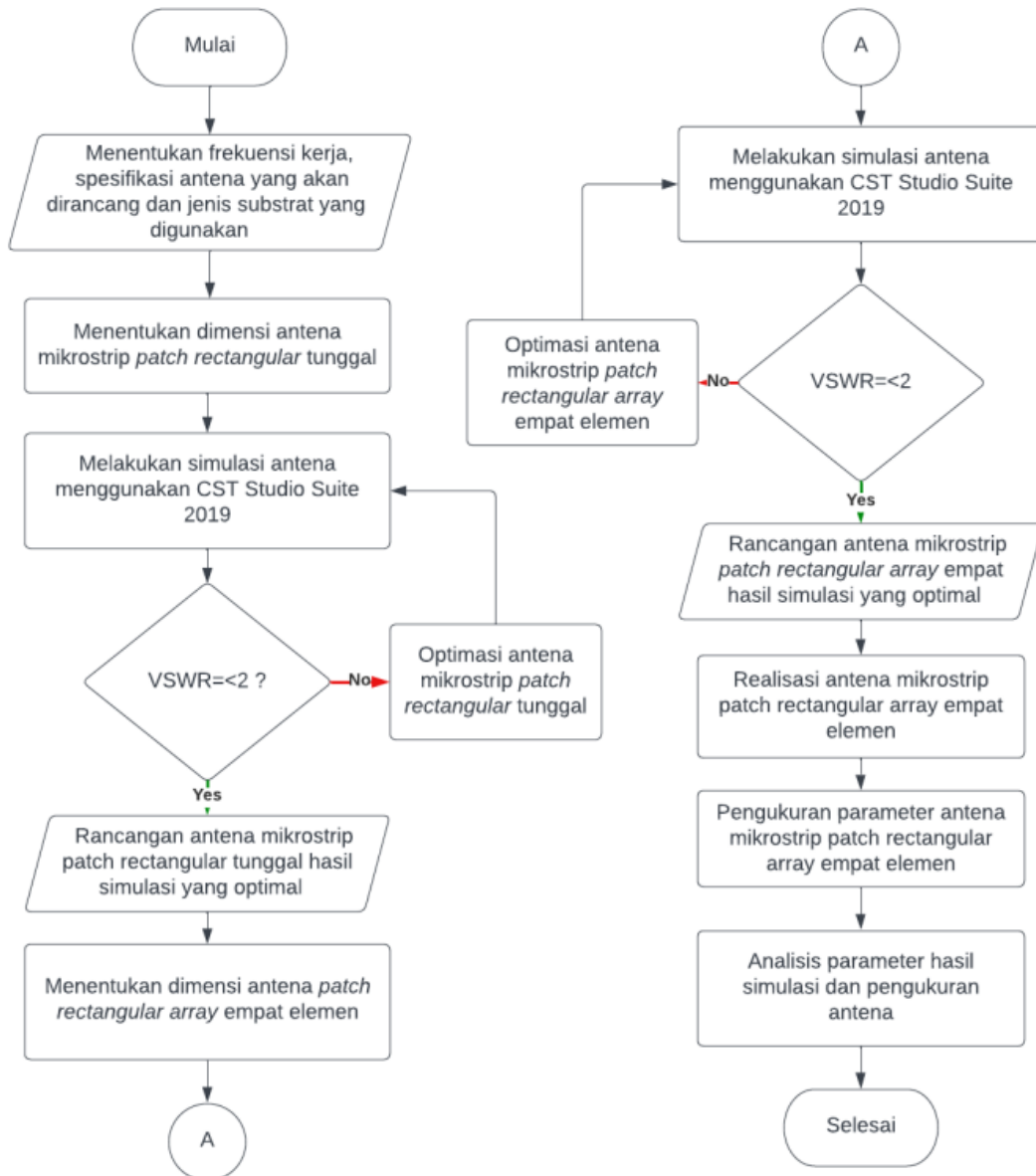
$$L_g = (6 \times h) + L \dots \dots \dots (3)$$

#### c. Spesifikasi antena mikrostrip *patch rectangular array* ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi Antena yang dirancang

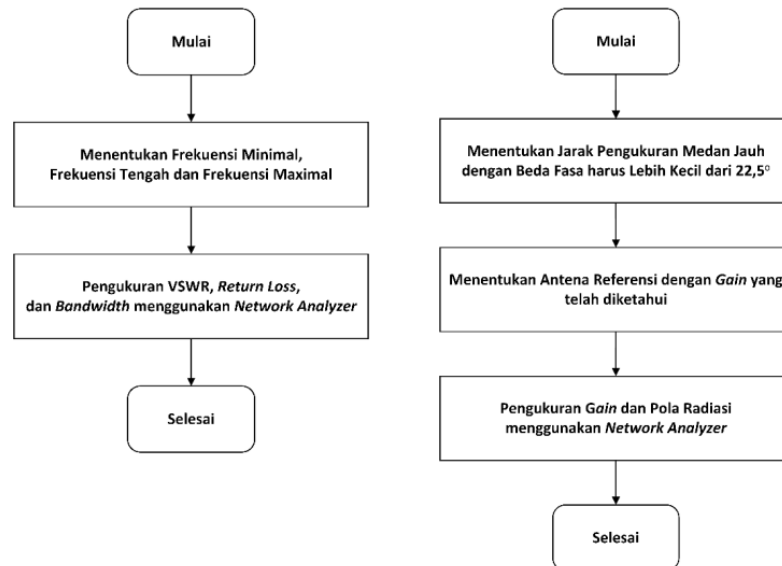
Parameter	Nilai
Frekuensi	920-923 Mhz
VSWR	$\leq 2$
Return loss	$\leq -10$ dB
Gain	$> 3$ dBi
Bandwidth	3 Mhz
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>

## d. Flowchart perancangan dan pengukuran antenna



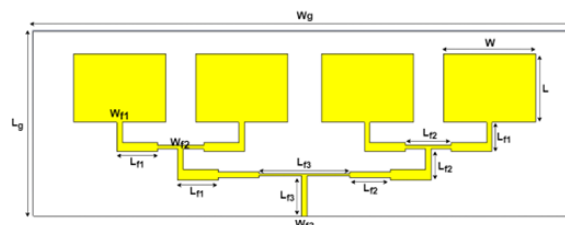
Gambar 1. Tahapan perancangan antenna.

Gambar 1 menunjukkan metodologi perancangan antenna mikrostrip *patch rectangular array* empat elemen, dimulai dari penentuan spesifikasi dan dimensi awal, dilanjutkan simulasi serta optimasi iteratif dengan CST Studio Suite hingga diperoleh VSWR optimal. Setelah desain terverifikasi, antenna direalisasikan secara fisik, kemudian dilakukan pengukuran parameter dan analisis perbandingan hasil simulasi dan pengukuran.



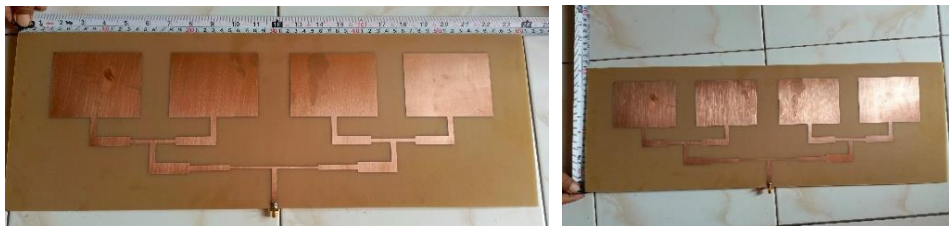
Gambar 2. Tahapan pengukuran antenna.

- e. Simulasi antenna berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain antenna hasil simulasi.

- f. Pabrikasi antenna berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Antena hasil pabrikasi

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini, hasil-hasil yang telah diperoleh dari simulasi dan pengukuran antenna mikrostrip *patch rectangular array* akan dianalisis dan dibandingkan.

#### 3.1 Hasil Pengukuran VSWR

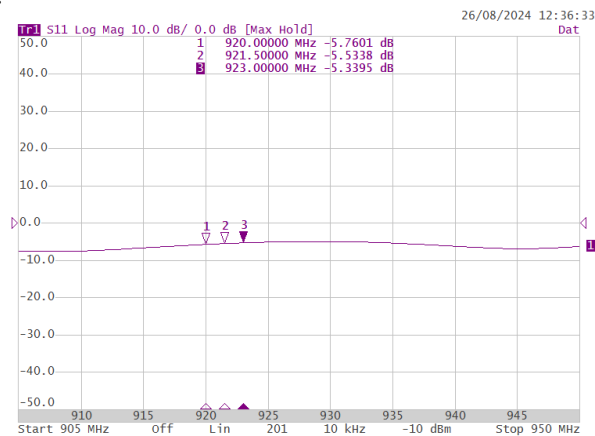
Berdasarkan hasil pengukuran, pada frekuensi 920 MHz nilai VSWR tercatat sebesar 3.1316; pada 921.5 MHz mencapai 3.2521, dan pada 923 MHz nilai VSWR menurun menjadi 3.3634. Tingginya nilai VSWR yang terukur menunjukkan ketidakcocokan impedansi, yang kemungkinan besar diakibatkan oleh deviasi manufaktur dimensi antenna, variasi permitivitas substrat.



Gambar 5. Hasil Pengukuran VSWR

### 3.2 Hasil Pengukuran Return Loss

Berdasarkan hasil pengukuran Gambar 6, return loss pada frekuensi 920 Mhz berada pada -5.7601 dB, pada frekuensi 921.5 Mhz didapat return loss sebesar -5.5338 dB, sedangkan pada frekuensi 923 Mhz return loss mencapai -5.3395 dB. Nilai return loss yang kurang dari -10 dB menunjukkan bahwa lebih dari 28% dari daya yang diberikan ke antenna dipantulkan kembali dan tidak diradiasikan. Hal ini akan secara signifikan mengurangi efisiensi radiasi antenna.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Return Loss

### 3.3 Hasil Pengukuran Bandwidth

Karena hasil pengukuran VSWR lebih dari 2, maka *bandwidth* tidak dapat diukur. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan impedansi antara antenna dan saluran transmisi yang menunjukkan bahwa antenna tidak bekerja dengan baik pada rentang frekuensi yang diinginkan. Bandwidth antenna tidak dapat diukur karena nilai VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) yang konsisten di atas 2,0. Kondisi ini mengindikasikan adanya ketidakcocokan impedansi signifikan antara antenna dan saluran transmisi, yang menyebabkan sebagian besar daya dipantulkan kembali dan antenna tidak beroperasi secara efisien pada frekuensi yang diinginkan [9]. Secara matematis, VSWR yang tinggi berbanding lurus dengan Return Loss yang buruk (kurang negatif), menunjukkan pantulan daya yang besar, sehingga bandwidth yang valid tidak dapat ditentukan [10]

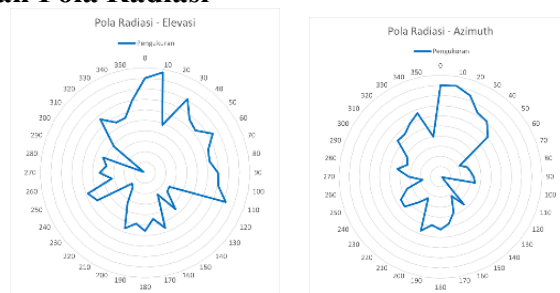
### 3.4 Hasil Pengukuran Gain

$$GT = G_s + 10 \log Pt/P_s \dots\dots\dots (4)$$

$$GT = 4.305 + 10 \log 10^{-4.16661/10} / 10^{-6.16/10}$$

$$GT = 6.298 \text{ dBi}$$

### 3.5 Hasil Pengukuran Pola Radiasi



Gambar 7. Hasil Pengukuran Pola Radiasi

### 3.6 Perbandingan VSWR

Tabel 2. Perbandingan VSWR

Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
$\leq 2$	1.3681	3.2521

Nilai VSWR yang diharapkan adalah  $\leq 2$  untuk memastikan performa antena dengan pantulan daya minimal. Hasil simulasi pada Tabel 2 menunjukkan nilai 1,3681, menandakan *matching* yang baik. Namun, hasil pengukuran menunjukkan nilai 3,2521, jauh di atas spesifikasi, mengindikasikan *mismatch* signifikan. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor *non-ideal* dalam realisasi fisik dan pengukuran, seperti toleransi manufaktur, variasi substrat, kualitas koneksi feeding, kondisi lingkungan, serta ketidakakuratan kalibrasi alat ukur.

### 3.7 Perbandingan Return Loss

Tabel 3. Perbandingan Return Loss

Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
$\leq -10$ dB	-16.169 dB	-5.5338 dB

Nilai *return loss* yang diinginkan adalah  $\leq -10$  dB, yang mana antena diharapkan mampu menekan daya pantulan kembali ke sumber dengan baik. Berdasarkan simulasi Tabel 3. didapat sekitar -16.169 dB, sedangkan berdasarkan pengukuran didapat nilai *return loss* sebesar -5.5338 dB yang menunjukkan bahwa daya pantul antena cukup besar, sehingga performa antena tidak optimal.

### 3.8 Perbandingan Bandwidth

Tabel 4. Perbandingan Bandwidth

Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
3 Mhz	2.85 Mhz	-

*Bandwidth* yang ditargetkan adalah 3 MHz, namun hasil simulasi pada Tabel 4 menunjukkan nilai 2,85 MHz, sedikit di bawah spesifikasi. Sementara itu, pengukuran tidak menghasilkan bandwidth karena nilai VSWR melebihi 2, menandakan adanya *mismatch* signifikan antara antena dan sistem transmisi yang menghambat kinerja antena.

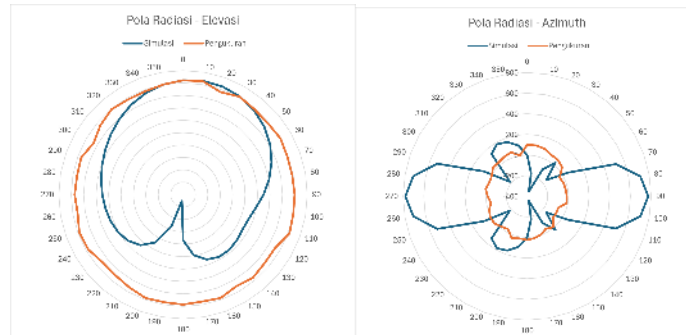
### 3.9 Perbandingan Gain

Tabel 5. Perbandingan Gain

Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
$> 3$ dBi	4.015 dBi	6.298 dBi

Gain antenna yang diinginkan adalah  $> 3$  dBi untuk memenuhi kebutuhan aplikasi dan memastikan efisiensi pemancaran sinyal. Berdasarkan simulasi Tabel 5, gain yang didapat sebesar 4.015 dBi, memenuhi spesifikasi. Sedangkan berdasarkan pengukuran, didapat nilai gain sebesar 6.298 dBi.

