

# JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

J  
O  
U  
R  
N  
A  
L  
O  
F  
E  
L  
E  
C  
T  
R  
I  
C  
A  
L  
E  
N  
G  
I  
N  
E  
E  
R  
I  
N  
G  
A  
N  
D  
I  
N  
F  
O  
R  
M  
A  
T  
I  
O  
N  
T  
E  
C  
H  
N  
O  
L  
O  
G  
Y

**Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik *Hybrid Solar Cell* dan *Wind Turbin* Skala Mikro Menggunakan HOMER (Studi Kasus: Pauah Kamba Kabupaten Padang Pariaman)**

Sepannur Bandri, Rafika Andari , Hazi Raitu Kuqzi

**Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Aplikasi Desktop untuk Daerah Pedesaan**  
Dwicky Darmawan, Silmi Ath Thahirah Al Azhima, Nurul Fahmi Arief Hakim

**Perancangan Sistem Keamanan Ruang Server Akses *Doorlock* Dengan Teknologi *RFID* Berbasis *IoT* Pada Ruang Server FISIP UNJANI**

Ade Sena Permana, Jumagar Arthady Sormin , Ni Ketut H.D

**Implementasi Sistem Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Queue Tree* pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP *Lite Series* di PT Cilsy Fiolution Indonesia**

Hajiar Yuliana, Muhammad Fakhri Abdillah

**Implementasi Algoritma *Gaussian Naive Bayes Classifier* Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler**

Dede Irawan Saputra, Dadang Lukman Hakim

**Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande**

Giri Angga Setia, Hadi Umar Setiawan, Fauzia Haz, Een Taryana

**Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel**

Gali Triyani, Fardgan Arkan, M Yonggi Puriza, Wlelly Yandi, Yandi Anzari, Habib Satria, Hanalde Andre



**Vol. 20, No. 2, Desember 2022**

**E-ISSN : 2745-5688 P-ISSN : 1693-4989**

EPSILON : *Journal of Electrical Engineering and Information Technology* adalah jurnal penelitian dan pengkajian aplikasi teknologi dalam bidang teknik elektro dan teknologi informasi yang dikelola oleh Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani. Redaksi menerima tulisan para peneliti di lingkup perguruan tinggi dan lembaga penelitian. Tulisan bisa dalam Bahasa Inggris atau dalam Bahasa Indonesia. Makalah lengkap dikirim dalam bentuk *softcopy* ke alamat redaksi. Makalah akan dimuat apabila mengikuti panduan yang ditetapkan serta setelah mengalami penyuntingan dan penilaian dari redaksi ahli. Penilaian dari redaksi ahli dilaksanakan secara anonim.

## **PENGELOLA JURNAL**

### **Penanggung Jawab**

Dekan Fakultas Teknik Unjani

### **Pimpinan Umum**

Ketua Program Studi Teknik Elektro Unjani

### **Pimpinan Redaksi**

Atik Charisma, S.T., M.T. (Scopus ID : 57188567470) Universitas Jenderal Achmad Yani

### **Tim Redaksi :**

1. Fauzia Haz, S.T., M.T. (Scopus ID : 57215826492) Universitas Jenderal Achmad Yani
2. Dede Furqon Nurjaman, S.T., M.T. (Scopus ID : 57215826304) Universitas Jenderal Achmad Yani
3. Nivika Tiffany Somantri, S.T., M.T. (Scopus ID : 7205030775) Universitas Jenderal Achmad Yani
4. Irvan Budiawan, S.T., M.T. (Scopus ID : 57205060472 ) Universitas Jenderal Achmad Yani
5. Salita Ulitia Prini, S.Kom., M.T. (Scopus ID : 57208581701) Unit Pusat Riset Elektronika & Telekomunikasi – BRIN
6. Griffani Megiyanto Rahmatullah, S.ST., M.T. (Scopus ID : 57215431443 ) National Taiwan University of Science and Technology
7. Adnan Raffi Al Tahtawi, S.Pd., M.T. (Scopus ID : 57188575833) Politeknik Negeri Bandung

Epsilon diterbitkan dua (2) kali dalam satu tahun  
Alamat Redaksi dan Tata Usaha:  
Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani  
Jl. Terusan Jenderal Sudirman PO Box 148 Cimahi 40533  
Telp./Fax. 022 – 6642063  
Website : [www.unjani.ac.id](http://www.unjani.ac.id)  
e-mail : [jurnal\\_epsilon@unjani.ac.id](mailto:jurnal_epsilon@unjani.ac.id)

---

**MITRA BESTARI**

- Reviewers : 1. Dr. Asep Najmurokhman, S.T., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 55919091000)
2. Handoko Rusian Iskandar, S.T., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 57194219446)\*
3. Giri Angga Setia S.T., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 57215919610)\*
4. Dede Irawan Saputa, S.Pd., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 57215833890)\*
5. M. Reza Hidayat, S.T., M.T. Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 57188573208)\*
6. Hajiar Yuliana, S.T., M.T. Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 57194007789)\*
7. Naftalin Winanti, S.T., M.T. Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 57200994613)\*
8. Yurika, S.T., M.T. (Politeknik TEDC Bandug, SINTA ID : 6109670)
9. Antrisha Daneraici Setiawan, S.T., M.T. (University of Electro-Communications, Scopus ID : 57188573899)
10. Hanny Madiawati, S.ST., M.T. (Politeknik Negeri Bandung, Scopus ID : 57193823758 )\*
11. Barokatun Hasanah S.T., M.T. (Institut Teknologi Kalimantan, Scopus ID : 57188567669)
12. Imil Hamda Imran, M.Sc, P.hD ( King Fahd University of Petroleum and Minerals, Scopus ID : 57199736015)
13. Nurul Fahmi Arief, S.T., M.T. (Universitas Pendidikan Indonesia, SINTA ID : 6725597 )\*
14. Anugrah Adiwilaga S.ST., M.T (Universitas Pendidikan Indonesia, Scopus ID : 57194714935)
15. Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T. (Universitas Diponegoro, SINTA ID : 6720123)
16. Christiono, S.T., M.T. (Institut Teknologi PLN, Scopus ID : 6679673 )
17. Andi Junaidi, S.T., M.T. (Institut Teknologi PLN, Scopus ID : 57200986174)
18. Imam Taufiqurrohman, S.Pd., M.T. (Universitas Siliwangi, Scopus ID : 53980722100 )\*
19. Agus Ramelan, S.Pd., M.T. (Universitas Negeri Solo, Scopus ID : 57203956839 )
20. Steven Humena, S.T., M.T. (Universitas Ichsan Gorontalo, Scopus ID : 57192240068)\*
21. Ayu Latifah, S.T., M.T. (Institut Teknologi Garut, Scopus ID : 57203959221)\*
22. Fachrur Razy Rahman, S.T.,M.T. (Politeknik Industri Logam Morowali, Scopus ID : 57280529800)
23. Martin, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Bandung, Scopus ID : 7202782870)
24. Dinda Ayu Permatasari, S.S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang, Scopus ID : 57209274119)
-

## **DAFTAR ISI**

- Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik *Hybrid Solar Cell* dan *Wind Turbin* Skala Mikro Menggunakan HOMER (Studi Kasus: Pauah Kamba Kabupaten Padang Pariaman)**  
Sepannur Bandri, Rafika Andari , Hazi Raitu Kuqzi 80 - 88
- Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Aplikasi Desktop untuk Daerah Pedesaan**  
Dwicky Darmawan, Silmi Ath Thahirah Al Azhima, Nurul Fahmi Arief Hakim 89 - 99
- Perancangan Sistem Keamanan Ruang Server Akses *Doorlock* Dengan Teknologi *RFID* Berbasis *IoT* Pada Ruang Server FISIP UNJANI**  
Ade Sena Permana, Jumagar Arthady Sormin , Ni Ketut H.D 100 - 110
- Implementasi Sistem Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Queue Tree* pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP *Lite Series* di PT Cilsy Fiolution Indonesia**  
Hajjar Yuliana, Muhammad Fakhri Abdillah 111 - 121
- Implementasi Algoritma *Gaussian Naive Bayes Classifier* Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler**  
Dede Irawan Saputra, Dadang Lukman Hakim 122 - 138
- Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande**  
Giri Angga Setia, Hadi Umar Setiawan, Fauzia Haz, Een Taryana 139 – 149
- Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel**  
Gali Triyani, Fardgan Arkan, M Yonggi Puriza, Welly Yandi, Yandi Anzari, Habib Satria, Hanalde Andre 150 – 161
-

### **DARI REDAKSI**

Puji syukur kami sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kelimpahan rahmat-Nya sehingga kami bisa menerbitkan Jurnal *EPSILON : Journal of Electrical Engineering and Information Technology* Vol. 20 No.2 Desember 2022. Pada edisi ini menerbitkan tujuh (7) artikel di bidang Teknik Elektro. Artikel tersebut yakni : (1) Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik *Hybrid Solar Cell* dan *Wind Turbin* Skala Mikro Menggunakan HOMER (Studi Kasus: Pauah Kamba Kabupaten Padang Pariaman), (2) Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Aplikasi Desktop untuk Daerah Pedesaan, (3) Perancangan Sistem Keamanan Ruang Server Akses *Doorlock* Dengan Teknologi *RFID* Berbasis *IoT* Pada Ruang Server FISIP UNJANI, (4) Implementasi Sistem Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Queue Tree* pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP *Lite Series* di PT Cilsy Fiolution Indonesia, (5) Implementasi Algoritma *Gaussian Naive Bayes Classifier* Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler, (6) Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande, (7) Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel.

Tim redaksi mengucapkan terimakasih kepada peneliti-peneliti yang berkenan mempublikasikan hasil penelitiannya di Jurnal *EPSILON : Journal of Electrical Engineering and Information Technology* Vol. 20 No. 2 Desember 2022. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada mitra bestari yang terlibat dalam proses *review* artikel-artikel pada edisi ini. Terimakasih kami ucapkan kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani yang telah mendukung penerbitan artikel-artikel. Besar harapan kami kepada para peneliti, perekayasa dan para fungsional lainnya untuk mempublikasikan hasil penelitiannya pada jurnal kami demi pengembangan ilmu pengetahuan teknologi khususnya di bidang teknik elektro. Kami menerima kritik dan saran untuk kemajuan jurnal *EPSILON*.

Cimahi, Desember 2022

Dewan Redaksi

---

# **Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Hybrid Solar Cell dan Wind Turbin Skala Mikro Menggunakan HOMER**

## **(Studi Kasus: Pauah Kamba Kabupaten Padang Pariaman)**

Sepannur Bandri <sup>1\*)</sup>, Rafika Andari <sup>2)</sup>, Hazi Raitu Kuqzi <sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Elektro Sarjana, Fakultas Teknik  
Institut Teknologi Padang

<sup>\*)</sup>Korespondensi : [sepannurb@yahoo.com](mailto:sepannurb@yahoo.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa total penghematan tagihan biaya listrik dari PLN yang terbilang mahal. Penelitian ini dilakukan di desa Pauah Kamba kabupaten padang pariaman. Dalam perencanaan ini digunakan software *HOMER* untuk mendesain sistem pembangkit listrik tenaga hybrid yang berasal dari surya dan angin. Hasil penelitian menghasilkan sistem PLTH yang optimal dengan kontribusi panel surya yang menghasilkan energi sebesar 4.296 kWh pertahun (66,9%) dan Turbin angin berkontribusi menghasilkan energi sebesar 1.311 kWh pertahun (20,4%). Nilai *Net Present Cost* (NPC) terendah sebesar Rp 50.700.680. Nilai *Cost of Energy* (COE) terendah sebesar Rp. 379,20 per kWh. Pendapatan per tahun sebesar Rp. 8.678.488 serta *Payback Period* selama 32 tahun.

**Kata kunci** : *Hybrid, HOMER, NPC, COE, Payback Period*

### **Abstract**

*The research was to analyze the total electricity bill from PLN which is quite expensive. This research was conducted in Pauah Kamba village, Padang Pariaman district. In this plan, the HOMER software is used to design a hybrid power generation system from solar and wind. The results of the research on the optimal PLTH system with the contribution of solar panels that produce energy of 4,296 kWh per year (66.9%) and wind turbines contribute to produce energy of 1,311 kWh per year (20.4%). The lowest Net Present Cost (NPC) is IDR 50,700,680. The lowest Cost of Energy (COE) value is Rp. 379.20 per kWh. Income per year is Rp. 8,678,488 and Payback Period for 32 years.*

**Keywords** : *Hybrid, HOMER, NPC, COE, Payback Period*

## **I. PENDAHULUAN**

---

### Info Makalah:

Dikirim : 06-14-2022;  
Revisi 1 : 08-07-2022;  
Diterima : 08-08-2022.

### Penulis Korespondensi:

Telp : +62-81268-045469  
e-mail : [sepannurb@yahoo.com](mailto:sepannurb@yahoo.com)

---

Kebutuhan energi didunia pada umumnya dan diindonesia khususnya terus meningkat karena pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi sehingga konsumsi energi itu sendiri juga meningkat[1]. Hal ini menyebabkan, ketersediaan sumber yang tak terbarukan berupa energi fosil yang semakin berkurang [2]. Energi listrik ini sendiri merupakan salah satu sumber yang paling banyak digunakan dalam keseluruhan kegiatan manusia, contohnya seperti peralatan elektronik yang ada dirumah tangga [3]. Salah satu solusi pemanfaatan energi baru dan yang terbarukan adalah energi surya dan angin [4]. Energi angin adalah energi yang relatif bersih dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>).

Salah satu lokasi desa di Pauah Kamba kabupaten padang pariaman yang bertempat di Rimbo Dulang - Dulang, disana akan dibangun sebuah pembangkit listrik tenaga hybrid energi surya dan energi angin[5]. Maka salah satu sumber energi yang bisa di manfaatkan sebagai energi alternatif yang

terbarukan yaitu menggunakan fasilitas pembangkit listrik tenaga *hybrid* dengan menggunakan kecepatan angin dan sumber cahaya matahari. Ini menjadi solusi yang sangat mudah diterapkan karena sumber energi yang terbarukan sangat melimpah sehingga penduduk disana dapat memanfaatkan energi alternative untuk kebutuhan sehari – hari.

Dengan pengertian *hybrid* sendiri adalah penggunaan dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. PLTH merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang memadukan beberapa jenis pembangkit listrik seperti tenaga angin dan tenaga matahari. Tujuan pembangkit listrik tenaga *hybrid* atau PLTH ini adalah menyatukan keunggulan dan kekurangan dari masing – masing pembangkit sehingga sistem dapat beroperasi dengan ekonomis dan efisien serta fungsi dari PLTH ini apabila ketika angin berhembus pelan dan matahari lagi terik, maka pembangkit listrik akan digerakkan oleh panel surya dan sebaliknya ketika langit mendung dan matahari tidak nampak pada siang hari, maka pembangkit listrik akan digerakkan oleh turbin angin [6]. Secara prinsip kerja panel surya menyerap cahaya energi matahari dan menampung energi yang dihasilkan kedalam sebuah baterai serta prinsip kerja *wind* turbin menggunakan prinsip konversi sumber energi alam yang terbarukan yaitu angin.

Pada penelitian ini akan menggunakan sebuah aplikasi yaitu *HOMER* untuk melakukan Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH) di desa Pauah Kamba Kabupaten Padang Pariaman yang bertempat di Rimbo Dulang - Dulang menggunakan *software HOMER. Hybrid Optimization Model for Electric Renewables* (HOMER) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain sebuah sistem energi listrik dengan menggunakan sumber daya yang terbarukan. Dengan *software* ini bisa dapat memperoleh spesifikasi optimal dari sumber energi yang akan digunakan. *HOMER* sendiri memperbolehkan pemodelan untuk membandingkan berbagai macam bentuk pola atau desain sistem secara teknis untuk menganalisis kondisi dan kendala dari sistem hybrid tersebut [7].

Dengan adanya pembangunan pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini dapat dimanfaatkan oleh rumah tangga serta seberapa optimalnya pembangkit ini untuk pemanfaatan rumah tangga didesa Rimbo Dulang - Dulang yang dapat memenuhi kebutuhan sehari - hari, sekaligus ini juga bisa menghemat biaya dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada disekitar.

#### *A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya*

Solar panel adalah pembangkit listrik yang dapat berubah energi matahari menjadi aliran listrik. Energi berbasis sinar matahari adalah sumber energi yang paling menggembirakan dengan pemikiran tentang sifatnya yang tak henti-hentinya dan jumlah sebenarnya yang sangat banyak. Matahari merupakan sumber energi yang diandalkan memiliki pilihan untuk mengatasi persoalan kebutuhan energi masa depan setelah berbagai sumber energi reguler berkurang dan tidak berbahaya bagi ekosistem. Sel bertenaga matahari adalah generator yang tidak hanya terdiri dari kerangka kerja perubahan dari foton siang hari menjadi aliran listrik atau biasanya disebut sebagai modul fotovoltaik (PV)[8].

Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Bayu) atau PLTB adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi angin untuk menggerakkan turbin yang mana tenaga angin akan diubah menjadi energi listrik. Aset reguler ini adalah pilihan terbaik untuk sumber energi listrik yang tidak habis-habisnya, seperti batu bara dan fosil.

#### *B. Pembangkit Listrik Tenaga Angin*

Tenaga angin merupakan pengumpulan energi yang berguna dari angin. Kebanyakan tenaga angin modern dihasilkan dalam bentuk listrik dengan mengubah rotasi dari pisau turbin dengan menggunakan generator listrik. Pada kincir angin, energi angin digunakan untuk memutar peralatan mekanik untuk melakukan kerja fisik seperti menggiling gandum atau memompa air. Tenaga angin digunakan dalam ladang angin skala besar untuk penghasilan listrik nasional dan juga dalam turbin individu kecil untuk menyediakan listrik di lokasi yang terisolir. Tenaga angin banyak jumlahnya, tidak terbatas, tersebar luas, bersih, dan mengurangi efek rumah kaca

*Wind* turbin adalah suatu tenaga listrik yang ramah lingkungan yang akan mengubah energi dinamik menjadi energi mekanik sebagai revolusi dan melalui generator listrik pada porosnya akan terjadi energi

listrik. Hasil energi angin berupa tegangan DC yang nilainya berubah sesuai dengan besarnya tegangan baterai yang dimasukkan. Dengan demikian, energi angin ini menggabungkan kontrol untuk baterai, yang mengubah tegangan AC dari hasil generator turbin menjadi tegangan DC yang sesuai dengan tegangan pengisian baterai[1].



Gambar 1 Turbin Angin

Daya yang dihasilkan oleh PLTB dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3 \quad (1)$$

Dimana:

P= daya yang dihasilkan turbin angin (Watt)

A= luas penampang turbin (m<sup>2</sup>)

$\rho$  = massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

V= kecepatan angina (m/s)

### C. Software HOMER

Perangkat lunak HOMER ini dikembangkan oleh *The National Renewable Energy Laboratory* (NREL), USA yang bekerja sama dengan *Mistaya Engineering*, dimana hak ciptanya dilindungi oleh *Midwest Research Intitute* (MRI) dan digunakan oleh Departemen Energi Amerika Serikat (DOE). HOMER digunakan untuk mendesain sistem pembangkit listrik hibrida dengan menggabungkan energi konvensional dan energi terbarukan.