### 3.10 Perbandingan Pola Radiasi



Gambar 8. Perbandingan Pola Radiasi

Gambar 8 Pola radiasi pada bidang elevasi dari hasil simulasi menunjukkan pola *unidirectional* karena *main lobe* menonjol pada satu arah pancaran sedangkan hasil pengukuran terlihat menunjukkan karakteristik *omnidirectional*, terutama dalam bentuk yang seragam ke segala arah dalam bidang elevasi. Pola radiasi pada bidang azimuth dari simulasi menunjukkan pola *bidirectional* dengan beberapa penekanan pada arah–arah tertentu. Sedangkan hasil pengukuran terlihat mendekati karakteristik *omnidirectional*, terutama dalam bentuk yang seragam ke segala arah dalam bidang azimuth.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil perhitungan, simulasi, dan pengukuran terhadap antenna mikrostrip *patch rectangular array* yang telah direalisasikan pada frekuensi 920–923 MHz, dapat disimpulkan bahwa antenna telah berhasil dirancang dan disimulasikan menggunakan CST Studio Suite sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, meskipun hasil realisasi menunjukkan perbedaan pada beberapa parameter dibandingkan dengan hasil simulasi. Antena ini direalisasikan dengan dimensi panjang *patch* (W) 101,60 mm, lebar *patch* (L) 76 mm, lebar *ground plane* (Wg) 600 mm, panjang *ground plane* (Lg) 205 mm, serta saluran pencatu dengan impedansi 50  $\Omega$ , 70,71  $\Omega$ , dan 100  $\Omega$  masing-masing memiliki ukuran lebar dan panjang yang berbeda. Hasil pengukuran menunjukkan nilai VSWR sebesar 3,2521 yang berbeda cukup signifikan dari hasil simulasi sebesar 1,3681 dan perhitungan sebesar 1,998; return loss hasil pengukuran -5,5338 dB juga menunjukkan perbedaan dibanding hasil simulasi -16,169 dB dan perhitungan -9,551 dB; impedansi hasil pengukuran 30,672  $\Omega$  lebih rendah dibandingkan hasil simulasi 50  $\Omega$  dan perhitungan 73,697  $\Omega$ ; gain hasil pengukuran sebesar 6,298 dBi justru lebih tinggi dari hasil simulasi 4,015 dBi dan perhitungan 5,371 dBi; bandwidth hasil simulasi 2,85 MHz sedikit lebih kecil dari perhitungan 3 MHz, sedangkan bandwidth hasil pengukuran tidak dapat dihitung karena nilai VSWR  $\geq 2$ . Dari segi pola radiasi, simulasi menunjukkan pola *unidirectional* pada bidang elevasi dan *bidirectional* pada bidang azimuth, sedangkan hasil pengukuran menunjukkan pola *omnidirectional*

pada kedua bidang tersebut. Implikasi dari tingginya nilai VSWR dan buruknya *return loss* pada hasil pengukuran menunjukkan adanya ketidakcocokan impedansi yang signifikan, sehingga efisiensi radiasi antena menjadi rendah dan dapat membatasi jangkauan komunikasi LoRa serta meningkatkan konsumsi daya perangkat yang terhubung. Oleh karena itu, antena yang telah direalisasikan saat ini belum sepenuhnya optimal untuk implementasi komunikasi LoRa jarak jauh, dan diperlukan optimasi lebih lanjut baik dari sisi proses fabrikasi maupun desain agar dapat memenuhi standar performa aplikasi LoRa.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan keluarga tercinta atas do'a dan dorongan motivasinya. Serta kepada berbagai pihak yang telah memberikan saran dan arahan dalam proses penyelesaian penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- [1] I. Nuur and R. Hantriono1, “Antena Mikrostrip Keping Rektangular Dengan Celah Bentuk-U Untuk Lora 923 Mhz Pada Cubesat 1u Mimo U-Shape Slotted Rectangular Patch Microstrip Antenna For Lora 923 Mhz On Cubesat 1u.” in proc of engineering. pp. 4833. Vol 8. Okt, 5, 2021.
- [2] BRIN Arf, “Kembangkan Teknologi LoRa IoT, Periset BRIN Gunakan Software HTZ Communications.” Accessed: Sep. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.brin.go.id/news/114698/kembangkan-teknologilora-iot-periset-brin-gunakan-software-htz-communications>.
- [3] Kemenkominfo, “Peraturan Direktur Jenderal Dan Perangkat Pos Dan Informatika No. 3 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Teknis Alat Dan/ Atau Peragkat Telekomunikasi Low Power Wide Area,” 2019.
- [4] Leap, “Pemanfaatan IoT dan LoRaWan,” Leap by Telkom. Accessed: Sep. 13, 2023. [Online]. Available: <https://www.leap.digitalbisa.id/article/pemanfaatan-iot-dan-lorawan>.
- [5] KMTEK, “Build Your Own Connectivity using Tuni Module.” Accessed: Sep. 14, 2023. [Online]. Available: <https://www.kmtech.id/connectivitymodule>.
- [6] S. Alam and I. Wijaya, “Perancangan Antena Mikrostrip Array 2 x 2 Frekuensi 2.4 GHz untuk Komunikasi IoT,” E - ISSN, jurnal kajian teknik elektro, vol. 3, no. Maret-Agustus, pp. 1–10, 2018.
- [7] R. R. Rachmatullah, MT. Sotyohadi, ST., and M. Michael Ardita, ST., “Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Bowtie Dengan Pencatuan Proximity Coupled Untuk Aplikasi Lora Pada Frekuensi 920-923 Mhz,” 2022. Seminar nasional. Juli, 13, 2022.
- [8] A. C. Perdana, B. S. Nugroho, and Edwar, “Perancangan Antena Mikrostrip Untuk Lora Pada Frekuensi 922 Mhz,” e-Proceeding of Engineering, vol. 8, no. 6, pp. 3416–3423, 2022.
- [9] Balanis, C. A. (2005). *Antenna Theory: Analysis and Design* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- [10] Kraus, J. D., & Forsyth, K. R. (2002). *Antennas for All Applications* (3rd ed.). McGraw-Hill.

## **Optimasi Pengembangan *Express Feeder* pada Jaringan Distribusi untuk Mengurangi *Drop Voltage* Menggunakan *Particle Swarm Optimization***

**Dendi Syaepul Alam<sup>1</sup>, Nundang Busaeri<sup>2</sup>, Muhammad Aris Risnandar<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Jl. Mugarsari, Kecamatan Tamansari, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat, 46196, Indonesia

Korespondensi: [217002017@student.unsil.ac.id](mailto:217002017@student.unsil.ac.id)

### **ARTICLE HISTORY**

*Received: 19-06-2025*

*Revised: 25-06-2025*

*Accepted: 25-06-2025*

### **Abstrak**

*Drop voltage* menjadi salah satu permasalahan utama pada sistem distribusi yang berdampak terhadap menurunnya kualitas tegangan yang diterima pelanggan. Penelitian ini bertujuan mengurangi *drop voltage* pada penyulang CLDG yang memiliki panjang saluran 32,75 km dan topologi jaringan radial, dengan menerapkan optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) dalam pengembangan *express feeder*. Proses simulasi dilakukan untuk menganalisis kondisi eksisting dan setelah optimasi, menggunakan aliran daya *Backward Forward Sweep* (BFS) dengan bantuan *software* MATLAB R2023b untuk penerapannya dan divalidasi menggunakan ETAP 19.0.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PSO berhasil menentukan lokasi optimal pengembangan *express feeder* dari bus B01 menuju bus B18, dengan penempatan LBS baru pada bus B17. Pengembangan ini menurunkan jumlah bus kritis dari 52 menjadi 16 bus, dan *drop voltage* maksimum dari 9,86% menjadi 6,67%. Meskipun masih sedikit melebihi batas toleransi sesuai standar SPLN 72:1987, hasil ini menunjukkan bahwa metode PSO efektif dalam meningkatkan kualitas tegangan dan kinerja sistem distribusi.

**Kata kunci:** *Backward Forward Sweep, Drop Voltage, Express Feeder, Particle Swarm Optimization.*

## **Optimization of Express Feeder Development in Distribution Networks to Reduce Voltage Drop Using Particle Swarm Optimization**

### **Abstract**

*Voltage drop is a common issue in electrical distribution systems, affecting the quality of power delivered to end users. This study aims to reduce voltage drop on the CLDG feeder, which spans 32.75 km and has a radial network topology, by applying the Particle Swarm Optimization (PSO) method to optimize the placement of an express feeder. Simulations were carried out using the Backward Forward Sweep (BFS) power flow method implemented in MATLAB R2023b and validated through ETAP 19.0.1. The optimization process identified the optimal express feeder route from bus B01 to B18, with a new Load Break Switch (LBS) installed at bus B17. This configuration successfully reduced the number of critical buses from 52 to 16 and decreased the maximum voltage drop from 9.86% to 6.67%. Although the result remains slightly above the SPLN 72:1987 tolerance*

*threshold, it demonstrates that PSO is effective in enhancing voltage quality and improving the performance of distribution systems.*

**Key words:** *Backward Forward Sweep, Express Feeder, Particle Swarm Optimization, Voltage Drop*

## 1. Pendahuluan

Seiring meningkatnya kebutuhan energi, sistem distribusi dituntut bekerja secara optimal agar kualitas pasokan energi listrik tetap terjaga di seluruh area layanan. Sistem distribusi listrik merupakan sistem penyaluran energi listrik dari gardu induk ke konsumen [1]. Di wilayah Tasikmalaya, penyulang CLDG dikelola oleh PT PLN (Persero) ULP Tasikmalaya Kota yang merupakan salah satu jaringan distribusi yang mendapatkan suplai dari Gardu Induk (GI) SUTET Tasikmalaya. Penyulang ini memiliki panjang total saluran mencapai 32,75 km dengan 64 unit transformator, 3 unit *Load Break Switch* (LBS), dan 1 *recloser*.

Salah satu permasalahan yang umum terjadi pada sistem distribusi adalah terjadinya *drop voltage*, yaitu penurunan tegangan pada titik-titik tertentu akibat panjang saluran, beban yang tidak merata, serta pertumbuhan konsumsi listrik di ujung jaringan [2]. Salah satu contoh nyata terjadi di Kampus 2 Universitas Siliwangi Mugar Sari, dengan total kebutuhan daya mencapai 1.600 kVA [3]. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya penurunan kualitas tegangan di beberapa titik. *Drop voltage* yang melebihi batas toleransi dapat menyebabkan peralatan listrik tidak dapat berfungsi dengan baik, bahkan dapat menimbulkan kerusakan [4]. PLN menetapkan standar dalam SPLN 72:1987 bahwa batas toleransi maksimum jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah adalah 5% dari tegangan nominal [5].

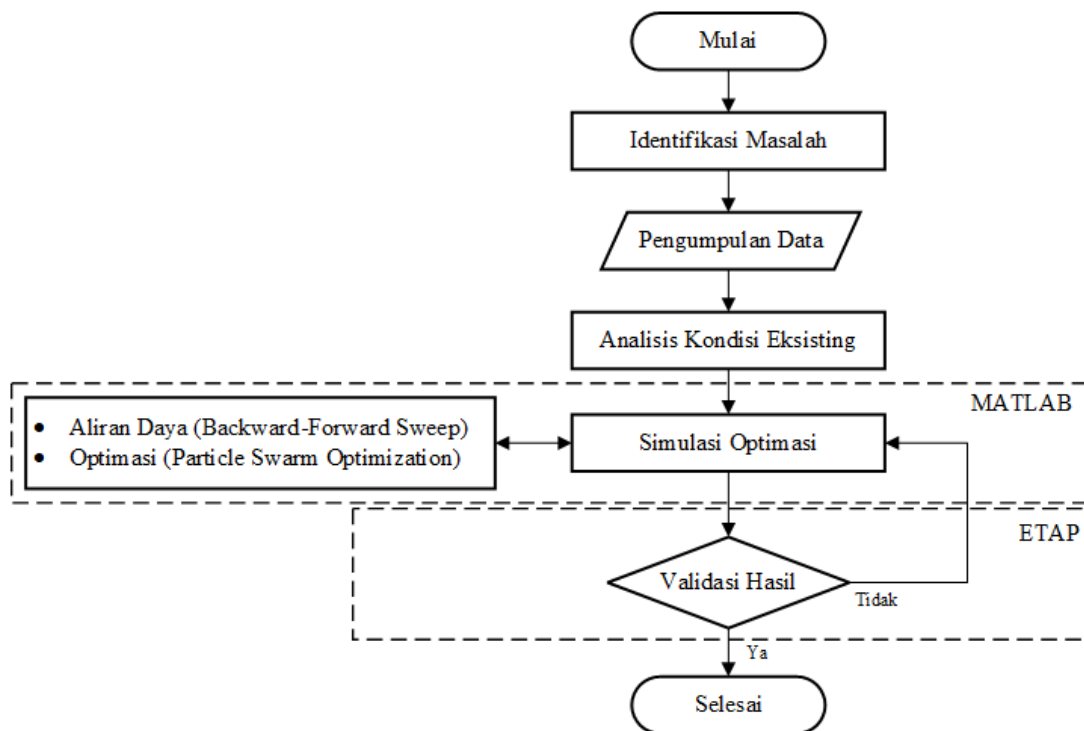
Berbagai metode telah diterapkan untuk mengatasi permasalahan *drop voltage*, mulai dari penggantian konduktor, pemasangan kapasitor bank, hingga rekonfigurasi jaringan distribusi. Rekonfigurasi jaringan distribusi dapat menurunkan nilai *drop voltage* secara signifikan dengan memanfaatkan pemasangan jalur *express feeder* [6]. Sementara itu pada penelitian lain menunjukkan bahwa perancangan sistem *express feeder* sebagai solusi untuk memperbaiki profil tegangan pada penyulang yang panjang dengan beban tersebar [7]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penerapan *express feeder* secara efektif dalam mendistribusikan tenaga listrik ke area dengan kebutuhan tinggi, tanpa membebani jalur utama secara berlebihan [8]. Selain itu, penerapan *express feeder* lebih optimal dan efektif dibandingkan dengan pemasangan kapasitor bank dalam menjaga stabilitas tegangan [9].

Namun demikian, pada umumnya penentuan lokasi *express feeder* pada penelitian-penelitian tersebut masih dilakukan secara manual atau berbasis asumsi teknis tanpa melalui proses optimasi. Oleh karena itu, diperlukan metode pencarian solusi yang mampu mengevaluasi berbagai kemungkinan konfigurasi secara komputasi dan sistematis. Dalam konteks tersebut, *Particle Swarm Optimization* (PSO) menjadi salah satu metode yang relevan untuk digunakan, karena mampu melakukan pencarian solusi terbaik (*express feeder*) secara iteratif pada sistem yang kompleks [10].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengurangi *drop voltage* pada sistem distribusi sesuai batas toleransi *drop voltage* sebesar 5% yang ditetapkan dalam SPLN 72:1987, dengan menerapkan metode PSO dalam pengembangan *express feeder* pada penyulang CLDG. Proses simulasi dilakukan menggunakan metode aliran daya *Backward Forward Sweep* (BFS) yang diimplementasikan pada *software* MATLAB R2023b dan divalidasi menggunakan ETAP 19.0.1.