*Software* HOMER mempermudah evaluasi desain sistem pembangkit listrik untuk berbagai jenis pembangkit listrik skala kecil baik yang tersambung ke jaringan listrik (*On Grid*) ataupun tidak (*Off Grid*). Perangkat lunak ini melakukan perhitungan keseimbangan energi untuk setiap konfigurasi sistem yang akan dipertimbangkan. Kemudian menentukan konfigurasi yang layak, apakah dapat memenuhi kebutuhan listrik dibawah kondisi yang ditentukan, perkiraan biaya modal, penggantian, operasi dan pemeliharaan, bahan bakar dan bunga.

*Cost of Energy* atau bisa disingkat dengan COE digunakan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan software homer per kWh. Biaya yang dikeluarkan dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$COE = \frac{\text{Total AC}}{E_{\text{tot.produksi}}} \quad (2)$$

Keterangan:

COE = Biaya yang dikeluarkan dari sistem per kWh (Rp)

Total AC = Biaya tahunan sistem (Rp)

$E_{\text{tot.produksi}}$  = Total produksi energi (Rp)

*Payback Period* adalah metode yang digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan biaya modal yang dikeluarkan dalam membangun sebuah proyek. Nilai dari *payback period* dapat diketahui dari persamaan dibawah ini.

$$\text{Pendapatan per tahun} = \text{total produksi energi} \times \text{harga jual listrik} \quad (3)$$

Keterangan:

Pendapatan per tahun = pemasukan yang diperoleh per tahun (Rp)

Total produksi energi = energi listrik yang diproduksi pembangkit (Rp)

Harga jual = Biaya yang dikeluarkan per kWh (Rp)

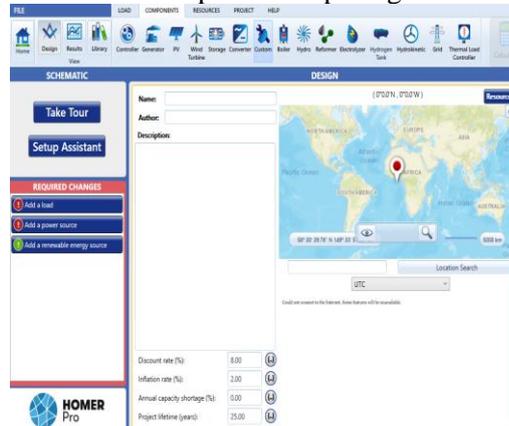
$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Biaya investasi}}{\text{Pendapatan per tahun}} \quad (4)$$

Keterangan:

*Payback Period* = Waktu pengembalian modal (tahun)

*Biaya Investasi* = Modal yang dikeluarkan (tahun)

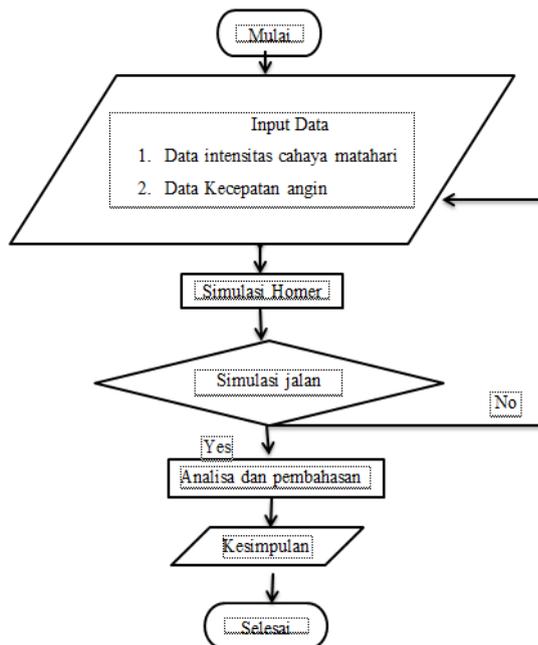
Tampilan halaman awal software HOMER dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2 Software HOMER

## II. METODE

Pada penelitian ini penulis mengambil data kecepatan angin, data intensitas cahaya matahari dan data komponen.



Gambar 3 Flowchart penelitian.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Software Homer mempunyai fitur mencari dan menentukan lokasi proyek agar dari data tersebut software Homer dapat mendownload sumber yang diperlukan melalui *National Aeronautics and Space Administration (NASA) Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER)*.



Gambar 4 Lokasi

Radiasi matahari global tahunan dapat dihitung sebagai berikut:

$$E_{\text{globe}} = 4,8 \text{ kWh/m}^2 \times 365 \text{ hari} \quad (5)$$

$$E_{\text{globe}} = 1752 \text{ kWh/m}^2\text{year} \quad (6)$$

$$E_{\text{el}} = 2053,67 \text{ kWh/tahun (dari tabel pemakaian data rumah tangga)} \quad (7)$$

$$P_{\text{peak}} = \frac{E_{\text{el}} \times I_{\text{STC}}}{E_{\text{globe}} \times Q} \quad (8)$$

$$P_{\text{peak}} = \frac{2053,67 \times 1}{1752 \times 0,4} \quad (9)$$

$$P_{\text{peak}} = 2932 \text{ Wattpeak} = 3\text{kWP} \quad (10)$$

Sebagaimana pun hasil dari perhitungan diatas dapat ditentukan jumlah panel yang dibutuhkan yaitu:

$$\text{Jumlah panel} = \frac{P_{\text{wattpeak}}}{P_{\text{mpp}}} \quad (11)$$

$$\text{Jumlah panel} = \frac{3000 \text{ wattpeak}}{100\text{wp}} \quad (12)$$

$$\text{Jumlah panel} = 30 \text{ panel surya} \quad (13)$$

#### A. Baterai

$$C_B = \frac{L \times T_A}{\text{DOD} \times \text{DT} \times \eta_e \times \eta_w \times \eta_B} \quad (14)$$

$$C_B = \frac{5,63 \times 2}{0,5 \times 0,99 \times 0,9 \times 0,99 \times 0,99} \quad (15)$$

$$C_B = \frac{11,26}{0,44} \quad (16)$$

$$C_B = 25,59 \text{ kWh} = 25.590 \text{ Wh (dibulatkan 26.000Wh)} \quad (17)$$

$$I = \frac{P}{V} \quad (18)$$

$$I = \frac{26.000}{12}$$

$$I = 2166,66 \text{ Ah}$$

Hasil perhitungan diatas maka dapat ditentukan jumlah baterai yang dipakai sebagai berikut:

Baterai yang akan digunakan 12V 100Ah

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Baterai yang digunakan}} \quad (19)$$

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{2.1666}{100} = 21,66 \text{ (22 baterai)}$$

#### B. Turbin Angin

Data turbin angin:

$$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$A = 8,04 \text{ m}^2$$

$$V^3 = 2,54 \text{ m/s}$$

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3$$

$$P = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 8,04 \times 2,54^3$$

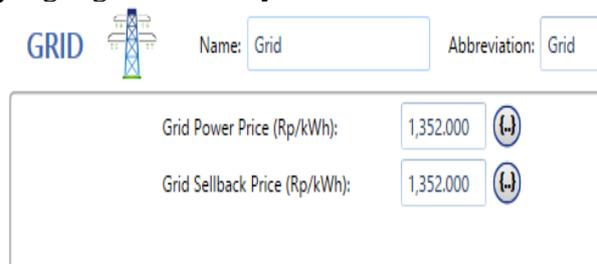
$$P = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 8,04 \times 16,39$$

$$P = \frac{1}{2} \times 161,42$$

$P = 80,71 \text{ Watt}$

a. *Input Parameter Grid*

Grid yaitu jaringan energi listrik yang berasal dari PLN. Harga jual listrik Rp.1352.00/kWh untuk tegangan menengah yang digunakan masyarakat non subsidi.



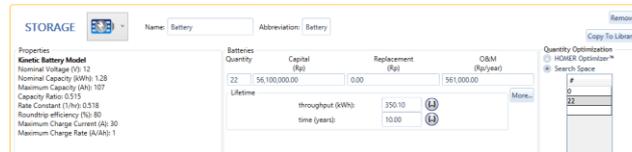
Gambar 5 *Input parameter grid*

b. *Input Panel Surya*



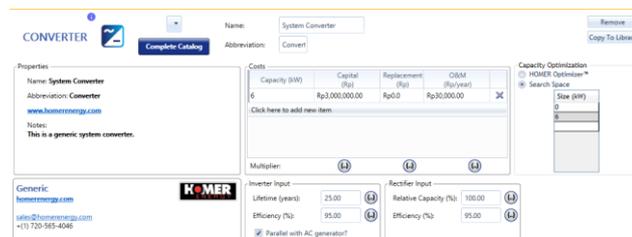
Gambar 6 *Input parameter panel surya*

c. *Input Parameter Baterai*



Gambar 7 *Input parameter baterai*

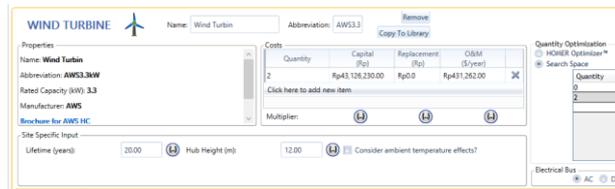
d. *Input Parameter Inverter*



Gambar 8 *Input parameter inverter*

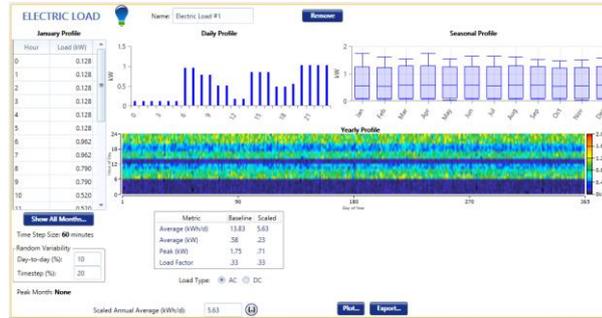
**Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Hybrid Solar Cell dan Wind Turbin Skala Mikro Menggunakan Homer**  
 (Sepannur Bandri, Rafika Andari, Hazi Raitu Kuqzi : Halaman 80 - 88)

e. *Input Parameter Turbin Angin*



Gambar 9 Input parameter turbin angin

f. *Input Parameter Beban*



Gambar 10. Input parameter beban

C. *Aspek Ekonomi*

COE dihitung untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per kWh dari sistem. COE yang dihasilkan dari software homer sebesar Rp. 391,43/kWh. Untuk menghitung nilai COE dapat menggunakan rumus dibawah ini sebagai berikut.

$$COE = \frac{\text{Total AC}}{E_{\text{tot.produksi}}}$$

$$COE = \frac{2.434.130,17}{6.419}$$

$$COE = \text{Rp. } 379,20$$

Berdasarkan perhitungan COE diatas dapat diketahui biaya yang dikeluarkan sistem sebesar Rp. 379,20/kWh. Hasil perhitungan terjadi perbedaan biaya sebesar Rp. 12,23.

Tabel 1 Analisa perbandingan listrik hibrid

Variabel	Pembangkit Listrik (Surya – Angin)	PLN
<b>Modal</b>	Rp. 276.513.853	-
<b>Produksi</b>	PV : 4.296kWh/tahun (66,9%)	Grid PLN : 2.055 kWh/tahun (100%)
	Wind Turbin : 1.311kWh/tahun (20.4%)	
	Grid PLN : 812 (12,6%)	
<b>Konsumsi</b>	6.419 kWh/tahun	
<b>Jam Operasi</b>	8040 Jam/Tahun	8040 Jam/Tahun
<b>Lama Operasi</b>	11,14 Bulan	11,14 Bulan
<b>Biaya Produksi Listrik</b>	Rp. 391,43/kWh	Rp. 1.352/kWh

Sebelum menghitung nilai payback period, pertama menghitung jumlah pendapatan pertahun dari sistem. Jumlah pendapatan pertahun dapat diketahui dengan cara dikalikan jumlah produksi energi yang dihasilkan dengan harga jual listrik.

$$\text{Pendapatan per tahun} = \text{total produksi energi} \times \text{harga jual listrik}$$

$$\text{Pendapatan per tahun} = 6.419 \times 1.352$$

$$\text{Pendapatan per tahun} = 8.678.488$$

Kemudian, setelah mengetahui pendapatan per tahun, baru dapat menghitung nilai payback period. Untuk menghitung nilai payback period dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Biaya investasi}}{\text{Pendapatan per tahun}}$$

$$\text{Payback Period} = \frac{276.513.853}{8.678.488}$$

Payback Period = 31,86 dibulatkan 32 tahun

Dari hasil analisa diperoleh bahwa lama pengembalian modal investasi awal PLTH surya dan angin yaitu 32 tahun tahun.

D. Data Hasil pengukuran arus, tegangan dan daya listrik sistem PLTS *Off Grid*

Tabel berikut ini merupakan hasil pengukuran sistem PLTS off grid yang dilakukan pada siang hari. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Data hasil pengukuran arus, tegangan dan daya PLTS (*off grid*)

No	Jam	Intensitas Cahaya (lux)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Kesimpulan
1	9:00	185051	14,71	2,133	31,37643	cerah
2	9:30	196700	14,75	1,862	27,4645	cerah
3	10:00	234900	14,31	3,142	44,96202	cerah
4	10:30	244500	14,71	3,381	49,73451	cerah
5	11:00	258750	14,77	3,521	52,00517	cerah
6	11:30	194600	14,76	3,383	49,93308	cerah
7	12:00	266000	14,39	3,76	54,1064	cerah
8	12:30	195020	14,51	3,649	52,94699	cerah
9	13:00	291430	14,23	3,831	54,51513	cerah
10	13:30	271100	14,43	3,712	53,56416	cerah
11	14:00	248900	14,44	3,683	53,18252	cerah
12	14:30	294510	14,27	3,827	54,61129	cerah
13	15:00	198643	14,51	3,786	54,93486	cerah
14	15:30	178000	14,46	3,692	53,38632	cerah
15	16:00	100560	14,44	3,411	49,25484	cerah
16	16:30	99120	14,2	3,192	45,3264	cerah
17	17:00	98100	13,41	2,512	33,68592	cerah
Tegangan rata-rata				14,439		
Arus rata-rata				3,322		
Daya rata-rata				47,940		

Tabel 2 diatas menunjukkan data hasil pengukuran jika hanya menggunakan PLTS (*off grid*). Pengukuran dilakukan pada saat kondisi cuaca cerah dimana rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 47.940 Watt.

#### IV. KESIMPULAN

1. Potensi energi listrik keseluruhan yang dibangkitkan PLTH sebagai cadangan energi sebesar 6.419 kWh/tahun. Faktor cuaca menjadi penentu daya yang dihasilkan pembangkit. PLTH (Surya – Angin) dapat memberikan energi terbarukan sebesar 87,4% dari jumlah energi listrik yang didapatkan.
2. Biaya investasi yang digunakan untuk membangun sebuah PLTH (Surya – Angin) sebesar Rp. 276.513.853 dan itu sudah termasuk biaya peralatan selama 25 tahun.
3. Biaya energi produksi listrik yang dikeluarkan untuk per kWh dari pembangkit sebesar Rp. Rp. 379,20/kWh dibandingkan harga listrik dari PLN sebesar Rp.1.352/kWh.
4. Pembangunan PLTH (Surya – Angin) ini tidak layak karena rata – rata kecepatan angin dilokasi 2,50 m/s sehingga perputaran turbin tidak efisien.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Saodah and R. Amalia, “Perancangan Pembangkit Hybrid Angin-Surya Di Desa Parangtritis Yogyakarta,” *J. Tek. Energi*, vol. 3, no. 2, pp. 243–249, 2013.
- [2] T. Suhartanto, “Tenaga Hibrid ( Angin dan Surya ) di Pantai Baru Pandansimo Bantul Yogyakarta,” vol. 3, no. 1, pp. 76–82, 2014.
- [3] A. T. Rendah, “Jurnal Ilmiah Widya Teknik,” vol. 15, pp. 112–126, 2016.
- [4] I. Hanggara, “POTENSI PLTMH ( PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO ) DI KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN,” vol. 2, no. 2, pp. 149–155, 2017.
- [5] A. Soba, V. A. South, and H. S. Kolibu, “Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) di Pulau Bunaken Menggunakan Software HOMER,” *J. MIPA*, vol. 3, no. 2, pp. 7–12, 2019.
- [6] D. Hidayanti, G. Dewangga, P. Yoreniko M.P, I. Sarita, F. G. Sumarno, and W. Purwati W, “RANCANG BANGUN PEMBANGKIT HYBRID TENAGA ANGIN DAN SURYA DENGAN PENGGERAK OTOMATIS PADA PANEL,” vol. 15, no. 3, 2019.
- [7] A. Erliansyah, A. Hiendro, and Purwoharjo, “Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Surya-Genset Pada Kantor Gubernur Kalimantan Barat,” 2018.
- [8] I. K. Bachtiar and M. Syafik, “Rancangan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLTS ) Skala Rumah Tangga menggunakan Software HOMER untuk Masyarakat Kelurahan Pulau Terong Kecamatan Belakang Padang Kota Batam,” *J. Sustain.*, vol. 5, no. 02, 2016.

## **Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Aplikasi *Desktop* untuk Daerah Pedesaan**

Dwicky Darmawan <sup>1)</sup>, Silmi Ath Thahirah Al Azhima<sup>2)</sup>, Nurul Fahmi Arief Hakim<sup>3\*)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Departemen Pendidikan Teknik Elektro  
Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154

\*)Korespondensi : nurulfahmi@upi.edu

### **Abstrak**

Daerah pedesaan memiliki beberapa tantangan yang harus diselesaikan. Ketersediaan koneksi internet di pedesaan juga menjadi salah satu fasilitas yang sampai saat ini belum merata. Sistem administrasi klinik masih bersifat konvensional yang memiliki banyak kelemahan seperti pengolahan data, manajemen waktu, dan membutuhkan ruang penyimpanan dokumen. Sehingga sistem konvensional menurunkan kualitas pelayanan kesehatan klinis di daerah. Oleh karena itu, penelitian ini dibuat dengan metode yang digunakan adalah model *waterfall* yang bertujuan untuk menjawab tantangan dalam pembuatan sistem informasi. Keuntungan menggunakan metode ini adalah mudah digunakan, terarah, terstruktur, dan baik untuk optimasi. Pada penelitian ini sistem informasi yang dibuat berupa aplikasi *desktop* dan dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *python* dan *database* MySQL sebagai tempat penyimpanan data. Sistem ini mampu menyimpan data pribadi dan data riwayat pasien sesuai dengan informasi yang dibutuhkan. Selain itu, sistem informasi klinik ini mampu meminimalkan data yang hilang, pencarian data dapat menggunakan fitur *search* pada aplikasi, data privasi dan riwayat penyakit pasien dapat tersimpan dengan rapi, sistem dapat diakses oleh pengguna meskipun tidak ada sinyal internet, serta dapat mengurangi penggunaan kertas serta mengurangi penggunaan *space* untuk penyimpanan dokumen data pasien.