## 2. Metode

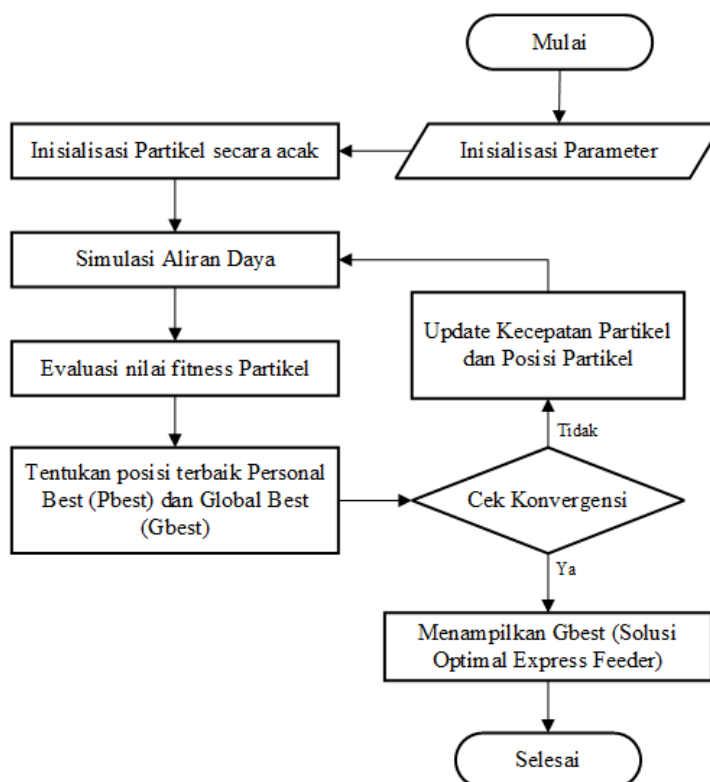
### 2.1 Proses Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1. menunjukkan proses penelitian, yang mulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem distribusi penyulang CLDG yang berada pada wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Tasikmalaya Kota, khususnya pada permasalahan *drop voltage* yang melebihi batas toleransi maksimum yang dibolehkan sebesar 5%. Kemudian dilanjut dengan pengumpulan data teknis jaringan, meliputi *single line diagram*, data beban, dan data saluran untuk memodelkan topologi sistem jaringan distribusi untuk dilakukan simulasi. Setelah itu, proses analisis kondisi eksisting dilakukan dengan metode aliran daya *Backward Forward Sweep* (BFS) untuk menghitung distribusi tegangan di setiap bus, sehingga dapat diidentifikasi bus-bus kritis yang mengalami *drop voltage* yang signifikan. Kemudian, dilakukan proses optimasi pengembangan *express feeder* dengan mencari lokasi pemasangannya menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Kemudian, di akhir akan divalidasi dengan membandingkan hasil optimasi untuk memastikan akurasi perhitungan pada MATLAB R2023b dan hasil simulasi dari ETAP 19.0.1.

## 2.2 Proses Optimasi PSO



Gambar 2. Diagram Alir Optimasi PSO

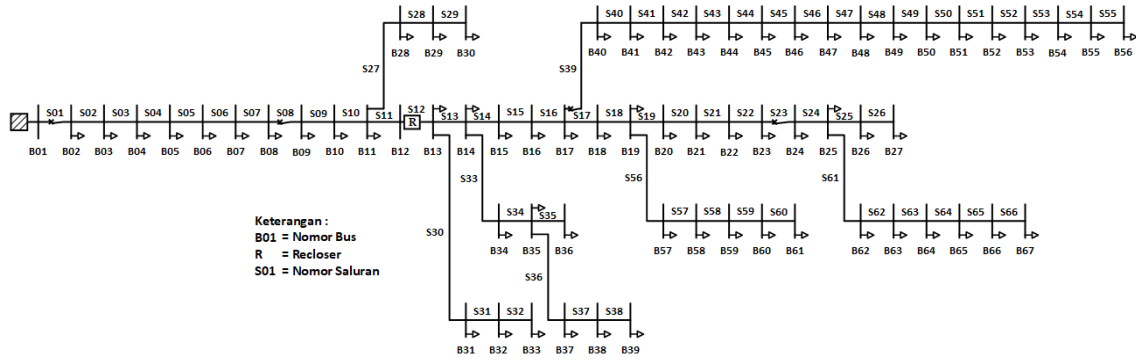
Pada Gambar 2. tersebut menunjukkan proses optimasi PSO yang dilakukan pada *software* MATLAB R2023b, mulai dari inisialisasi parameter. Terdapat parameter yang digunakan pada metode PSO, dengan jumlah partikel sebanyak 100, iterasi maksimum 20, dan bobot inersia ( $w$ ) menurun dari 0,9 ke 0,4 secara linier. Nilai konstanta ( $c1$  dan  $c2$ ) masing-masing diatur sebesar 2. Hal tersebut memungkinkan setiap partikel menemukan posisi individu terbaik ( $Pbest$ ) dan di evaluasi berdasarkan nilai *fitness* yang dihitung untuk mendapatkan nilai rata-rata drop tegangan yang terjadi pada sistem menggunakan persamaan (1):

$$f(x) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n \frac{|V_{base} - V_i|}{V_{base}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah itu, dilakukan pengecekan konvergensi terhadap *fitness* yang dihasilkan, hingga memperbarui posisi dan kecepatan partikel. Proses ini akan terus berjalan hingga menemukan kriteria konvergensi atau mencapai batas iterasi. *Output* dari proses ini adalah posisi global terbaik ( $Gbest$ ) yang menunjukkan lokasi optimal untuk pengembangan *express feeder*.

## 2.3 Topologi Jaringan Penyulang CLDG

Jaringan distribusi penyulang CLDG memiliki topologi jaringan radial yang berarti proses distribusi daya listrik melalui satu saluran utama dari gardu induk menuju berbagai bus dan titik beban. Pada Gambar 3. disajikan bentuk topologi dari penyulang CLDG.



Gambar 3. Topologi Jaringan Distribusi Penyulang CLDG

Data sistem jaringan distribusi yang digunakan diperoleh dari data riil penyulang CLDG milik PT PLN (Persero) ULP Tasikmalaya Kota, yang memiliki jumlah titik beban sebanyak 67 bus dan 66 saluran distribusi. Data beban, impedansi saluran, dan posisi transformator digunakan untuk memodelkan sistem jaringan distribusi yang dijadikan sebagai dasar simulasi. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi antara MATLAB dan ETAP 19.0.1.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada penyulang CLDG milik PT PLN (Persero), yang berada pada wilayah kerja ULP Tasikmalaya Kota. Penyulang ini memiliki karakteristik topologi jaringan radial dengan total panjang saluran mencapai 32,75 km dengan melayani beban di 67 bus.

#### 3.1 Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting merupakan kondisi saat ini sebelum dilakukannya perbaikan atau optimasi pada sistem tersebut. berdasarkan analisis aliran daya metode BFS menggunakan *software* MATLAB R2023b, menunjukkan bahwa terjadi *drop voltage* yang cukup signifikan. Sebanyak 52 dari 67 bus mengalami *drop voltage* yang melebihi batas toleransi. Bus dengan tegangan terendah terjadi pada bus B56 sebesar 18,029 kV dengan persentase *drop voltage* 9,86%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar bus di penyulang CLDG berada dalam kondisi kritis tegangan. Pada Tabel 1 disajikan setiap bus yang mengalami *drop voltage* melebihi batas toleransi sesuai dengan standar SPLN 72:1987.

Tabel 1. Data Bus Kritis Kondisi Eksisting

No. Bus	Tegangan (kV)	Drop Voltage (%)	No. Bus	Tegangan (kV)	Drop Voltage (%)	No. Bus	Tegangan (kV)	Drop Voltage (%)
B13	18,878	5,61	B33	18,859	5,71	B50	18,095	9,52
B14	18,679	6,60	B34	18,644	6,78	B51	18,087	9,56
B15	18,640	6,80	B35	18,617	6,91	B52	18,069	9,66
B16	18,485	7,58	B36	18,614	6,93	B53	18,059	9,70
B17	18,439	7,81	B37	18,589	7,01	B54	18,045	9,77
B18	18,403	7,99	B38	18,595	7,02	B55	18,040	9,80
B19	18,374	8,13	B39	18,593	7,03	B56	18,029	9,86
B20	18,345	8,27	B40	18,396	8,02	B57	18,370	8,15

B21	18,338	8,31	B41	18,356	8,22	B58	18,366	8,17
B22	18,314	8,43	B42	18,313	8,43	B59	18,362	8,19
B23	18,304	8,48	B43	18,270	8,65	B60	18,356	8,22
B24	18,290	8,55	B44	18,221	8,90	B61	18,356	8,22
B25	18,279	8,61	B45	18,174	9,13	B62	18,270	8,65
B26	18,257	8,72	B46	18,164	9,18	B63	18,246	8,77
B27	18,255	8,72	B47	18,124	9,38	B64	18,217	8,92
B31	18,870	5,65	B48	18,116	9,42	B65	18,207	8,96
B32	18,861	5,69	B49	18,104	9,48	B66	18,201	8,99
						B67	18,197	9,02

Nilai tegangan dan *drop voltage* tertinggi berdasarkan simulasi kedua *software* terjadi pada bus B56, dengan tegangan 18,029 kV dengan *drop voltage* 9,86%. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil simulasi dapat dipercaya sebagai dasar evaluasi kondisi eksisting sebelum dilakukan optimasi yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan hasil simulasi pada *software* MATLAB R203b dan ETAP 19.0.1.

**Tabel 2. Validasi Hasil *Drop Voltage* Maksimum Kondisi Eksisting**

<i>Software</i>	Nomor Bus	Tegangan (kV)	<i>Drop Voltage</i> (%)	Bus Kritis
MATLAB R2023b	B56	18,029	9,86	52
ETAP 19.0.1	B56	18,029	9,86	52

### 3.2 Hasil Optimasi PSO

Untuk mengatasi masalah *drop voltage* tersebut, dilakukan optimasi pengembangan *express feeder* menggunakan metode PSO. Tujuan optimasi ini adalah menentukan lokasi optimal pemasangan *express feeder* untuk mengurangi nilai *drop voltage*. PSO berhasil menemukan konfigurasi optimal pada iterasi ke-4 dari total 20 iterasi. Dengan mengatur jumlah partikel sebanyak 100, dengan membatasi pencarian lokasi dari bus 13 hingga 67, bobot inersia ( $w$ ) 0,9 ke 0,4, dan nilai konstanta kecepatan ( $c1$  dan  $c2$ ) masing-masing sebesar 2. Dengan menghasilkan solusi terbaik (*Gbest*), yaitu saluran *express feeder* dihubungkan dari bus B01 menuju B18, dan *Load Break Switch* (LBS) baru di pasang di bus B17, sebagai pemisah antara jalur utama dan jalur *express feeder*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

```

Iterasi 1 | Express Feeder: [1 → 18] | LBS : Bus 17 | Jarak: 9.02 km | Vmin: 18.666 kV | Drop Maks: 6.67%
Iterasi 2 | Express Feeder: [1 → 18] | LBS : Bus 17 | Jarak: 9.02 km | Vmin: 18.666 kV | Drop Maks: 6.67%
Iterasi 3 | Express Feeder: [1 → 18] | LBS : Bus 17 | Jarak: 9.02 km | Vmin: 18.666 kV | Drop Maks: 6.67%
Iterasi 4 | Express Feeder: [1 → 18] | LBS : Bus 17 | Jarak: 9.02 km | Vmin: 18.666 kV | Drop Maks: 6.67%

Iterasi 4: KONVERGENSI
Posisi Express Feeder: [1 → 18]
Jarak Express Feeder: 9.02 km
Tegangan Minimum: 18.666 kV
Drop Tegangan Maksimum: 6.67%
LBS BARU: Bus 17

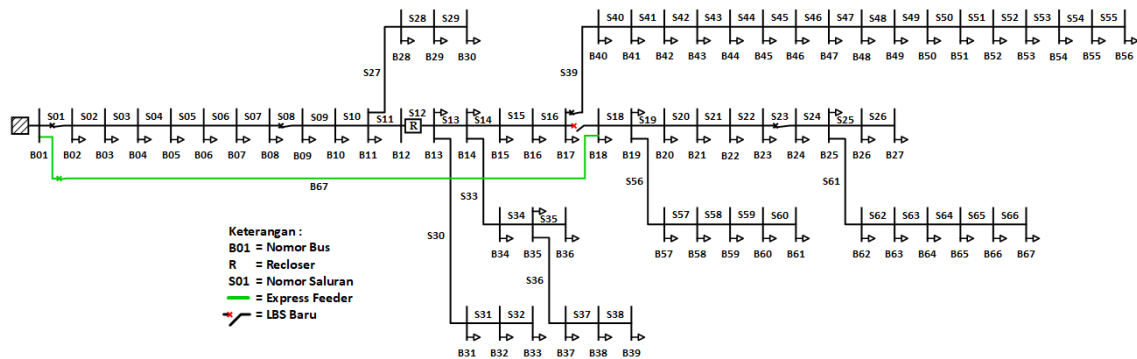
```

**Gambar 4. Hasil Konvergensi Optimasi PSO**

Berdasarkan hasil dari simulasi tersebut, saluran *express feeder* memiliki jarak sepanjang 9,02 km. Lokasi tersebut dianggap paling optimal karena mampu menyalurkan energi listrik secara langsung kebagian jaringan yang sebelumnya terdampak oleh *drop voltage*, tanpa melewati seluruh jalur utama penyulang. Sehingga nilai tegangan terendah yang dihasilkan, yaitu sebesar 18,666 kV, dengan persentase *drop voltage* maksimum 6,67%.

### 3.3 Kondisi Setelah Optimasi Pengembangan *Express Feeder*

Setelah adanya optimasi pengembangan *express feeder* yang terhubung dari bus B01 menuju bus B18 dengan penambahan LBS pada bus B17 sebagai pemisah antara jalur utama dengan jalur *express feeder*, sehingga membentuk konfigurasi jaringan distribusi baru pada penyulang CLDG. Ketika *express feeder* beroperasi akan membentuk dua jalur, yaitu jalur utama yang akan melayani beban di 46 bus, dan jalur *express feeder* yang melayani beban di 21 bus. Saluran *express feeder* ini bukan untuk menggantikan jaringan utama, tetapi sebagai jalur alternatif atau tambahan untuk mengurangi *drop voltage* dan meningkatkan tegangan di titik beban yang posisinya jauh dari sumber utama. Pada Gambar 5 ditunjukkan perubahan topologi ketika *express feeder* beroperasi.



Gambar 5. Topologi Jaringan Setelah Optimasi Pengembangan *Express Feeder*

Setelah dilakukan proses optimasi jaringan distribusi dengan pengembangan *express feeder*, didapatkan perbaikan hasil yang signifikan pada kondisi tegangan di seluruh bus. Dari total 67 bus, hanya 16 bus yang masih melebihi batas toleransi *drop voltage*. Bus dengan tegangan terendah saat ini terjadi pada bus B56 sebesar 18,666 kV dengan persentase *drop voltage* 6,67%. Hal ini menunjukkan bahwa strategi optimasi yang diterapkan efektif dalam meningkatkan kualitas tegangan serta memperbaiki nilai *drop voltage* pada sistem distribusi. Pada Tabel 5 disajikan setiap bus yang masih mengalami *drop voltage* melebihi batas toleransi sesuai dengan standar SPLN 72:1987.

Tabel 3. Data Bus Kritis Setelah Optimasi Pengembangan *Express Feeder*

No. Bus	Tegangan (kV)	Drop Voltage (%)	No. Bus	Tegangan (kV)	Drop Voltage (%)	No. Bus	Tegangan (kV)	Drop Voltage (%)
B41	18,982	5,09	B46	18,796	6,02	B51	18,723	6,39
B42	18,941	5,30	B47	18,758	6,21	B52	18,705	6,48
B43	18,899	5,51	B48	18,750	6,25	B53	18,695	6,52
B44	18,852	5,74	B49	18,738	6,31	B54	18,682	6,59
B45	18,806	5,97	B50	18,730	6,35	B55	18,677	6,62
						B56	18,666	6,67

Nilai tegangan dan *drop voltage* tertinggi berdasarkan simulasi kedua *software* terjadi pada bus B56 dengan tegangan 18,666 kV dengan *drop voltage* 6,67%, pada Tabel 4 ditunjukkan hasil simulasi pada *software* MATLAB R203b dan ETAP 19.0.1.

**Tabel 4. Validasi Hasil Setelah Optimasi Pengembangan *Express Feeder***

<i>Software</i>	Nomor Bus	Tegangan (kV)	<i>Drop Voltage (%)</i>	Bus Kritis
MATLAB R2023b	B56	18,666	6,67	16
ETAP 19.0.1	B56	18,666	6,67	16

Hasil simulasi yang diperoleh menggunakan metode aliran daya BFS, baik pada kondisi eksisting maupun kondisi setelah optimasi pengembangan *express feeder*, yang mana hasil tersebut mengalami penurunan nilai *drop voltage* yang signifikan. Pada Tabel 5 menunjukkan perbedaan hasil pada saat sebelum dan setelah optimasi.

**Tabel 5. Perbandingan Hasil Sebelum dan Setelah Optimasi Pengembangan *Express Feeder***

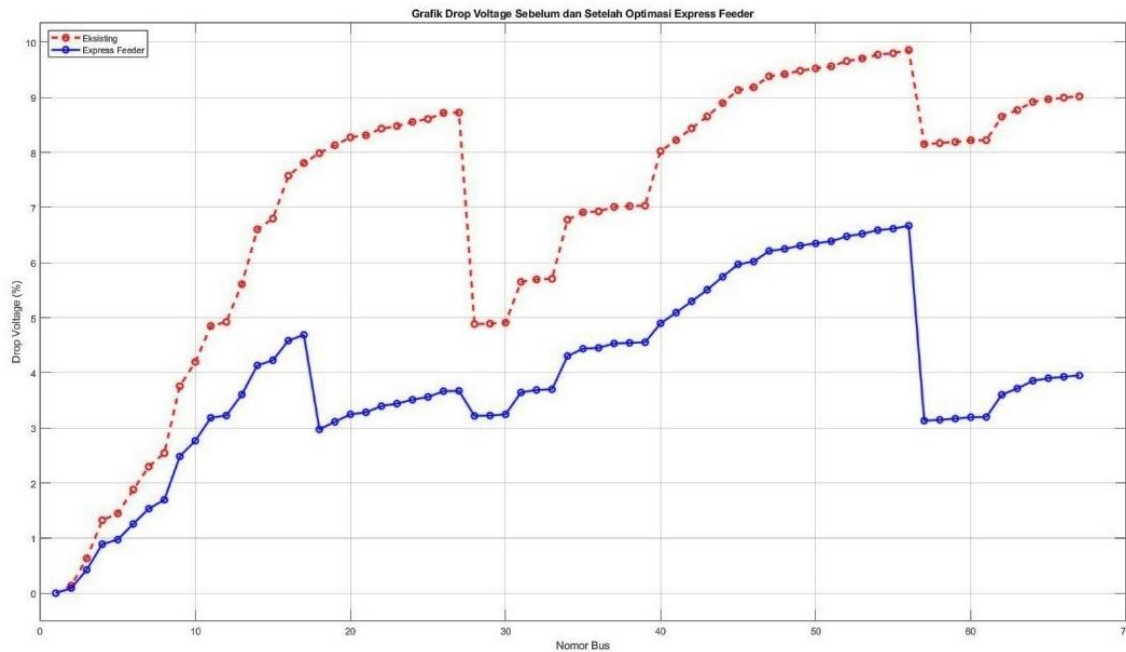
Kondisi	Tegangan (kV)	<i>Drop Voltage (%)</i>	Bus Kritis
Eksisting	18,029	9,86	52
Optimasi	18,666	6,67	16

Berdasarkan hasil optimasi dengan metode PSO menunjukkan penurunan nilai *drop voltage* maksimum dari 9,86% menjadi 6,67%, namun angka tersebut masih berada sedikit di atas batas toleransi maksimum 5% yang ditetapkan dalam SPLN 72:1987. Kondisi ini menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan dengan pengembangan *express feeder* telah berhasil meningkatkan kualitas tegangan yang signifikan, namun belum sepenuhnya mampu memperbaiki seluruh titik beban ke dalam zona aman tegangan yang sesuai standar.

Namun terdapat beberapa faktor yang menyebabkan nilai *drop voltage* belum sepenuhnya berada di bawah 5%, salah satunya adalah karakteristik beban yang tersebar dan dominan berada pada bagian ujung jaringan, yang mengakibatkan penurunan tegangan lebih besar akibat jauhnya jarak dari sumber utama. Kemudian, panjang saluran dari gardu induk menuju titik beban terjauh mencapai lebih dari 30 km, dimana hal tersebut memberikan dampak terhadap penurunan tegangan meskipun telah dibantu dengan jalur *express feeder*.

Selain itu, pengembangan *express feeder* yang dilakukan dalam penelitian ini hanya mencakup satu jalur sepanjang 9,02 km dan hanya menjangkau sebagian area, sehingga belum sepenuhnya menjangkau titik beban yang mengalami *drop voltage* yang berat. Sejumlah bus di bagian ujung jaringan masih tetap dilayani oleh saluran utama, sehingga dampak optimasi belum merata ke seluruh sistem. Hal ini juga dipengaruhi oleh keterbatasan dalam jumlah dan lokasi LBS yang dipasang, serta tidak dilakukannya rekonfigurasi menyeluruh terhadap seluruh jaringan. Oleh karena itu, masih terdapat ruang pengembangan, seperti integrasi jalur *express feeder* tambahan atau pendekatan optimasi multi-objektif untuk menghasilkan solusi yang lebih optimal.

Dapat dilihat pada Gambar 6 yang menunjukkan perbandingan kondisi *drop voltage* sebelum dan setelah optimasi pengembangan *express feeder*.



**Gambar 6. Grafik Perbandingan Hasil Drop Voltage Sebelum dan Setelah Optimasi Pengembangan Express Feeder**

#### 4. Kesimpulan

Penerapan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) terbukti efektif dalam menentukan lokasi optimal pemasangan *express feeder* untuk mengurangi *drop voltage* pada penyulang CLDG. Hasil optimasi menunjukkan solusi terbaik pemasangan *express feeder* dari bus B01 menuju B18 dan penempatan *Load Break Switch* (LBS) baru di bus B17. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan aliran daya *Backward Forward Sweep* (BFS) yang divalidasi dengan ETAP 19.0.1, terjadi penurunan jumlah bus dengan kondisi kritis dari 52 menjadi 16 bus, serta penurunan *drop voltage* maksimum dari 9,86% menjadi 6,67%.

Meskipun demikian, nilai *drop voltage* masih sedikit melebihi batas toleransi yang ditetapkan, sehingga pengembangan ini masih belum sepenuhnya optimal untuk seluruh bus. Oleh karena itu, disarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan pengembangan lebih lanjut dengan mempertimbangkan penambahan lebih dari satu jalur *express feeder*, penerapan metode optimasi *multi-objektif*, serta integrasi perangkat pendukung seperti kapasitor bank.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak ULP Tasikmalaya Kota atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama proses pengumpulan data dan pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing yang memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan artikel ini segala dukungan tersebut sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.

**Daftar Pustaka**

- [1] D. Agustian, “Pemeliharaan Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV dengan Metode Right of Way (ROW) di PT PLN (Persero) ULP Serang,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, Oct. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3S1.5413.
- [2] I. Affandy, I. Gd. D. Arjana, and C. G. I. Partha, “Pengaruh Rekonfigurasi Penyulang Terhadap Drop Tegangan Penyulang Penebel dan Penyulang Jatiluwih PT. PLN (Persero) ULP Tabanan,” *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, pp. 724–734, Jun. 2021.
- [3] F. N. Azizah, A. Andang, and Sutisna, “Perencanaan Kapasitas Transformator Distribusi Sesuai dengan Kebutuhan Daya Listrik di Kampus Mugarsari Universitas Siliwangi,” Universitas Siliwangi, 2024.
- [4] H. M. Yudha, “Kualitas Daya Listrik dan Penanganannya,” *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [5] PT. PLN (Persero), “SPLN 72:1987 Spesifikasi Desain untuk Jaringan Tegangan Menengah dan Tegangan Rendah,” *Perusahaan Umum Listrik Negara*, 1987.
- [6] S. Satriani, M. T. Akhmad, H. Fauziah, and M. F. Ali, “Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV untuk Mengurangi Drop Voltage Pada Penyulang Asuhan GI Daya,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, pp. 36–44, 2023.
- [7] N. Saputri, A. Asri, J. T. Elektro, P. Negeri, and U. Pandang, “Perancangan Pemasangan Express Feeder Untuk Perbaikan Profil Tegangan Pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Gardu Hubung Sungguminasa (GHSM) PT. PLN (Persero) ULP Sungguminasa,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, pp. 376–380, 2022.
- [8] A. Shafitri *et al.*, “Dampak Pembangunan Express Feeder Jaringan Distribusi 20 KV untuk Mengatasi Drop Tegangan pada Feeder Retak Mudik PT PLN (Persero) ULP Mukomuko,” *Jurnal Pustaka Nusantara Multidisplin*, vol. 2, no. 3, 2024.
- [9] D. Hardiantono and P. Mangera, “Comparison Using Express Feeder and Capacitor Bank Allocation to Corrective Voltage Level on Primary Distribution Feeder,” *European Journal of Electrical Engineering*, vol. 21, no. 4, pp. 355–359, 2019, doi: 10.18280/ejee.210402.
- [10] M. Faridha and Dewiana, “Pemanfaatan Aplikasi Particle Swarm Optimization (PSO) untuk Pengaturan Pengurangan Beban Tenaga Listrik,” *JTE UNIBA*, vol. 8, no. 2, 2024.

## Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Otomatis Berbasis Arduino

Reka Sonia Somantri<sup>1</sup>, Akhmad Fauzi Ikhsan<sup>2</sup>, Irman Nurichsan<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Fakultas Teknik Universitas Garut, Jln. Jati No. 42 B, Tarogong Kaler Garut, 44151, Indonesia

Korespondensi: [rekasomantri69@gmail.com](mailto:rekasomantri69@gmail.com)

### ARTICLE HISTORY

Received: 26-12-2024

Revised: 28-06-2025

Accepted: 28-06-2025

### Abstrak

Pengeringan biji kopi secara tradisional yang mengandalkan sinar matahari sering menghadapi kendala seperti waktu pengeringan yang tidak konsisten dan ketergantungan cuaca, yang berisiko menurunkan kualitas rasa serta memicu pertumbuhan jamur jika kadar air tidak optimal (target 10-13%). Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini merancang alat pengering biji kopi otomatis berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem menggunakan Arduino Mega sebagai kontrol utama, dilengkapi sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kematangan biji kopi, serta sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan, guna menjaga kondisi pengeringan yang stabil. Alat ini bertujuan untuk mengotomatisasi dan mengontrol proses pengeringan biji kopi (khususnya kopi arabika) secara presisi, sehingga meningkatkan efisiensi, kualitas, dan konsistensi produk akhir. Implementasi teknologi ini diharapkan menjadi solusi praktis bagi petani, meningkatkan daya saing produk kopi di pasar.

**Kata kunci:** Arabika, Biji Kopi, Kadar Air, Pengeringan.

### *Design and Building of an Automatic Coffee Bean Dryer Equipment Based on Arduino*

### *Abstract*

*Traditional coffee bean drying, relying on sunlight, often faces challenges such as inconsistent drying times and weather dependency, risking flavor quality degradation and fungal growth if moisture content is not optimal (target 10-13%). To address these issues, this research designs an automated coffee bean dryer based on an Arduino microcontroller. The system utilizes Arduino Mega as the main controller, equipped with a TCS3200 color sensor to detect coffee bean ripeness, and a DHT22 sensor to monitor temperature and humidity, ensuring stable drying conditions. This device aims to automate and precisely control the coffee bean drying process (specifically for Arabica coffee), thereby improving the efficiency, quality, and consistency of the final product. The implementation of this technology is expected to provide a practical solution for farmers, enhancing the competitiveness of coffee products in the market.*

**Key words:** *Arabica, Coffee Beans, Moisture, Drying*

## 1. Pendahuluan

Dalam pertanian kopi, banyak petani masih menggunakan metode pengeringan tradisional dengan sinar matahari [1]. Meskipun metode ini umum digunakan, kelemahannya mencakup waktu pengeringan yang lama, kebutuhan tenaga besar, dan ketergantungan pada cuaca yang tidak menentu, terutama saat musim hujan [2]. Kondisi tersebut dapat membuat biji kopi terlalu basah, memicu aroma tak diinginkan serta pertumbuhan bakteri dan jamur, atau terlalu kering, sehingga kehilangan citarasa dan rentan pecah [3]. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga mencapai standar mutu optimal, yaitu 11-13%. Kadar air di atas 13% meningkatkan risiko serangan jamur, sementara kadar di bawah 11% membuat biji kopi rapuh [4]. Selain itu, penurunan kadar air juga mengurangi bobot biji kopi sekitar 12,5% [5]. Pengendalian yang kurang baik dalam proses pengeringan dapat menghasilkan variasi kualitas antar batch, sehingga menurunkan daya saing produk di pasar [6].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi tantangan pengeringan kopi ini. Misalnya, [10] mengembangkan sistem pengering kopi tenaga surya dengan kontrol sederhana, namun masih terbatas pada ketersediaan sinar matahari. Penelitian lain oleh [11] mengimplementasikan sistem pengering otomatis berbasis mikrokontroler untuk komoditas pertanian, namun belum secara spesifik membahas optimasi untuk biji kopi dengan parameter kualitas seperti warna. Selain itu, [12] meneliti penggunaan sensor warna untuk sortasi biji kopi pasca-pengeringan, bukan sebagai bagian dari kontrol proses pengeringan itu sendiri. Penelitian-penelitian ini telah memberikan fondasi, namun masih menyisakan ruang untuk sistem yang lebih terintegrasi dan cerdas dalam mengontrol kualitas biji kopi secara real-time selama pengeringan.