**Kata kunci** : Informatika, Medis, MySQL, Aplikasi, Penyimpanan, *Python*

### **Abstract**

*Rural areas have several challenges that must be resolved. The availability of internet connections in the rural area is also one of the facilities that until now has not been evenly distributed. The clinical administration system is still conventional which has many weaknesses such as data processing, time management, and requires document storage space. The conventional system reduces the quality of clinical health services in the area. This research was made with the method of the waterfall model which aims to solve the challenges in making information systems. The advantage of using this method is that it is easy to be used, directed, structured, and good for optimization. In this research, the information system created is in the form of a desktop application and is made using the Python programming language and MySQL database as a data storage area. This system is able to store personal data and patient history data according to the required information. In addition, this clinical information system is able to process data quickly and accurately, minimize lost data, search for the required data quickly, make patient data reports quickly and neatly, the system can be accessed by users even though there is no internet signal, and can reduce use of paper and reduce the use of space for patient data document storage.*

**Keywords** : *Informatics, Medical, MySQL, Application, Storage, Python*

## **I. PENDAHULUAN**

---

### Info Makalah:

Dikirim : 11-05-2022;  
Revisi 1 : 12-01-2022;  
Diterima : 12-18-2022.

### Penulis Korespondensi:

Telp : +62-XXX-XXX  
e-mail : [nurulfahmi@upi.edu](mailto:nurulfahmi@upi.edu)

---

Daerah pedesaan memiliki beberapa tantangan yang harus diselesaikan. Skala ekonomi yang rendah, infrastruktur, dan fasilitas kesehatan yang tidak memadai menjadi masalah di pedesaan [1]. Salah satu penyebabnya adalah karena distribusi pembangunan infrastruktur dan fasilitas dari perkotaan ke pedesaan sulit dijangkau [2]. Ketersediaan koneksi internet di pedesaan sampai saat ini belum

merata hingga ke pelosok daerah. Berdasarkan data KOMINFO dan APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia) bahwa lebih dari 7.000 desa yang tersebar di seluruh Indonesia masih belum memiliki akses internet, terutama di daerah pedesaan [2]-[4].

Koneksi internet yang terbatas di daerah pedesaan mengakibatkan sistem administrasi pelayanan kesehatan dilakukan secara konvensional. Sehingga diperlukan suatu sistem informasi pelayanan kesehatan yang mampu meningkatkan kualitas pelayanan di fasilitas kesehatan masyarakat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan terselenggaranya proses rekam medis sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan [5]. Klinik merupakan salah satu tempat pelayanan kesehatan dengan sistem rekam medis yang masih menggunakan pengolahan data secara tertulis. Proses ini akan berdampak pada kegiatan lain, seperti waktu input data yang lebih lama, data rawan hilang, pengambilan data sulit dilakukan dengan cepat, penambahan kapasitas yang dibutuhkan untuk penyimpanan dokumen, dan terjadinya antrian pasien. Teknologi informasi dapat diterapkan pada layanan kesehatan. Sistem pelayanan yang ada saat ini dapat digantikan dengan sistem informasi berbasis aplikasi *desktop*. Selain lebih cepat dan mudah, pengolahan data juga menjadi lebih akurat, mengurangi ruang penyimpanan dokumen berupa loker dokumen dan data yang disimpan menjadi lebih aman. [6]-[7].

Sistem informasi klinik ini memuat dua data utama yaitu data lengkap pasien berupa nama lengkap, alamat lengkap, tanggal lahir, dan data riwayat pasien berupa diagnosa penyakit, tekanan darah, dan gejala penyakit [8]. Sistem ini juga dikenal sebagai *Electronic Medical Record* (EMR). EMR adalah sistem dimana data pasien dapat diproses secara elektronik. Keunggulan EMR yaitu mampu meningkatkan kualitas pelayanan dengan *database* yang terintegrasi [9]-[13].

Dalam proses perancangan sebuah sistem informasi, perangkat lunak yang digunakan adalah sistem operasi Windows 8.1, *Visual Studio Code*, *Python 3*, *MySQL Database Workbench 8.0*. Basis data adalah sistem yang digunakan untuk membuat, mengakses, mengatur, mencari, menghapus, menyalin, memperbarui, dan menyimpan data. *Visual Studio Code* adalah aplikasi berbasis *open source* yang mendukung banyak bahasa dan ekstensi. Kelebihan *Visual Studio Code* adalah memiliki banyak fitur seperti dapat melacak kesalahan pengkodean dengan cepat, dan memiliki antarmuka yang *user-friendly*. *MySQL* digunakan untuk mengelola *database* dengan jumlah data yang sangat besar. *MySQL* dapat diakses oleh banyak pengguna dan dapat memprosesnya secara bersamaan [14]-[15].

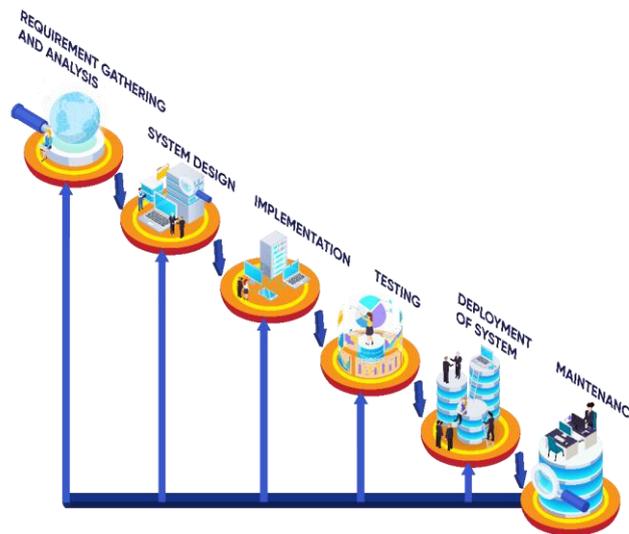
*Python* merupakan bahasa pemrograman yang sangat populer dan banyak digunakan oleh para programmer di dunia. Kelebihan *python* adalah sederhana dan mudah dipelajari, komunitas yang mendukung, digunakan dalam *big data* dan *machine learning*, efisien, perangkat *open-source*, dapat digunakan di semua OS (Windows, macOS, Linux), dan memiliki banyak *library* di dalamnya. Bahasa *python* dalam penelitian ini digunakan untuk membuat GUI *desktop* dengan bantuan *Python*, *tkinter*, dan *library* lainnya [16]-[18].

Penelitian mengenai perancangan sistem informasi klinis ini sebelumnya telah dilakukan, salah satunya adalah pembuatan sistem informasi berbasis web. Namun sulit digunakan pada daerah pedesaan. Kekurangan dalam sistem informasi berbasis web memungkinkan data dapat dicuri, membutuhkan akses internet, kinerja tergantung pada akses internet. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem informasi berbasis aplikasi *desktop*. Sistem informasi klinik berbasis *desktop* ini dapat memudahkan pengguna dalam melakukan pengolahan data pasien mulai dari biodata pribadi dan riwayat penyakit yang dialami tanpa khawatir terjadi penyebaran privasi atau pencurian data.

## **II. METODE**

Metode yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1. Metode *waterfall* merupakan model yang digunakan untuk memecahkan tantangan mengenai pembuatan sistem informasi. Dalam model ini, suatu tahap harus diselesaikan terlebih dahulu baru kemudian dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Keuntungan menggunakan metode ini adalah mudah digunakan, terarah, terstruktur, dan baik untuk optimasi [19]-[20].



Gambar 1 Metode *waterfall*

Tahap pengumpulan dan analisis kebutuhan dilakukan identifikasi masalah yang dihadapi oleh pihak klinik seperti penulisan data, pencarian data, dan pengarsipan data. Kemudian menetapkan tujuan baru, mempersiapkan dan menganalisis segala kebutuhan sistem informasi yang akan dibuat melalui wawancara, studi pustaka, observasi, dan diskusi. Persyaratan sistem informasi dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kebutuhan dan spesifikasi sistem

Kebutuhan	Spesifikasi
Tampilan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki dua tampilan yaitu tampilan <i>login</i> dan tampilan halaman utama</li> <li>• Dimensi tampilan <i>login</i> yaitu 800 x 280</li> <li>• Dimensi tampilan halaman utama yaitu <i>fullscreen</i></li> </ul>
Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem informasi klinik memiliki 19 data yang terintegrasi dengan <i>database MySQL</i></li> <li>• Pada sistem <i>login</i> terdiri dari dua data yaitu <i>username</i> dan <i>password</i>, sedangkan pada halaman utama terdiri dari 17 data yang terbagi menjadi dua kategori yaitu data diri dan data riwayat penyakit pasien.</li> <li>• Data diri terdiri dari <i>patient ID, full name, place of birth, date of birth, gender, address, patient type, no BPJS, and no telepon genggang.</i></li> <li>• Data riwayat penyakit terdiri dari <i>treatment date, poli, sistole, diastole, bodyweight, bodyheight, primary diagnosis, dan anamnesa</i></li> <li>• <i>Username and password</i> dengan tipe data <i>TEXT</i>, jangkauan data sebesar 5, dan <i>case of text</i> berupa <i>lowercase</i>.</li> <li>• <i>Patient id, no bpjs, no telepon</i> menggunakan tipe data <i>int, sistole, diastole, body weight, dan body height</i> dengan tipe data <i>float</i>.</li> <li>• <i>Full name, place of birth, patient type, dan poli</i> dengan tipe data <i>VARCHAR</i> dan jangkauan data sebesar 1000.</li> <li>• <i>Gender</i> dengan tipe data <i>VARCHAR</i> dan jangkauan data sebesar 100.</li> <li>• <i>Date of birth and treatment date</i> dengan tipe data <i>DATE</i> dan format penulisannya adalah <i>tahun-bulan-tanggal</i></li> <li>• <i>Address</i> dengan tipe data <i>MEDIUM TEXT</i> dan jumlah karakter maksimum sebesar 16.777.215</li> <li>• <i>Primary diagnosis and anamnesa</i> dengan tipe data <i>TEXT</i> dan jumlah karakter maksimum sebesar 65.535</li> <li>• Data yang masuk pada sistem dapat disimpan di <i>database MySQL</i></li> </ul>