Teknologi berbasis mikrokontroler menawarkan solusi efisien untuk mengotomatisasi pengeringan dengan memantau parameter penting seperti suhu dan kelembapan [7]. Sensor TCS3200 mendeteksi tingkat kematangan biji kopi berdasarkan perubahan warna, sehingga memungkinkan kontrol yang lebih presisi terhadap kualitas biji kopi [8]. Sementara itu, sensor DHT22 memantau suhu dan kelembapan untuk menjaga kondisi pengeringan yang optimal [9]. Integrasi teknologi ini bertujuan meningkatkan efisiensi dan konsistensi kualitas produk kopi, memberikan solusi modern atas kendala metode pengeringan tradisional. Berdasarkan permasalahan dan peluang teknologi yang ada, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengering biji kopi otomatis berbasis Arduino, dengan fokus pada pengeringan biji kopi Arabika, yang mampu mengontrol proses pengeringan berdasarkan suhu, kelembapan, dan perubahan warna biji kopi hingga mencapai kadar air optimal [6].

## 2. Metode

Metodologi yang digunakan adalah Ekesperimen Rancang Bangun Alat.

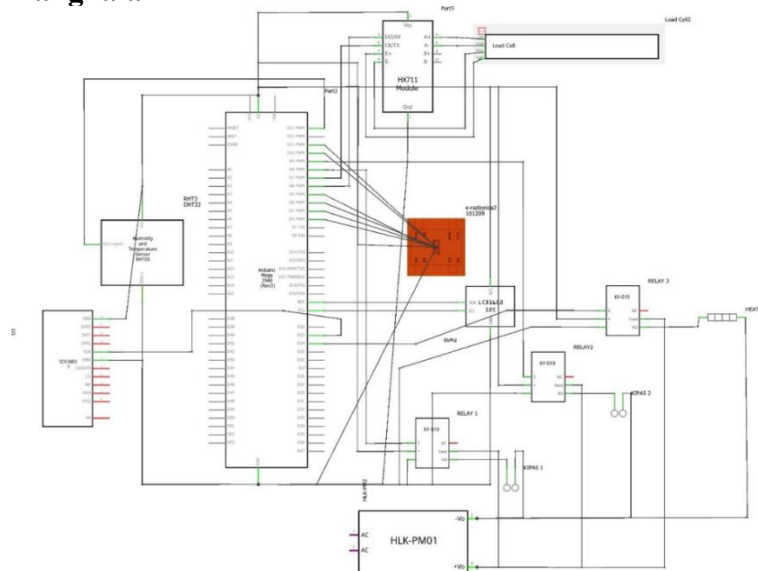
### 2.1 Alat dan Bahan

**Tabel 1.** Alat dan Bahan

No	Perangkat Keras	Kegunaan
1.	ARDUINO MEGA2560	Pengendali utama sistem, mendukung pemrograman dengan Arduino IDE, dan mampu mengendalikan perangkat keras eksternal seperti sensor dan aktuator
2.	Sensor DHT22	Memantau suhu dan kelembapan di sekitar ruang alat.
3.	Sensor DHT22	Mengukur berat biji kopi di dalam ruang alat

4.	LCD I2C	Menampilkan pesan
5.	Sensor TCS3200	Mendeteksi warna dan tingkat kematangan pada biji kopi.
6.	Buzzer	Notifikasi bahwa biji kopi telah matang
7.	microSD	Menyimpan data hasil pengukuran atau proses sistem secara langsung ke dalam kartu memori.
8.	Relay 2 channel	Mengontrol perangkat listrik eksternal, seperti kipas atau pemanas, secara otomatis melalui sistem.
	Perangkat Lunak	
1.	Arduino IDE	Membuat kode program yang akan digunakan pada system.

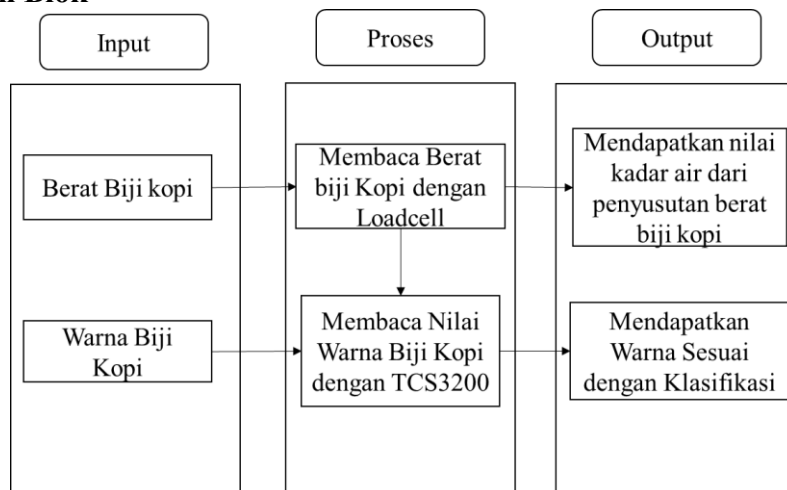
2.2 Skematik Rangkaian



Gambar 3. Skematik Rangkaian

Skematik pada Gambar 3 menggambarkan sistem kerja alat pengering biji kopi otomatis berbasis Arduino Mega2560. Loadcell membaca perubahan berat untuk memantau kadar air, sedangkan sensor TCS3200 mendeteksi perubahan warna sebagai indikator kekeringan. LCD menampilkan data suhu dan berat, dan buzzer berbunyi saat proses pengeringan telah selesai.

2.3 Diagram Blok

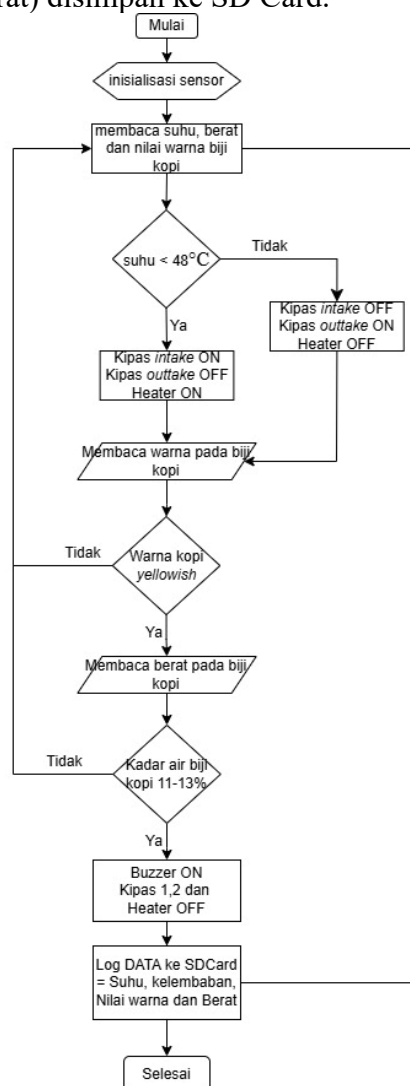


Gambar 1. Diagram Blok

Diagram blok alat ini terdiri dari tiga bagian utama: Input, Proses, dan Output, yang saling terintegrasi untuk menjalankan sistem pengering biji kopi secara efisien. Pada tahap Input, sistem menerima data awal berupa berat biji kopi dan nilai warna. Tahap Proses dikendalikan oleh Arduino Mega yang mengelola sensor DHT22 (suhu dan kelembapan), TCS3200 (warna), dan loadcell (berat). Sensor-sensor ini bekerja bersama untuk memantau kondisi biji kopi, termasuk perubahan warna dan penurunan berat akibat pengurangan kadar air. Pada tahap Output, sistem menghasilkan biji kopi kering dengan kadar air 11–13% dan warna hijau kekuningan, dilengkapi dengan buzzer sebagai penanda bahwa proses telah selesai, memastikan hasil pengeringan sesuai standar kualitas.

### 2.3 Flowchart Sistem

Proses pengeringan biji kopi diawali dengan inialisasi komponen dan pembacaan sensor suhu, berat, dan warna. Suhu dijaga otomatis pada 48°C menggunakan heater dan kipas. Pengeringan berlangsung hingga warna biji kopi berubah dari greenish ke yellowish. Berat akhir kemudian diukur untuk menghitung kadar air. Jika kadar air belum mencapai 11–13%, pengeringan dilanjutkan; jika sudah, proses dihentikan. Data akhir (suhu, kelembapan, warna, dan berat) disimpan ke SD Card.



Gambar 2. Flowchart Sistem

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Data Hasil Pengujian Sensor DHT22

Sebelum pengujian, sensor DHT22 dikalibrasi dengan membandingkan hasil bacaannya dengan alat referensi berupa Hygrometer Thermometer LCD. Nilai DHT22 kemudian disesuaikan agar mendekati hasil hygrometer. Berikut adalah tabel perbandingan suhu antara Hygrometer dan DHT22.

Tabel 2. Pengujian Sensor Loadcell

Perangkat	Suhu	Kelembaban
Hygrometer Thermometer	27,7 °C	81.4 %
DHT-22	27°C	82%
Deviasi	0,7°C	0.6 %

Setelah kalibrasi, dilakukan pengujian sensor DHT22 dengan membandingkan hasil pengukuran suhu dari DHT22 dan termometer digital sebagai acuan, baik di dalam maupun di luar ruangan. Hasil perbandingan ditampilkan pada Tabel 3. Rata-rata selisih suhu sebesar 0,63% menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi yang cukup baik dengan perbedaan yang kecil dibandingkan alat referensi.

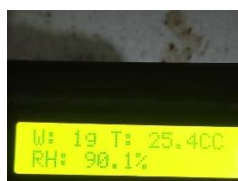
Tabel 3. Pengujian Sensor DHT22 di dalam alat pengering

Percobaan	Sensor DHT-22 (°C)	Hygrometer Thermometer (°C)	Error (%)
1	25	25,4	0,4
2	26,4	27,2	0,8
3	28,5	28,8	0,3
4	30,8	31	0,2
5	34,6	34,9	0,2
6	34,5	35,2	0,7
7	35,9	37	1,1
8	37,1	37,8	0,7
9	37,3	38,2	0,9
10	38	38,7	0,7

Tabel 4 menampilkan hasil pengujian sensor kelembaban DHT22 dibandingkan dengan hygrometer thermometer. Rata-rata selisih sebesar 0,71% menunjukkan sensor DHT22 memiliki akurasi yang cukup baik, dengan perbedaan yang kecil terhadap alat referensi.

Tabel 4. Hasil Pengujian sensor DHT22

Percobaan	Sensor DHT-22 (°C)	Hygrometer Thermometer (°C)	Error (%)
1	90,1	91	0,9
2	85,5	86	0,5
3	64,7	63,9	0,8
4	40,5	40	0,5
5	28,6	28,9	0,2
6	26,1	26,8	0,7
7	24	23,5	0,5
8	22,3	21,6	0,7
9	20,3	18,7	1,3
10	18,5	17	1,5



(a)



(b)

Gambar 4. (a) hasil pembacaan pada sensor DHT (b) Hasil Pembacaan pada HTC

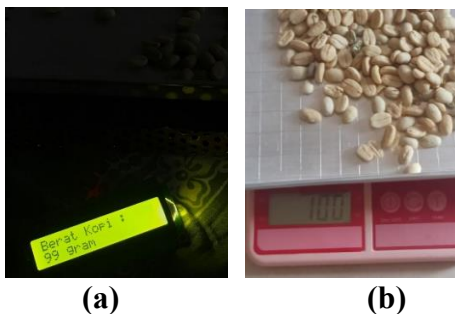
### 3.2 Data Hasil Pengujian Sensor Loadcell

Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai berat menggunakan sensor load cell, yang dibandingkan dengan timbangan digital sebagai acuan. Pengujian menggunakan sampel biji kopi. Berikut adalah tabel hasil pengujian sensor berat.

**Tabel 5.** Pengujian Sensor Loadcell

Percobaan	Loadcell (gram)	Timbangan Digital (gram)	Error (%)
1	99,	100	1
2	199,6	120	0,4
3	149,8	150	0,2
4	170	170	0
5	199,5	200	0,5
6	239,7	240	0,3
7	259,9	260	0,1
8	299,9	300	0,1
9	249,2	350	0,8
10	379,8	380	0,2

Rata-rata selisih 0,36% antara hasil pengukuran loadcell dan timbangan digital menunjukkan bahwa loadcell memiliki akurasi yang baik dengan perbedaan kecil dibandingkan alat acuan.






**Gambar 5.** (a) Pembacaan sensor Loadcell (b) Pembacaan timbangan digital

### 3.3 Data Hasil Pengujian Sensor TCS3200

Pengujian sensor TCS3200 memerlukan kalibrasi untuk menentukan nilai warna pada tiga kondisi biji kopi: basah, kering, dan terlalu kering. Berikut adalah hasil nilai warna masing-masing kondisi.

**Tabel 6.** Hasil kalibrasi pada sensor TCS3200 pada Biji kopi

Biji Kopi	Nilai warna pada biji kopi	Kondisi
	R=120 – 125, G = 155–160, B = 181-186	Keadaan basah ( <i>Greenish</i> )
	R=80 – 85, G= 110-115, B=120-125	Keadaan Kering ( <i>Yellowish</i> )
	R=180 – 185, G=100 – 105, B= 80 – 85	Keadaan terlalu kering ( <i>Brownish</i> )

Setelah kalibrasi, sensor TCS3200 diuji untuk menentukan jarak optimal pembacaan warna. Pengujian dilakukan di ruang pengering dengan pencahayaan redup. Berdasarkan nilai dasar R = 255, G = 255, B = 255, Tabel 7 menunjukkan bahwa sensor membutuhkan jarak sangat dekat agar akurat. Pada jarak lebih jauh, sensor kesulitan mengenali warna dengan tepat sehingga menghasilkan data yang tidak sesuai.

**Tabel 7.** Pengujian Jarak Sensor TCS3200

Pengujian	Jarak ukur	Nilai Warna			Keterangan
		R	G	B	
1	7 cm	255	255	255	Tidak terdeteksi
2	6 cm	255	255	255	Tidak terdeteksi
3	5 cm	182	199	205	Terdeteksi
4	4 cm	155	132	180	Terdeteksi
5	3 cm	255	255	255	Tidak terdeteksi



**Gambar 6.** Pengujian jarak pada sensor TCS3200 dengan biji Kopi.

Setelah jarak optimal diperoleh, tahap berikutnya adalah pengujian sensor TCS3200 pada biji kopi. Hasil pengujiannya disajikan dalam Tabel 8.

**Tabel 8.** Pengujian sensor warna

Percobaan	Red	Green	Blue	Keterrangan
1	83	110	122	<i>Yellowish</i>
2	80	112	125	<i>Yellowish</i>
3	85	115	125	<i>Yellowish</i>
4	85	110	124	<i>Yellowish</i>
5	125	155	181	<i>Greenish</i>
6	123	158	184	<i>Greenish</i>
7	125	157	184	<i>Greenish</i>
8	120	158	182	<i>Greenish</i>
9	120	155	181	<i>Greenish</i>
10	125	155	181	<i>Greenish</i>

### 3.4 Data Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi ruang pengering dan memantau proses pengeringan secara menyeluruh menggunakan sensor DHT22, Loadcell, dan TCS320.

#### 1. Pengujian Alat tanpa Biji Kopi

Pengujian alat tanpa biji kopi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja heater 300watt dalam mencapai suhu dan kelembaban target selama 60 menit. Hasil pada Tabel 9 menunjukkan ruang pengering bekerja optimal dengan kelembaban akhir rendah, sehingga layak digunakan untuk mengeringkan biji kopi basah.

**Tabel 9.** Hasil Pengujian Alat tanpa Biji Kopi

No	Percobaan	Kondisi Awal		Kondisi Akhir	
		Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban
1	21/11/2024 (19.34)	25.1°C	69%	49.3°C	26,4%
2	22/11/2024 (07.20)	24,6°C	70,2%	57.6°C	24%
3	22/11/2024 (08.25)	24.4°C	70,3%	57.6°C	19,4%
4	22/11/2024 (09.10)	24.7°C	81,3%	58.8°C	19,8%
5	22/11/2024 (10.15)	24.8°C	80,7%	58.4°C	19,5%

6	22/11/2024 (13.10)	24.8°C	80,7%	58.5°C	19,3%
7	22/11/2024 (14.15)	24.9°C	76%	58.6°C	19,9%

### 2. Pengujian Alat Menggunakan Biji Kopi Tanpa Kipas *Outttake*

Pengujian alat dengan 200gram biji kopi dilakukan untuk memantau perubahan berat, suhu, dan kelembaban hingga biji kopi mencapai kondisi kering (yellowish), tanpa kipas 2 (outtake) aktif. Hasil pada Tabel 10 menunjukkan alat berfungsi baik, ditandai penurunan berat dan perubahan warna. Tahap berikutnya menguji pengaruh aktivasi kipas 2 terhadap efisiensi pengeringan.

**Tabel 10.** Hasil pengujian alat menggunakan biji kopi tanpa kipas *outtake*

No	Percobaan	Warna RGB			Berat	Kondisi	
		R	G	B		Suhu	Kelembaban
1	1 Jam Pertama	121	155	182	186 g	47.3 C	34%
	40 Menit	80	110	126	174 g	48 C	34%
2	1 Jam Pertama	120	160	185	192 g	47,5 C	34%
	41 Menit	81	113	120	176,6 g	49 C	30%
3	1 Jam Pertama	120	160	185	191,6 g	47 C	36%
	53 Menit	83	114	126	177 g	49.2 C	31%
4	1 Jam Pertama	124	155	183	191,5 g	46.8 C	36%
	52 Menit	80	112	126	178,8 g	49.3 C	29%
5	1 Jam Pertama	126	160	185	192,3 g	48.2 C	33%
	58 Menit	83	110	127	175 g	50.2 C	31%
6	1 Jam Pertama	122	158	181	188 g	46.8 C	33%
	44 Menit	81	111	128	175,8	49.1 C	31%
7	1 Jam Pertama	121	156	182	185 g	46.9 C	34%
	48 menit	80	110	126	176,1 g	48.8 C	29%

### 3. Pengujian Keseluruhan menggunakan Biji Kopi

Pengujian akhir dilakukan setelah suhu stabil 48°C tercapai, dengan kipas 2 (outtake) menyala otomatis saat suhu melebihi batas tersebut. Hasil pada Tabel 11 menunjukkan penurunan kelembaban akibat penguapan yang dikeluarkan oleh kipas, sehingga kelembaban ruang berkurang.

**Tabel 11.** Pengujian keseluruhan pada alat pengering biji kopi

No	Percobaan	Warna RGB			Berat	Kondisi	
		R	G	B		Suhu	Kelembaban
1	1 Jam Pertama	121	155	181	183 g	48.3 C	28%
	30 menit	80	112	128	175 g	49.5 C	25%
2	1 Jam Pertama	120	155	181	184 g	47.8 C	30%
	30 Menit	81	114	126	176.1 g	48.9 C	27%
3	1 Jam Pertama	122	156	183	183.9 g	46.5 C	28%
	33 Menit	83	111	127	177.2 g	48.7 C	27%
4	1 Jam Pertama	120	157	185	184.2 g	47.7 C	29%
	35 Menit	82	110	125	177.8 g	49.5 C	26%
5	1 Jam Pertama	121	156	181	188 g	48.2 C	29%
	28 menit	80	110	127	175 g	48.8 C	27%
6	1 Jam Pertama	125	156	182	185.8 g	49.4 C	28%
	28 Menit	80	111	125	174.8 g	47.4 C	25%
7	1 Jam Pertama	122	158	181	183.2 g	46 C	26%

Setelah pengujian alat selesai, tahap berikutnya adalah menghitung kadar air dan laju pengeringan. Kadar air dihitung dengan Persamaan 2.1, dan laju pengeringan dengan Persamaan 2.2. Berikut hasil kadar air setelah proses pengeringan.

$$1) \text{ Pengujian ke-1; } MC_{wb} = \frac{200 - 175}{200} = 0,125 \times 100\% = 12,5\%$$

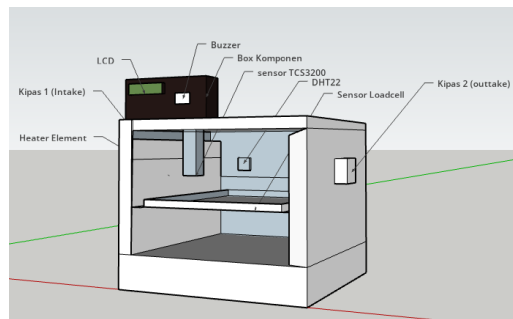
$$2) \text{ Pengujian ke-2; } MC_{wb} = \frac{200 - 176,1}{200} = 0,1195 \times 100\% = 11,9\%$$

- 3) Pengujian ke-3;  $MC_{wb} = \frac{200 - 177,2}{200} = 0,114 \times 100\% = 11,4\%$
- 4) Pengujian ke-4;  $MC_{wb} = \frac{200 - 177,2}{200} = 0,111 \times 100\% = 11,1\%$
- 5) Pengujian ke-5;  $MC_{wb} = \frac{200 - 175}{200} = 0,125 \times 100\% = 12,5\%$
- 6) Pengujian ke-6;  $MC_{wb} = \frac{200 - 174,8}{200} = 0,126 \times 100\% = 12,6\%$
- 7) Pengujian ke-7;  $MC_{wb} = \frac{200 - 176,2}{200} = 0,119 \times 100\% = 11,9\%$

Setelah mendapatkan nilai kadar air pada setiap pengujian. Untuk selanjutnya menghitung laju pengeringan biji kopi sebagai berikut :

- 1) Pengujian ke-1;  $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 175}{90} = 0,27\ gram/menit$
- 2) Pengujian ke-2;  $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 176,1}{90} = 0,26\ gram/menit$
- 3) Pengujian ke-3;  $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 177,2}{93} = 0,24\ gram/menit$
- 4) Pengujian ke-4;  $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 177,8}{95} = 0,23\ gram/menit$
- 5) Pengujian ke-5;  $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 175}{88} = 0,28\ gram/menit$
- 6) Pengujian ke-6;  $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 174,8}{88} = 0,28\ gram/menit$
- 7) Pengujian ke-7;  $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 176,2}{93} = 0,27\ gram/menit$

#### 4 Alat Keseluruhan



Gambar 7. Desain alat keseluruhan

Gambar 7 menunjukkan diagram skematik 3D alat pengering biji kopi otomatis, yang menggambarkan penempatan komponen utama seperti elemen pemanas dan Kipas 1 (intake) untuk mengatur suhu dan aliran udara masuk, sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban, loadcell untuk pengukuran berat, serta sensor TCS3200 untuk deteksi warna biji kopi. Kipas 2 (outtake) digunakan untuk mengeluarkan udara, sementara LCD dan buzzer di Box Komponen berfungsi sebagai antarmuka pengguna dan indikator proses.

#### 4. Kesimpulan

Alat pengering biji kopi otomatis berbasis mikrokontroler berhasil diimplementasikan dengan integrasi sensor DHT22, Loadcell, dan TCS3200 untuk kontrol presisi. Sistem mampu menjaga suhu stabil di 48°C dan menurunkan kelembaban secara efisien. Hasil pengujian menunjukkan kadar air akhir biji kopi berada pada 11,1–12,6%, sesuai standar ideal 11–13%. Keberhasilan ini membuktikan efektivitas alat dalam mengotomatisasi proses pengeringan dan menjaga mutu biji kopi. Ke depan, sistem dapat dikembangkan dengan kecerdasan buatan dan peningkatan kapasitas untuk skala komersial.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis bersyukur kepada Allah SWT atas terselesainya penelitian ini dan mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknik Elektro Universitas Garut serta semua pihak yang telah mendukung.

### Daftar Pustaka

- [1] Amiruddin, H. L. Wijayanto, Kadriadi and K. W. Wirakusuma, "Perbandingan Panas dalam Implementasi Sistem Efek Rumah Kaca dan Sistem Tradisional pada Pengeringan Biji Kopi," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 1, pp. 349-353, 2022.
- [2] K. Studio, "Pengaruh Kadar Air dalam Biji Kopi Terhadap Kualitas Biji Kopi," Berto Coffee Roaster, 2021. [Online]. Available: <https://berto-online.com/pegaruh-kadar-air-dalam-biji-kopi-terhadap-kualitas/>. [Accessed 28 Januari 2024].
- [3] S. A. Saleh, R. Ulfa and B. Setyawan, "Identifikasi Kadar Air, Tingkat Kecerahan Dan Citarasa Kopi Robusta Dengan Variasi Lama Perendaman," *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, vol. 2, no. 5, pp. 41-48, 2020.
- [4] E. Yani and S. Fajrin, "Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Berdasarkan Variasi Kecepatan Aliran Udara Pada Solar Dryer," *Teknika*, vol. 20, no. 1, pp. 17-22, 2013.
- [5] X. Cao, H. Wu, C. G. Viejo, F. R. Dunshea and H. A. R. Suleria, "Effect Of Postharvest Processing On Aroma Formation Cofee: A Review," *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 58, no. 3, pp. 1007-1027, 2023.
- [6] P. Ghosh and N. Venkatachalapathy, "Processing and Drying of Coffee – A Review," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 3, no. 12, pp. 784-794, 2014.
- [7] D. d. C. Lopes and A. J. S. Neto, "Modelling Dry Matter Loss Of Coffee Beans Under Different Conditions," *Journal of Stored Products Research*, vol. 88, 2020.
- [8] R. Agustian, A. Bintoro, Rosdiana, M. Jannah, Salahuddin and W. K. A. Al-Ani, "Design of Automatic Coffee Bean Roaster Based on Arduino Uno Microcontroller," *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, vol. 3, no. 2, pp. 49-57, 2022.
- [9] M. R. I. and D. Avalos-Gonzalez, "Precision and Versatility in Color Sensing: A Comprehensive Characterization of the TCS3200 Using Time Domain Analysis," *2024 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, Sydney, Australia, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICECET61485.2024.10698668.
- [10] I. N. Syamsiana, N. Nafisah, W. Kusuma, R. N. Amalia, A. D. Wahyudi Sumari and G. P. Citra Handani, "Temperature Control in Coffee Bean Dryer Using Fuzzy Logic Control with Multiple Input and Multiple Output," *2024 IEEE 2nd International Conference on Electrical Engineering, Computer and Information Technology (ICEECIT)*, Jember, Indonesia, 2024, pp. 60-65, doi: 10.1109/ICEECIT63698.2024.10859713

## Rancang Bangun Company Profile PT. Cassava Infra Media Berbasis Framework Codeigniter

Saifurrohman<sup>1</sup>, Reza Muhammad Zulfikar<sup>2</sup>, Ade Sutedi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Institut Teknologi Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: adesutedi@itg.ac.id

### ARTICLE HISTORY

*Received: 11-05-2025*

*Revised: 28-06-2025*

*Accepted: 29-06-2025*

### Abstrak

Profil perusahaan berfungsi sebagai media informasi esensial bagi pemangku kepentingan internal maupun eksternal. Namun, profil perusahaan yang masih statis atau kurang memadai seringkali tidak memiliki dinamisme yang dibutuhkan untuk penyebaran informasi yang efektif. Penelitian ini mengatasi keterbatasan tersebut dengan merancang dan membangun situs web profil perusahaan yang dinamis untuk PT. CASSAVA INFRA MEDIA. Pengembangan dilakukan menggunakan metodologi Model Scrum dan mengimplementasikan kerangka kerja CodeIgniter, dengan pemodelan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML). Situs web yang dihasilkan berfungsi sebagai platform komprehensif untuk informasi perusahaan dan layanan promosi, sehingga meningkatkan kualitas dan aksesibilitas perusahaan di ranah digital.

**Kata kunci:** codeigniter, company profile, scrum model, uml, website

## Design of Company Profile PT. Cassava Infra Media based on Codeigniter Framework

### Abstract

*A company profile functions as an essential information medium for both internal and external stakeholders. However, static or inadequate existing company profiles often lack the dynamism required for effective information dissemination. This study addresses these limitations by designing and building a dynamic company profile website for PT. CASSAVA INFRA MEDIA. The development followed the Scrum Model methodology and utilized the CodeIgniter framework for implementation, with system modeling performed using Unified Modeling Language (UML). The resulting website serves as a comprehensive platform for company information and promotional services, thereby enhancing the company's quality and accessibility in the digital.*

**Key words:** codeigniter, company profile, scrum model, uml, website

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi telah membawa dampak signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, memungkinkan aktivitas dilakukan secara lebih cepat, tepat, dan akurat [1]. Salah satu implementasi dari kemajuan ini adalah munculnya berbagai kegiatan berbasis elektronik seperti e-government, e-commerce, dan e-learning. Informasi yang dihasilkan melalui teknologi ini harus relevan dan tepat waktu untuk mendukung pengambilan keputusan di berbagai sektor, termasuk perusahaan. Teknologi informasi yang terintegrasi dengan internet juga berperan penting dalam mendukung aktivitas operasional perusahaan [2], salah satunya dalam bentuk penyediaan company profile sebagai sarana identitas dan promosi perusahaan.

PT. Cassava Infra Media, cabang dari PT. Javaweb Media Indonesia yang berdiri sejak 2020 di Kota Tangerang Selatan, bergerak di bidang pendidikan dan layanan teknologi, seperti IT Infrastruktur, kursus website, desain grafis, dan media publishing [3]. Perusahaan ini telah melayani berbagai klien dari sektor pemerintah dan swasta. Untuk mendukung promosi dan penyampaian informasi, manajemen memandang perlu adanya sistem digital berupa website company profile yang dapat diakses melalui domain atau subdomain di World Wide Web (WWW) [4].