<b>Kebutuhan</b>	<b>Spesifikasi</b>
Fitur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem informasi klinik memiliki 9 fitur yang tersedia</li> <li>• Fitur terdiri dari <i>login, add, update, delete, clear, show all, export CSV, search</i>, dan <i>logout</i>.</li> <li>• Fitur <i>login</i> berfungsi untuk masuk ke dalam halaman utama sistem</li> <li>• Fitur <i>add</i> berfungsi untuk menambahkan data baru</li> <li>• Fitur <i>update</i> berfungsi untuk memperbaharui data yang tersedia</li> <li>• Fitur <i>delete</i> berfungsi untuk menghapus data yang tersedia</li> <li>• Fitur <i>clear</i> berfungsi untuk menghapus data pada <i>entry form</i></li> <li>• Fitur <i>show all</i> berfungsi untuk menampilkan seluruh data yang tersedia</li> <li>• Fitur <i>export csv</i> berfungsi untuk mengekspor data yang tersedia ke dalam bentuk file CSV</li> <li>• Fitur <i>search</i> berfungsi untuk mencari data yang dibutuhkan</li> <li>• Fitur <i>logout</i> berfungsi untuk keluar dari sistem</li> </ul>

Tahap kedua adalah perancangan sistem. Sistem informasi rekam medis dibuat berbasis aplikasi *desktop* sehingga tidak memerlukan koneksi internet untuk menjalankannya. Sistem yang dirancang memiliki dua halaman, yaitu halaman *login* dan halaman utama. Spesifikasi rancangan sistem desain pada halaman *login* dan halaman utama dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Sistem desain halaman *login*

<b>Desain</b>	<b>Spesifikasi</b>
Tampilan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensi layar adalah 800 x 280</li> <li>• Warna latar putih</li> <li>• Memiliki gambar ilustrasi dengan ukuran 400 x 280</li> </ul>
Label	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki 3 label yaitu label <i>username, password</i> dan pesan peringatan</li> <li>• Jenis <i>font</i> adalah Roboto</li> <li>• Ukuran <i>font</i> sebesar 10 pt</li> <li>• Warna <i>font username</i> dan <i>password</i> adalah hitam, sedangkan warna <i>font</i> pesan peringatan adalah merah</li> </ul>
Entry Form	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki 2 <i>entry form</i></li> <li>• Panjang <i>entry form</i> adalah 35 px</li> <li>• Jenis <i>font</i> adalah Roboto</li> <li>• Ukuran <i>font</i> sebesar 14 pt</li> </ul>
Tombol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki satu tombol yaitu tombol <i>Login</i></li> <li>• Jenis <i>font</i> adalah Roboto</li> <li>• Ukuran <i>font</i> sebesar 11 pt</li> <li>• Panjang tombol sebesar 10 px</li> <li>• <i>Background color</i> adalah <i>primary blue</i></li> <li>• <i>Foreground color</i> adalah putih</li> </ul>

Tabel 3 Sistem desain halaman utama

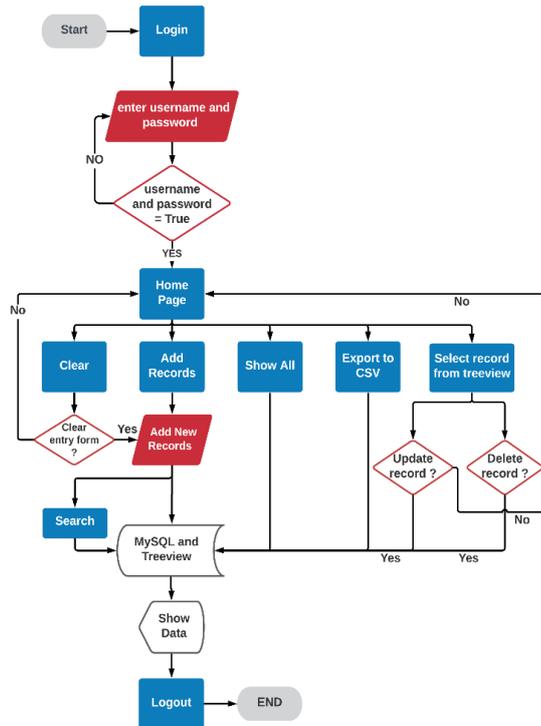
<b>Desain</b>	<b>Spesifikasi</b>
Tampilan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensi layar adalah <i>fullscreen</i> dan sistem akan otomatis menyesuaikan dengan resolusi layar pengguna</li> <li>• <i>Background color</i> adalah abu-abu</li> <li>• Memiliki tabel <i>treeview</i> untuk menampilkan data pada sistem</li> </ul>
Label	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki 21 label pada sistem yang terbagi menjadi 3 kategori yaitu label judul, label data, dan label perintah</li> <li>• Jenis <i>font</i> adalah Helvetica</li> <li>• Ukuran <i>font</i> label judul sebesar 16 pt, label data sebesar 10 pt, dan label perintah sebesar 13 pt</li> <li>• Warna <i>font</i> label judul dan label data adalah hitam, sedangkan label perintah adalah merah.</li> </ul>

Desain	Spesifikasi
Entry Form	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki 17 <i>entry form</i> yang terbagi menjadi dua kategori yaitu <i>tk entry</i> dan <i>date entry</i></li> <li>• Panjang <i>entry form</i> adalah 200 px</li> <li>• Jenis <i>font</i> adalah Helvetica</li> </ul>
Tombol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki 8 tombol yaitu <i>add, update, delete, clear, show all, export csv, search,</i> dan <i>logout</i></li> <li>• Jenis <i>font</i> adalah Helvetica</li> <li>• Ukuran <i>font</i> sebesar 11 pt</li> <li>• Panjang tombol <i>add, update, delete, clear, show all</i> dan <i>search</i> sebesar 80 px. Sedangkan tombol <i>export csv</i> dan <i>logout</i> sebesar 100 px</li> <li>• <i>Background color add</i> dan <i>search</i> adalah <i>primary blue</i>. tombol <i>update, delete, clear, show all</i> dan <i>export csv</i> adalah putih. Sedangkan tombol <i>logout</i> berwarna merah.</li> <li>• <i>Foreground color add, search</i> dan <i>logout</i> adalah putih. Sedangkan tombol <i>update, delete, clear, show all</i> dan <i>export csv</i> adalah hitam.</li> </ul>

Implementasi merupakan tahap ketiga pada metode *waterfall*. Hal yang dilakukan pada tahap ini yaitu membuat *coding* menggunakan bahasa pemrograman *python* yang didukung oleh *library* seperti *tkinter, tkcalendar,* dan *MySQL connector*. Pemrograman pada tahap ini dibagi menjadi dua bagian berdasarkan halaman yang dibutuhkan yaitu pemrograman halaman *login* dan halaman utama. Setelah diprogram untuk masing masing halaman, maka diperlukan penggabungan pemrograman agar halaman yang ada saling terhubung.

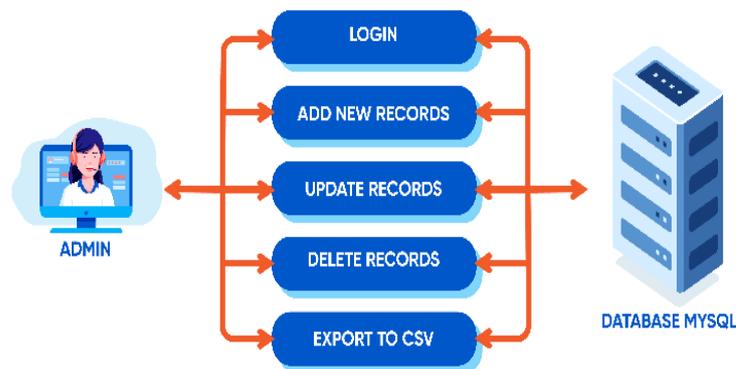
Tahap keempat dalam *waterfall* model ini adalah pengujian sistem. Tujuan dari pengujian sistem ini yaitu untuk menemukan kesalahan dalam sistem informasi rekam medis. Pengujian sistem dilakukan oleh pengembang dan pengguna untuk mendapatkan data kekurangan pada sistem yang telah dibuat. Tahap kelima dilakukan setelah tahap pengujian selesai. Tahap pengembangan sistem bertujuan untuk memperbaiki kesalahan atau error yang terdapat pada sistem yang dibuat sebelumnya. Selain itu, tahap ini pun bertujuan untuk menambahkan fitur baru, tampilan baru, atau data baru sehingga kinerja sistem dapat lebih baik lagi.

Tahap *maintenance* merupakan tahap terakhir dari metode *waterfall*. Tahap ini bertujuan untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi ketika sistem dijalankan. *Maintenance* ini pun dapat dilakukan pada rentang waktu yang telah ditentukan agar sistem dapat terus terpantau. Seluruh tahapan sistem yang dijelaskan dapat dilihat pada Gambar 2. Alur berjalannya sistem dimulai ketika pengguna memasukkan *username* dan *password*, kemudian divalidasi oleh sistem. Jika benar, maka sistem akan menampilkan halaman utama. Fitur yang terdapat dalam sistem informasi pelayanan kesehatan ini adalah “*add*”, “*update*”, “*delete*”, “*show all*”, “*clear record*”, dan “*export to csv*”. Data tersebut akan diolah di dalam *database MySQL* dan ditampilkan pada GUI. Setelah melakukan proses di sistem, pengguna bisa melakukan *logout* dan sistem berakhir.