Penelitian sebelumnya telah banyak mengulas pengembangan website profil perusahaan atau sistem informasi serupa. Contohnya, [5] menggunakan framework Laravel dengan fokus desain responsif, [6] mengembangkan website sekolah berbasis PHP native, dan [7] membandingkan performa berbagai framework PHP. Namun, sebagian besar belum membahas secara spesifik pengembangan website profil perusahaan yang dinamis menggunakan CodeIgniter 4 dan metodologi Scrum. Pendekatan ini penting untuk mendukung kebutuhan update konten yang cepat dan fleksibel, khususnya pada perusahaan teknologi informasi seperti PT. Cassava Infra Media. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian yang diisi oleh studi ini.

Pengembangan website dilakukan menggunakan metodologi Agile berbasis Scrum untuk mencapai proses yang cepat, fleksibel, dan efisien [8]. Website ini dibangun dengan PHP, HTML, CSS, dan JavaScript, menggunakan framework CodeIgniter 4 [9] serta MySQL sebagai basis data. Tujuannya adalah menampilkan informasi perusahaan secara lengkap [10], termasuk portofolio layanan dan klien, serta memberikan akses bagi administrator untuk mengelola konten secara berkala.

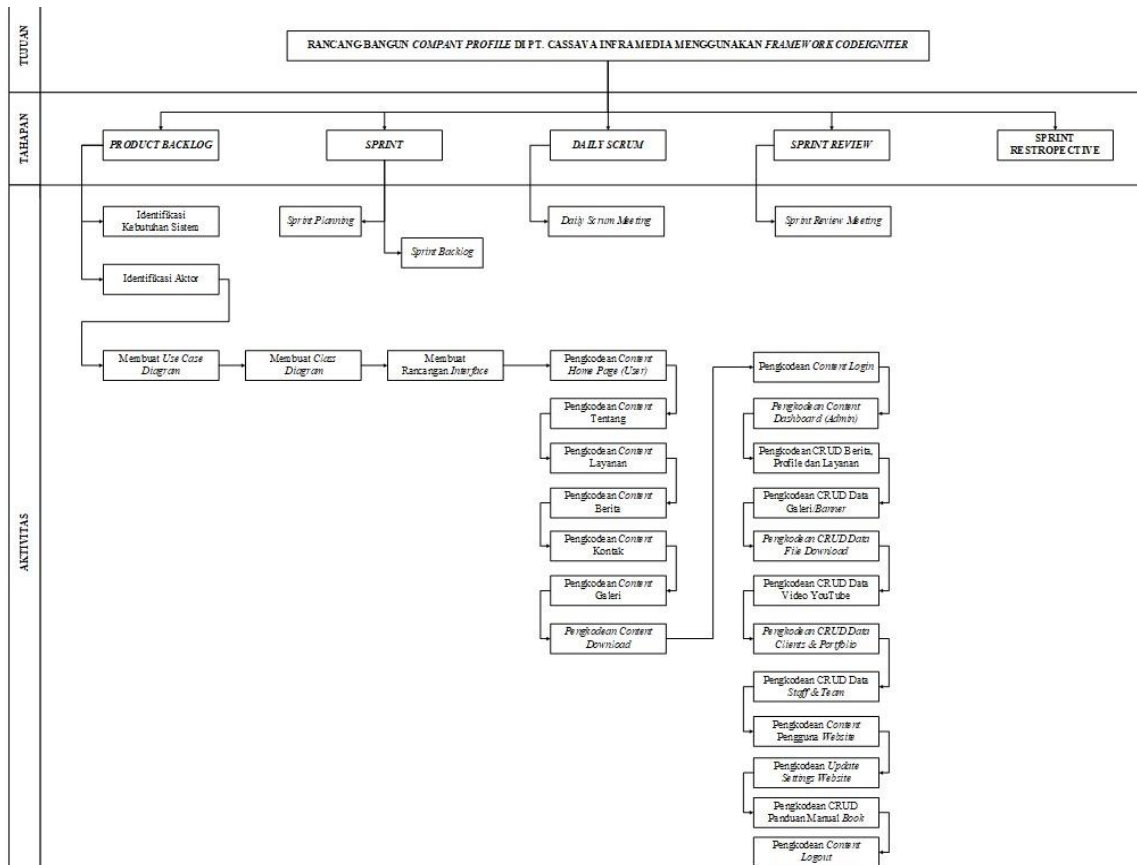
## 2. Metode

Penelitian ini melibatkan tahapan studi literatur, pengembangan alur kerja, serta perancangan dan pemodelan sistem. Untuk merancang website Company Profile PT. Cassava Infra Media, digunakan metode pengembangan sistem Scrum yang divisualisasikan melalui pemodelan UML [8].

### 2.1 Work Breakdown Structure

Tahapan aktivitas dari perencanaan sampai pengujian disajikan menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS). Adapun tahapan dari WBS berdasarkan Gambar 1 meliputi

tahapan *product backlog*, *sprint*, *daily scrum*, *sprint review*, dan *sprint retrospective* mngan mengadopsi pendekatan metode scrum [5]. Pada tahapan *product backlog*, memiliki aktiviyas yang didapatkan dari dokumen perusahaan, lalu aktivitas selanjutnya mengidentifikasi aktor yang digambarkan dengan *Use Case Diagram*, kemudian aktivitas selanjutnya yaitu menggambarkan apa saja yang harus ada dalam sistem yang digambarkan dengan Class Diagram yang dimodelkan dengan berbagai komponen. Aktivitas selanjutnya, yaitu membuat struktur web yang digambarkan dengan rancangan interface, dan mengidentifikasi kebutuhan web yang terdapat pada backlog item. Setelah itu dilanjutkan dengan melakukan pengkodean yang dilakukan oleh frontend dan backend dalam membuat Konten *Home Page* (Users), Konten Tentang, Konten Layanan, Konten Berita, Konten Kontak, Konten Galeri, Konten Download Data. Setelah Content untuk sisi Users berhasil dibuat, maka aktivitas berlanjut untuk melakukan pengkodean dari sisi Admin yaitu dimulai dari membuat halaman *Login*, halaman *Dashboard* (Admin), *Create, Read, Update, dan Delete* (CRUD) Berita, Profil, Layanan, CRUD Data Galeri/Banner, CRUD Data File Download, CRUD Data Video YouTube, CRUD Clients/Portfolio, CRUD Staff/Team, konten Pengguna Website, konten Settings Website, CRUD Panduan Manual Book, dan terakhir yaitu membuat halaman *Logout* untuk Admin. Pada tahapan *Sprint* merancang proses kegiatan yang akan dilakukan untuk mengimplementasi *Website Company Profile* dari backlog item yang telah dikembangkan. Setelah itu dalam tahapan *Sprint Review* penerapan Website Company Profile yang telah dibuat diakhiri dengan *Sprint retrospective* dalam mengakhiri seluruh tahapan dari kerangka Scrum Model ini.



Gambar 1. Work Breakdown Structure (WBS)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah membuat berupa *Website Company Profile* untuk PT. Cassava Infra Media menggunakan framework CodeIgniter4 yang bertujuan untuk memberikan sarana representasi kepada stakeholdernya. Proses rancang bangun menggunakan framework Scrum. Pemodelan yang digunakan yaitu UML yang meliputi usecase digaram, class diagram, navigation design, dan rancangan interface.

#### 3.1 Product Backlog

Di dalam *product backlog*, *product owner* yang bertanggung jawab akan memilih dan mengurutkan item mana yang harus diprioritaskan terlebih dahulu setelah itu menempatkannya pada *sprint backlog*. Pada tahapan pertama akan menghasilkan beberapa aktivitas yaitu spesifikasi kebutuhan sistem, identifikasi aktor, identifikasi aktivitas sistem, struktur sistem, dan identifikasi kebutuhan sistem yang disajikan pada table 1.

**Tabel 1.** Aktivitas Product Backlog

No	Aktivitas Product Backlog	Estimasi (Jam)	Tingkat Kesulitan
1	Identifikasi Kebutuhan Sistem	13	Sedang
2	Identifikasi Aktor	10	Sedang
3	Membuat Use Case Diagram	12	Sedang
4	Membuat Class Diagram	14	Sedang
5	Membuat Rancangan Interface	20	Sedang
6	Pengkodean Content Home Page (User)	9	Sulit
7	Pengkodean Content Tentang	10	Sulit
8	Pengkodean Content Layanan	7	Sedang
9	Pengkodean Content Berita	8	Sedang
10	Pengkodean Content Kontak	7	Sedang
11	Pengkodean Content Galeri	9	Sedang
12	Pengkodean Content Download	7	Sedang
13	Pengkodean Content Login	2	Sedang
14	Pengkodean Content Dashboard (Admin)	10	Sulit
15	Pengkodean CRUD Berita, Profile & Layanan	9	Sedang
16	Pengkodean CRUD Data Galeri/Banner	8	Sedang
17	Pengkodean CRUD Data File Download	8	Sedang
18	Pengkodean CRUD Data Video YouTube	8	Sedang
19	Pengkodean CRUD Data Clients & Portfolio	8	Sedang
20	Pengkodean CRUD Data Staff & Team	8	Sedang
21	Pengkodean Content Pengguna Website	8	Sedang
22	Pengkodean Update Settings Website	10	Sulit
23	Pengkodean CRUD Panduan Manual Book	7	Sedang
24	Pengkodean Content Logout	2	Sedang
<b>Total</b>			<b>214</b>

Keterangan : 1 hari = 8 jam kerja

#### 3.2 Identifikasi Aktor

Identifikasi aktor memiliki tujuan untuk mengetahui siapa targer yang terlibat pada sistem yang akan dibuat. Adapun spesifikasi aktor yang teridentifikasi untuk *website company profile* ini seperti diilustrasikan pada gambar 2.

- a. Admin merupakan aktor yang memiliki tugas sebagai pengelola sistem dan seluruh data dalam Website Company Profile.
- b. User merupakan aktor yang memiliki tugas sebagai pengelola dari beberapa fitur yang ada dalam Website Company Profile.
- c. Pengunjung merupakan aktor yang bisa melihat dan berkomunikasi untuk hal yang ingin dikonsultasikan kepada pihak perusahaan.

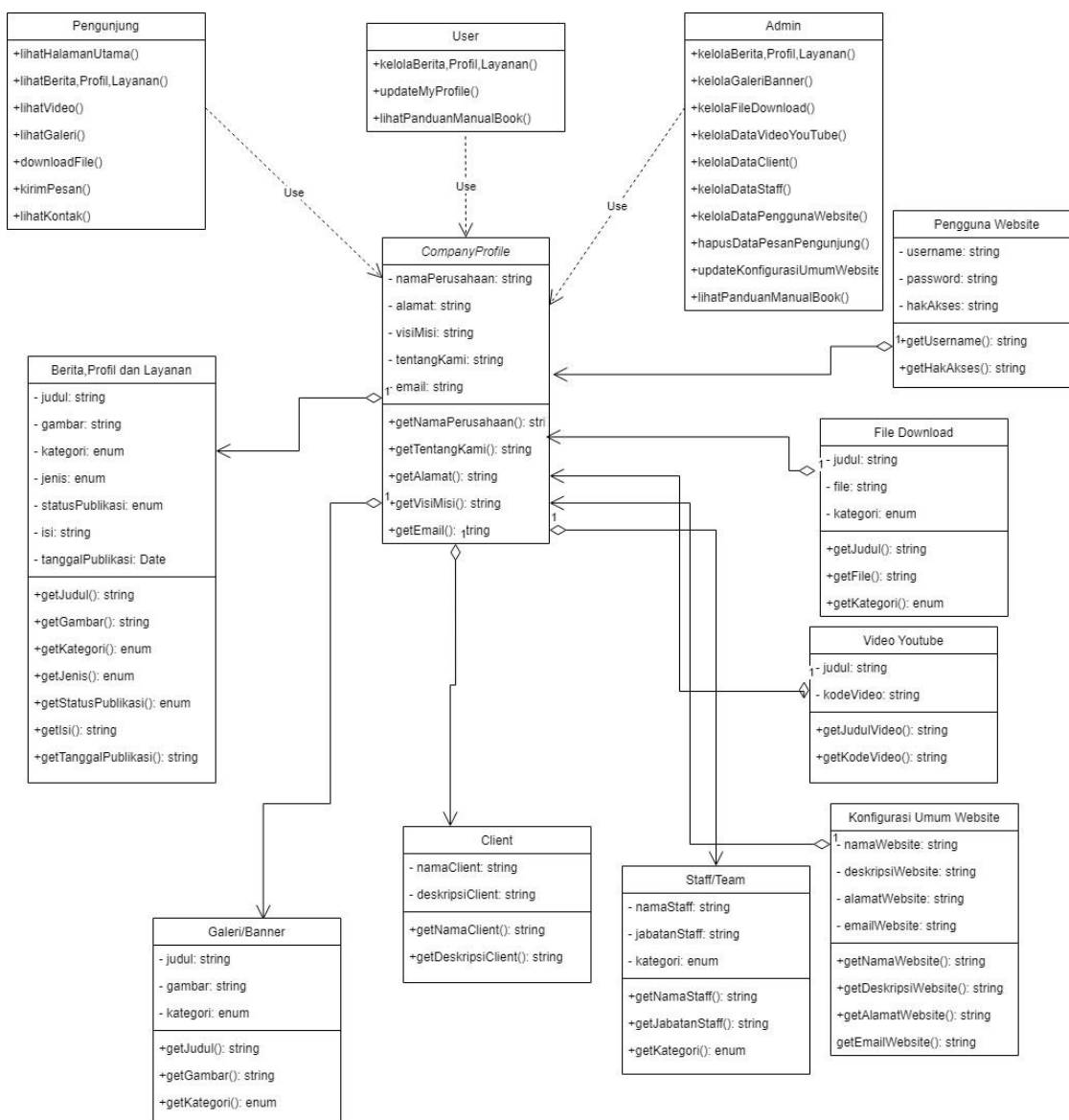


Gambar 2. Use Case Diagram.