Gambar 2 Flowchart klinik sistem berjalan

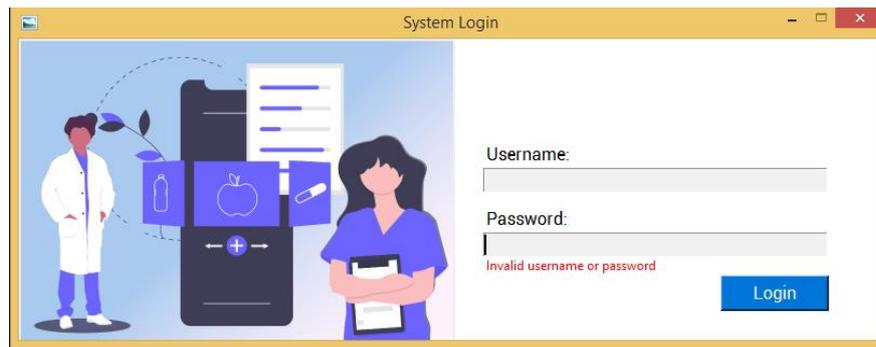
Gambar 3 menampilkan diagram *use case* yang menggambarkan operasi di dalam sistem. Pada sistem informasi rekam medis ini, pengguna dapat melakukan operasi *login* ke sistem, menambahkan data baru, memperbaharui data, menghapus data, dan mengekspor data ke dalam bentuk csv dimana operasi yang dilakukan terintegrasi langsung dengan *database* MySQL.



Gambar 3 Diagram *use case*

### III. HASIL DAN DISKUSI

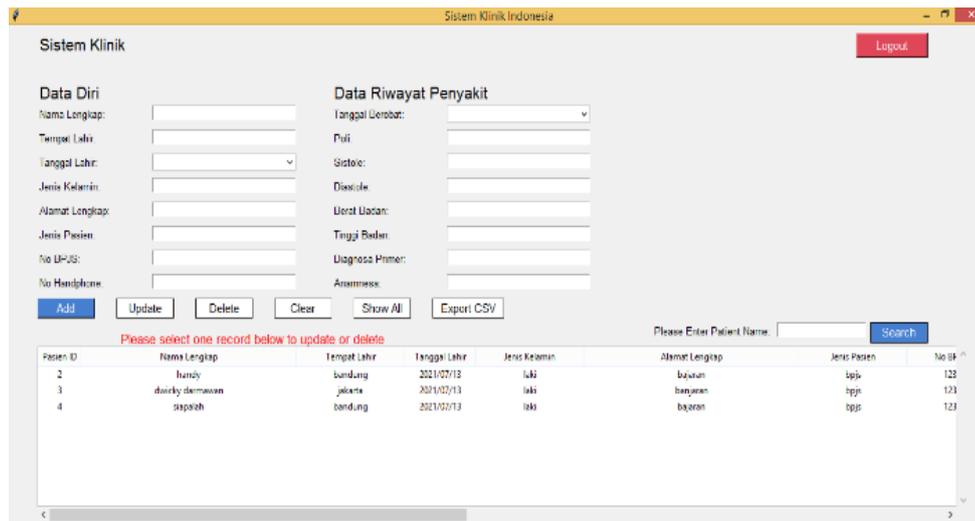
Sistem yang telah dirancang sebelumnya merupakan sebuah purwarupa yang telah dianalisa sesuai kebutuhan. Tampilan awal sistem klinik merupakan sistem *login* yang dapat diakses oleh pengguna sebelum masuk ke halaman utama. Pengguna diharuskan untuk mengisi *username* dan *password*. Ketika *username* dan *password* yang dimasukkan benar, maka sistem akan beralih ke halaman utama. Sedangkan ketika *username* dan *password* yang dimasukkan salah, maka sistem akan memberikan pesan peringatan seperti yang dapat terlihat pada Gambar 4.



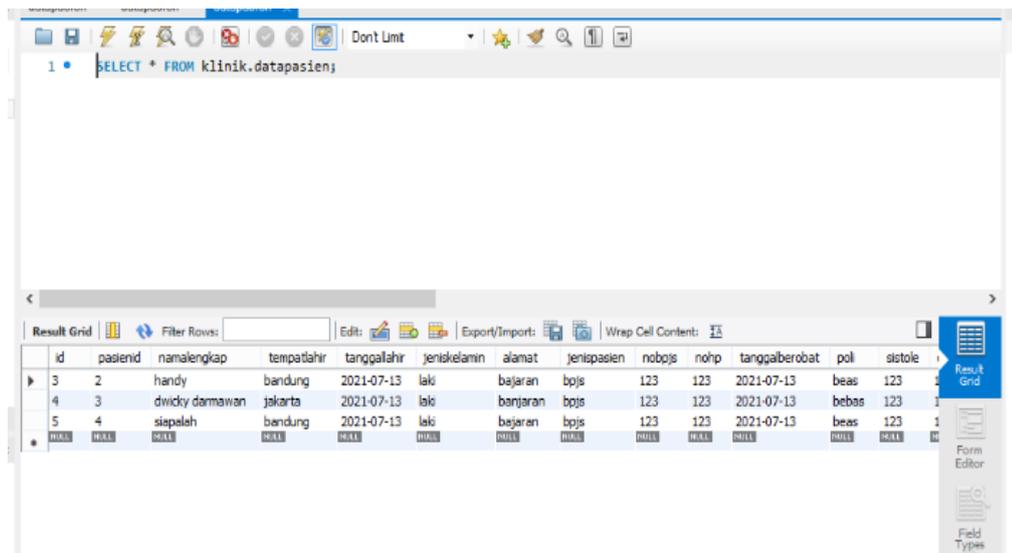
Gambar 4 Tampilan halaman *login*

Sistem akan menampilkan tampilan halaman utama ketika telah berhasil *login* seperti yang ditampilkan pada Gambar 5. Halaman utama memiliki beberapa fitur yang bisa dimanfaatkan oleh pengguna, yaitu fitur tambahkan data baru, memperbaharui data, menghapus data, mencari data, dan konversi data ke format csv. Selain itu terdapat tabel *treeview* yang berada di bawah, sehingga ketika salah satu fitur dijalankan, perubahan data akan terlihat langsung pada tabel *treeview* tersebut. Seluruh data yang terdapat pada halaman utama ini sudah diintegrasikan dengan *database* MySQL. Seluruh proses yang dilakukan pada halaman utama ini akan dibaca dan diolah menggunakan MySQL.

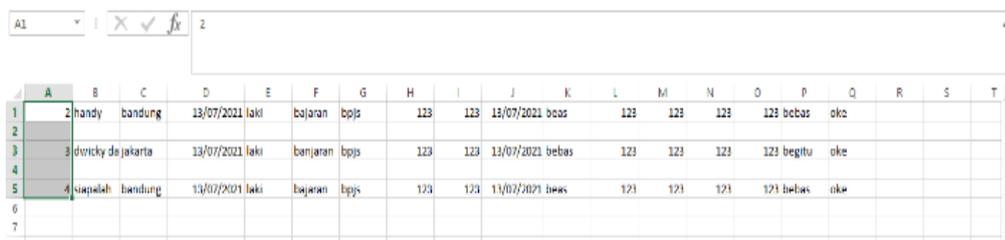
Proses yang dilakukan pada halaman utama akan diolah *database* MySQL dan dapat dilihat pada Gambar 6. Data yang ditampilkan merupakan data yang telah ditambah, diperbaharui, dan dihapus oleh pengguna melalui halaman utama dengan menggunakan fitur yang tersedia. Data yang terlihat dapat dipanggil oleh fitur yang tersedia pada sistem dan diolah. Data yang telah diolah dan disimpan pada MySQL dapat dikonversi ke dalam bentuk csv sebagai laporan rekam medis. Tampilan data bentuk csv dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5 Tampilan halaman utama



Gambar 6 Tampilan data pada MySQL



Gambar 7 Tampilan data dalam bentuk csv

Sistem rekam medis pasien yang telah dibuat akan diuji coba dengan serangkaian tes. Objek dari tes ini adalah *entry form* pada halaman *login* dan halaman utama serta tombol yang ada pada halaman *login* dan halaman utama. Serangkaian tes yang dilakukan pada sistem bertujuan untuk mengukur kinerja dari sistem yang dibuat. Keseluruhan tes terdiri dari 13 uji coba dengan harapan hasil yang sebenarnya dapat sesuai dengan ekspektasi. Rincian tes yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian sistem rekam medis