### 3.3 Struktur Sistem

Setelah melakukan identifikasi aktor dan aktivitas aktor maka tahapan selanjutnya yaitu membuat desain spesifikasi sistem yang disajikan dengan *Class Diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 3. Di dalam interface home page mengambil data dari class data user yang memiliki relasi pada beberapa class lainnya. Kemudian, pada interface dashboard mengambil data dari class kategori, berita, galeri, kategori\_galeri, staff, kategori\_staff,

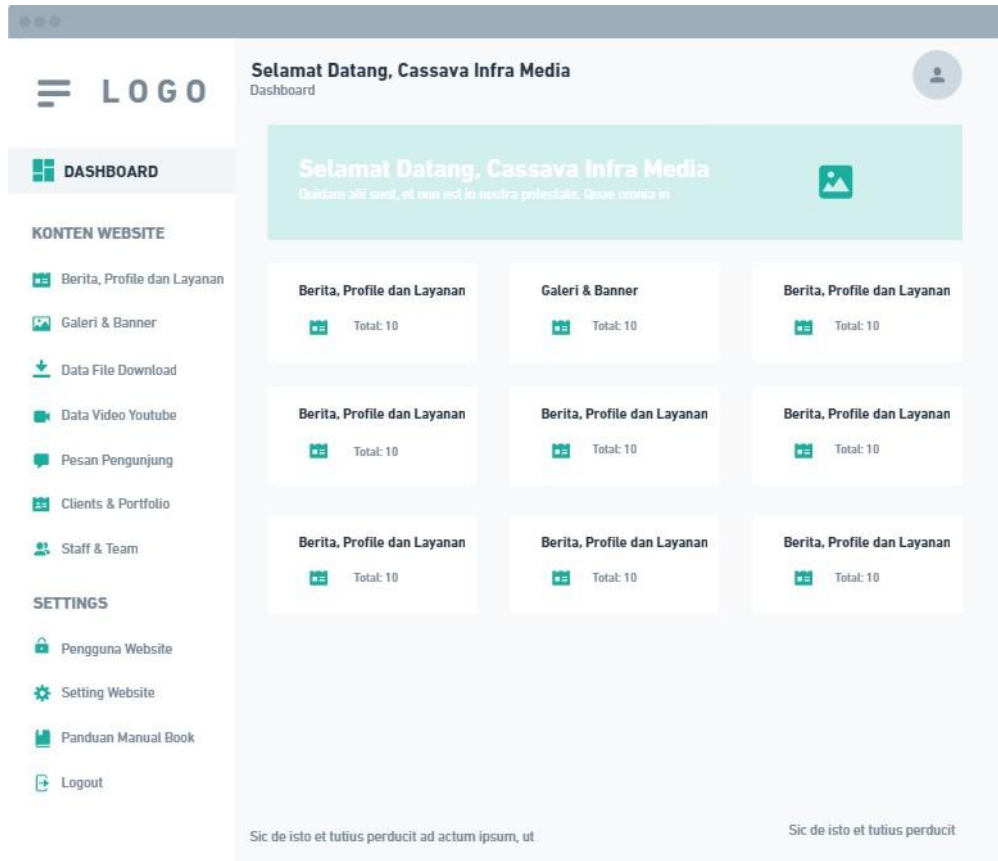
download, kategori\_download, konfigurasi, video, contact, dan client. Sedangkan interface pada form login dan form edit user mengambil data dari class data users.



Gambar 3. Class Diagram.

### 3.4 Rancangan Interface

Rancangan interface dari halaman *website* terdiri dari tiga bagian utama sesuai dengan hasil identifikasi actor pada bagian rancangan use case sebelumnya. Adapun rancangan interface website company profile disajikan pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Contoh rancangan interface dashboard.

### 3.5 Sprint

*Sprint* adalah proses pengembangan perangkat lunak dengan periode waktu yang singkat untuk menciptakan fungsionalitas suatu produk. *Sprint* biasanya memakan waktu antara satu bulan bahkan bisa memakan waktu paling minimal selama satu hari (Ardytia Febrian Amarta & Gita Anugrah, 2021). *Sprint* memiliki dua aktivitas yaitu *Sprint planning* dan *Sprint backlog*.

#### a. *Sprint planning*

Sesudah menentukan *product backlog*, langkah selanjutnya yaitu mengadakan *daily meeting* yang dilakukan oleh *scrum team* di setiap awal proses *sprint* akan dilaksanakan (Layton & Morrow, 2015). Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi *product backlog* dalam menentukan setiap fitur dan waktu yang dibutuhkan.

#### b. *Sprint backlog*

Tahap ini yaitu merancang *Sprint backlog* yang bermaksud untuk menganalisis kebutuhan yang menjadi prioritas utama pengguna dengan waktu kerja yang ditentukan oleh developer team (Layton & Morrow, 2015).

### 3.6 Daily Scrum

*Daily scrum* merupakan tahapan melakukan evaluasi terhadap kinerja, dan pelaporan progres yang sedang dikembangkan [9]. *Daily Scrum Meeting* dilakukan untuk memantau kinerja, pelaporan progres kerja yang sedang dikembangkan bersama *scrum master*, *scrum*

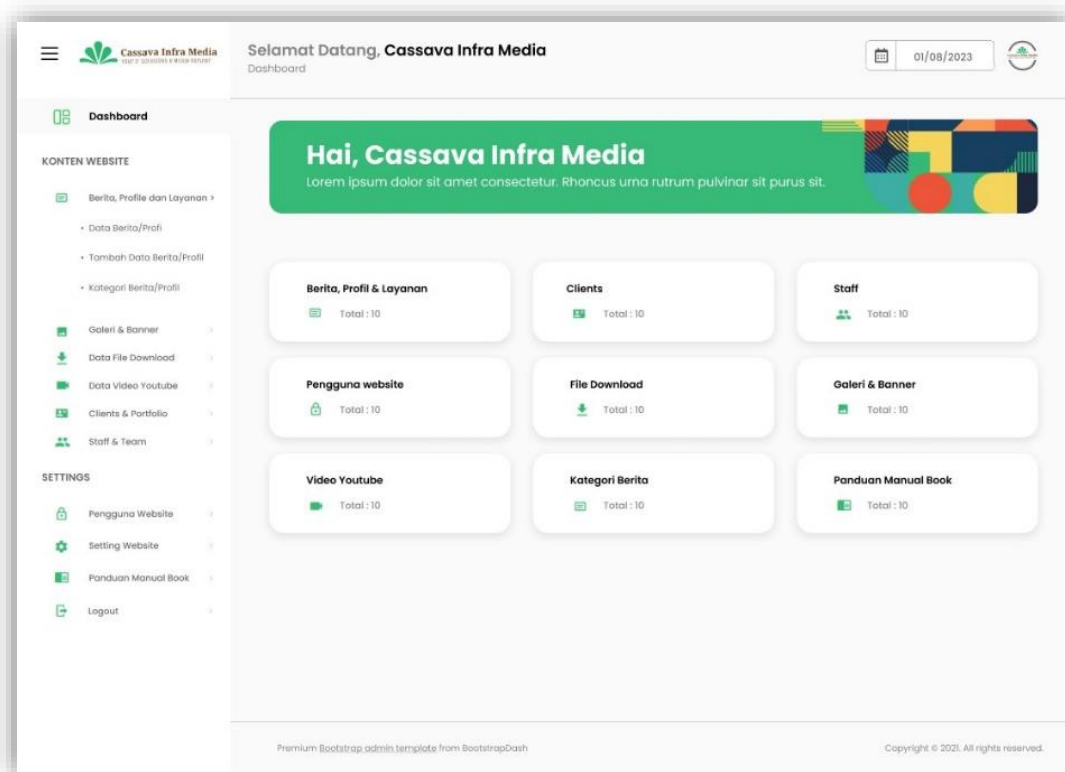
team, dan *product owner* untuk membahas mengenai *sprint backlog* yang telah dikerjakan. Adapun kegiatan dari *meeting* mingguan disajikan dalam table 4.

**Tabel 4.** Daily Scrum Meeting

Minggu ke	Kegiatan Meeting
1	<i>Kick-Off Meeting</i> bersama pihak perusahaan
2	Pemilihan <i>template</i> untuk <i>Website Company Profile</i> PT. Cassava Infra Media
3	Pembahasan progress pembuatan fitur untuk <i>user</i> dan <i>Admin</i>
4	Pembahasan mengenai <i>update user interface Admin</i>
5	Pembahasan mengenai konten <i>our team</i> yang tidak bisa muncul beserta dengan databsnya
6	Pembahasan teknis pengujian, sekaligus perbaikan perogram

### 3.7 Sprint Review

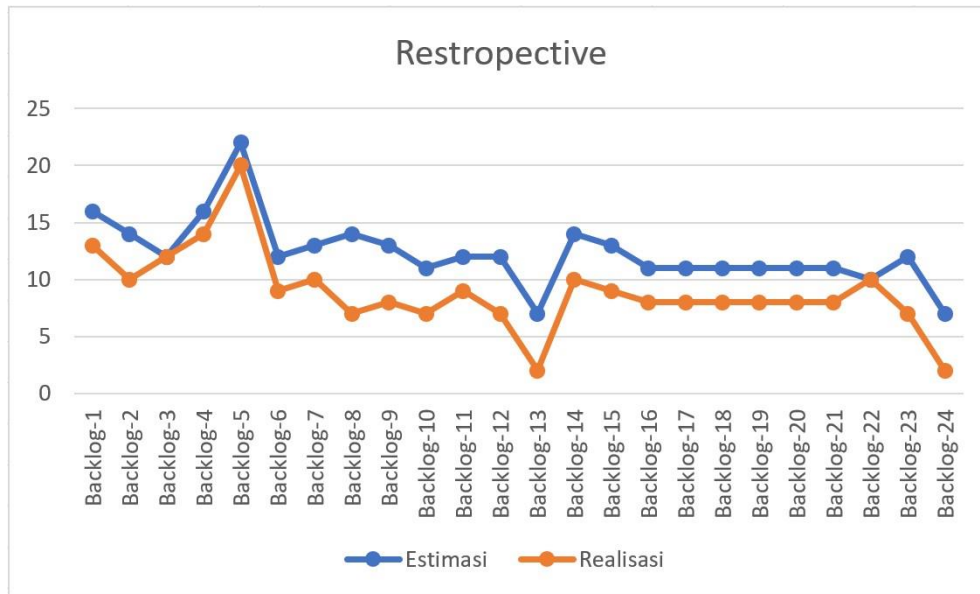
*Sprint review* menghasilkan aktivitas *sprint review meeting* yang mana tahapan ini akan dilakukannya penilaian kesesuaian terhadap perencanaan pada setiap *product backlog* yang sedang berjalan.



**Gambar 5.** Contoh hasil untuk tampilan dashboard Admin.

### 3.8 Sprint Retrospective

Pada tahapan *sprint retrospective* dilakukan dengan menilai bagaimana *sprint* berjalan yang telah berlalu. Dalam *sprint retrospective* menggunakan *burndown chart* untuk memvisualisasikan keadaan dari *sprint* yang telah berjalan sebelumnya.



**Gambar 6.** *Sprint Retrospective.*

Dengan memperhatikan penjelasan sebelumnya, total jam kerja dicantumkan pada gambar 4 yang mana estimasi pekerjaan dalam membuat website company profile adalah 296 jam atau setara dengan 37 hari kerja dengan total 8jam per satu hari kerja, sedangkan untuk total pengerjaan secara realisasi sekitar 214 jam atau setara dengan 27 hari kerja dengan total 8jam per satu hari kerja. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara waktu estimasi kerja dengan realisasi kerja. Salah satu contoh perbedaan estimasi waktu yang terjadi dimulai pada backlog 1 mengenai waktu yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem dimana waktu yang diestimasikan berkisar 16 jam dan realisasinya selesai dengan waktu berkisar 13 jam dengan waktu pengerjaan selama 3 hari kerja. Hal ini bisa terjadi dikarenakan pengestimasian waktu yang sengaja dibuat lebih lama berkisar 1 sampai 2 jam sesuai arahan dari pihak PT. Cassava Infra Media. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai ekspektasi, baik dari sisi fungsionalitas maupun tampilan. Fitur utama berfungsi normal berdasarkan hasil *black-box testing* dan *user acceptance test (UAT)*.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah website company profile yang dapat memberikan informasi kepada seluruh pengguna website Cassava Infra Media dengan jelas. Website company profile PT. Cassava Infra Media dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework CodeIgniter4 dan MySQL sebagai Database Management System (DBMS). Hasil perancangan website company profile ini bisa memberikan informasi yang responsive dan menarik serta didukung oleh administrator yang memiliki hak akses untuk melakukan update konten secara berkala sesuai dengan yang ditargetkan oleh perusahaan. Manfaat dari adanya website company profile ini diharapkan akan memberikan kemudahan dalam mengakses informasi yang dibutuhkan serta kelancaran dalam menyampaikan informasi terbaru, akurat dan cepat. Berdasarkan hasil kerja praktek yang telah dilakukan didapat hasil berupa website company profile PT. Cassaa Infra Media, masih terdapat banyak hal yang perlu

dikembangkan diantaranya sistem dapat menunjukkan seberapa banyak pengunjung yang telah mengunjungi website perharinya dilengkapi dengan grafiknya. Sistem dapat menyortir data portfolio dan blog berdasarkan bulan atau tahun upload.

### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. Cassava Infra Media atas dukungan, kerja sama, dan kontribusi yang telah diberikan. Bantuan serta kepercayaan yang diberikan selama penelitian ini sangat berarti bagi kami dan menjadi motivasi untuk terus berkembang dan memberikan hasil terbaik.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Izzah and others, “Pengembangan Web Company Profile Terintegrasi Dengan API Whatsapp (Studi Kasus: Agen Sembako Al-Barokah),” *Infotech J.*, vol. 7, no. 1, 2021, [Online]. Available: <https://api.whatsapp.com/send?ph>
- [2] D. Kurniadi, R. Setiawan, and G. P. Ginanjar, “Pengembangan Sistem Informasi Monitoring Dan Pelaporan Kinerja Karyawan Perusahaan Menggunakan Balanced Scorecard Dan Scrum,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 10, no. 1, 2023.
- [3] M. D. Gandadi, “Profile Cassava Infra Media,” Jul. 2023. [Online]. Available: <https://cassavainfra.com/berita/profil/profil-cassava-infra-media>
- [4] Y. Trimarsiah and M. Arafat, “Analisis dan Perancangan Website sebagai Sarana
- [5] R. Endra, Y. Aprilinda, Y. yanu dharmawan, and W. Ramadhan, “Analisis Perbandingan Bahasa Pemrograman PHP Laravel dengan PHP Native pada Pengembangan Website,” *Expert J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 11, p. 48, Jun. 2021, doi: 10.36448/expert.v11i1.2012.
- [6] I. Zulfa and R. Wanda, “Klik: kajian ilmiah informatika dan komputer rancangan sistem informasi akademik berbasis website menggunakan php dan mysql,” *Klik Kaji. Ilm. Inform. Dan Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 393–399, 2023, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik/article/view/617>
- [7] L. Fitria, T. Indriyani, M. R. Akirudin, and R. A. Ramadhan, “Pengembangan Website Company Profile CV . Azinda Jaya dengan Framework Laravel Menggunakan Metode Waterfall,” vol. 4, no. 1, pp. 280–292, 2025, doi: 10.31284/p.semtik.2025-1.7124. Informasi pada Lembaga Bahasa Kewirausahaan dan Komputer AKMI Baturaja,” 2022.
- [8] M. C. Layton and D. Morrow, *Scrum*, 2nd ed. 2015.
- [6] M. Kriswantoro, “Rancang Bangun Sistem Informasi Akademik Pada TKIT,” 2021.
- [9] A. Kridoyono and A. Sudaryanto, “Web Company Profile CV. Priyandra Inarya Cipta,” *J. Sci. Dev.*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [10] M. Seidl, M. Scholz, C. Huemer, and G. Kappel, *Undergraduate Topics in Computer Science*. 2015. [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/7592>