No	Pengujian	Tujuan	Ekspektasi	Hasil aktual
1.	Masukkan <i>username</i> dan <i>password</i> dengan salah	Pengujian <i>username</i> dan <i>password</i>	Muncul pesan “ <i>invalid username or password</i> ”	Pengujian <i>username</i> dan <i>password</i> yang salah berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
2.	Mengosongkan <i>entry form</i> <i>username</i> dan <i>password</i>	Pengujian <i>empty field</i> pada <i>username</i> dan <i>password</i>	Muncul pesan “ <i>please compldete required field</i> ”	Pengujian <i>empty field</i> <i>username</i> dan <i>password</i> berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
3.	Masukkan <i>username</i> dan <i>password</i> dengan benar	Pengujian <i>login</i>	Pengguna dapat <i>login</i> dan beralih ke halaman utama	Pengujian <i>login</i> berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
4.	Mengosongkan <i>entry form</i> data diri dan data riwayat penyakit	Pengujian <i>add button</i>	Muncul <i>message box</i> info “silakan lengkapi kolom ...”	Pengujian <i>add button</i> dengan mengosongkan <i>entry form</i> berhasil

				dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan
5.	Mengisi semua <i>entry form</i> data diri dan data riwayat penyakit	Pengujian <i>add button</i>	Muncul <i>message box</i> info “Data berhasil ditambahkan” dan data masuk ke <i>database</i> MySQL serta muncul di tabel <i>treeview</i> .	Pengujian <i>add button</i> dengan mengisi semua <i>entry form</i> berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan
6.	Memperbaharui data yang tersedia dengan memilih salah satu data pada tabel <i>treeview</i>	Pengujian <i>update button</i>	Data otomatis muncul pada <i>entry form</i> . Ketika menekan <i>update button</i> maka akan muncul <i>message box ask question</i> serta jika memilih “Ya”, sistem akan memunculkan <i>message box</i> info “Data berhasil diperbaharui”. Perubahan data terlihat langsung pada tabel <i>treeview</i> di sistem	Pengujian <i>update button</i> untuk memperbaharui data yang tersedia berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
7.	Menghapus data yang tersedia dengan memilih salah satu data pada tabel <i>treeview</i>	Pengujian <i>delete button</i>	Data otomatis muncul pada <i>entry form</i> . Ketika menekan <i>delete button</i> maka akan muncul <i>message box ask question</i> serta jika memilih “Ya”, sistem akan memunculkan <i>message box</i> info “Data berhasil dihapus”. Perubahan data terlihat langsung pada tabel <i>treeview</i> di sistem.	Pengujian <i>delete button</i> untuk menghapus data yang tersedia berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
8.	Mengisi semua <i>entry form</i> atau memilih salah satu data yang tersedia pada tabel <i>treeview</i> di sistem	Pengujian <i>clear button</i>	Semua data pada <i>entry form</i> akan terhapus secara otomatis.	Pengujian <i>clear button</i> untuk menghapus data pada <i>entry form</i> berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
9.	Mengisi <i>entry form</i> dengan nama yang benar pada <i>entry search</i>	Pengujian <i>search button</i>	Memunculkan data yang dibutuhkan oleh pengguna pada tabel <i>treeview</i> sistem	Pengujian <i>search button</i> untuk mencari data yang tersedia dengan penulisan nama yang benar berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan. Pengisian <i>entry form</i> untuk nama hanya bisa ditulis dengan huruf saja.
10.	Mengisi <i>entry form</i> dengan nama yang salah pada <i>entry search</i>	Pengujian <i>search button</i>	Data yang dibutuhkan oleh pengguna tidak dapat muncul pada tabel <i>treeview</i> sistem	Pengujian <i>search button</i> untuk mencari data yang tersedia dengan penulisan nama yang salah berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
11.	Menampilkan seluruh data yang tersedia di tabel <i>treeview</i>	Pengujian <i>show all button</i>	Semua data yang telah terinput dan disimpan di <i>database</i> akan dimunculkan pada tabel <i>treeview</i>	Pengujian <i>show all button</i> untuk menampilkan seluruh yang tersedia berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.

12.	Mengekspor semua data yang tersedia di <i>database</i> ke dalam bentuk csv	Pengujian <i>export csv button</i>	Memunculkan menu untuk memilih direktori file sebagai penyimpanan dan data yang diekspor menjadi file dengan ekstensi CSV	Pengujian <i>export csv button</i> untuk mengekspor data yang tersedia ke dalam bentuk CSV berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.
13.	Keluar dari sistem	Pengujian <i>logout button</i>	Sistem berakhir	Pengujian <i>logout button</i> untuk mencari keluar dari sistem berhasil dilakukan dan berfungsi sesuai yang diharapkan.

#### IV. KESIMPULAN

Sistem informasi klinik telah berhasil dibuat. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sistem ini dapat menyimpan data pribadi dan data riwayat pasien sesuai dengan informasi yang dibutuhkan. Selain itu, sistem informasi klinik ini dapat meminimalkan data yang hilang, membuat laporan data pasien dengan rapi, sistem dapat diakses oleh pengguna meskipun tidak ada sinyal internet, dan dapat mengurangi penggunaan kertas serta mengurangi penggunaan ruang untuk penyimpanan dokumen data pasien. Sehingga penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan di daerah pedesaan dan daerah yang belum memiliki akses internet di Indonesia.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didukung oleh Program Penelitian Afirmasi Dosen Muda Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2021, nomor kontrak 836/UN40/PT.01.07/2021.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kautsarina and D. Kusumawati, "The Potential Adoption of the Internet of Things in Rural Areas," *2018 International Conference on ICT for Rural Development (IC-ICTRuDev)*, 2018, pp. 124-130.
- [2] Amin, Mukhlis. "Ict for Rural Area Development in Indonesia: a Literature Review." *Journal of Information Technology and Its Utilization* 1.2 (2018): 32-37.
- [3] "APJII Terus Berkontribusi Berikan Akses Internet Di Daerah 3T." Asosiasi Penyelenggara Jasa internet indonesia. [https : //www.apjii.or.id/artikel/detail/apjii - terus - berkontribusi - berikan - akses - internet - di - daerah - 3t](https://www.apjii.or.id/artikel/detail/apjii-terus-berkontribusi-berikan-akses-internet-di-daerah-3t) 469. Accessed September 5, 2021.
- [4] "Jumlah desa berdasarkan sinyal internet di Jawa Barat." Open Data Jabar. [https : //opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/jumlah - desa - berdasarkan - sinyal - internet - di - jawa - barat](https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/jumlah-desa-berdasarkan-sinyal-internet-di-jawa-barat). Accessed September 5, 2021.
- [5] Halim, E., Thomas, G. N., Hidayat, D. R., & Gea, D. "Smart Healthcare" a Medical Record System for Effective Health Services." *2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, 2020.
- [6] Hao Zhu and Mengshu Hou, "Research on an Electronic Medical Record System Based on the Internet," *2018 2nd International Conference on Data Science and Business Analytics (ICDSBA)*, 2018.
- [7] Saja A. Al-Rayes and Maryam Al-Meshkhas, "Preparing Legal Electronic Medical Record Case: A Process Analysis and Improvement Plan," *2020 19th International Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Science (DCABES)*, 2020.
- [8] Bitrus Joseph et al., "Design and Implementation of a Secured Web Based Medical Record Management System: A Case Study of Federal University WUKARI (FUW) CLINIC," *International Journal of Computer Applications* 177, no. 41 (2020): pp. 27-33.
- [9] Nuke Amalia et al., "The Implementation of Electronic Medical Record (EMR) in the DEVELOPMENT Health Care System in Indonesia," *International Journal of Advancement in Life Sciences Research* 4, no. 3 (2021).
- [10] Chien Hua Wu et al., "Implementation of a Cloud-Based Electronic Medical Record Exchange System in Compliance with the Integrating Healthcare Enterprise's Cross-Enterprise Document Sharing Integration Profile," *International Journal of Medical Informatics* 107 (2017): pp. 30-39.
- [11] Gomes, J. "Patient Management System". 2020 Accessed August 23 2021.
- [12] Kaushik Ghosh et al., "Information Tools for Care Coordination in Patient Handover," *Health Care Management Review* Publish Ahead of Print (August 2020).
- [13] Chau VO et al., "Electronic Medical Record Visualization for Patient Progress Tracking," *International Symposium on Affective Science and Engineering ISASE2018*, no. 0 (2018): pp. 1-6.

- [14] Nicole Jillian Day et al., "Design of a Web-Based and Electronic Health Record Management System for Medical Teleconsultation," *2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)*, 2018.
- [15] Sasalak Tongkaw and Aumnat Tongkaw, "A Comparison of *Database* Performance of Mariadb and Mysql with OLTP Workload," *2016 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*, 2016.
- [16] Sayeth Saabit, Fareez MMM, and Vinothraj T. "Python Current Trend Applications- An Overview Popular Web Development Frameworks In Python". 2019 International Journal of Advance Engineering and Research Development, 2019, 6, no. 10.
- [17] I. Stancin and A. Jovic, "An Overview and Comparison of Free Python Libraries for Data Mining and Big Data Analysis," *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2019.
- [18] Shruti Mehata, Leo Linus, and Lakshmi Vinayakvitthal, "Real Time Data Plotting Tool Using Open Source Platform like Raspberry Pi and Python," *2019 Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*, 2019.
- [19] Kwadwo Kyeremeh, "Overview of System Development Life Cycle Models," *SSRN Electronic Journal*, 2019.
- [20] Casteren, W. "The Waterfall Model and the Agile Methodologies: A comparison by project characteristic". 2017. Accessed September 3 2021

## **Perancangan Sistem Keamanan Ruang Server Akses Doorlock Dengan Teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) Berbasis IoT Pada Ruang Server FISIP UNJANI**

**Ade Sena Permana <sup>1\*)</sup>, Jumagar Arthady Sormin <sup>2)</sup>, Ni Ketut H.D <sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Jenderal Achmad Yani  
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

<sup>\*)</sup>Korespondensi : adesena@unjani.ac.id

### **Abstrak**

Keamanan pada server data diperlukan untuk mengamankan semua data yang dimiliki oleh suatu instansi. Pengembangan akses keamanan ke ruang server juga perlu ditingkatkan untuk melindungi semua data yang dimiliki oleh instansi tersebut. Pada penelitian ini, peneliti merancang suatu alat keamanan dimana pengguna yang mengakses ke ruang server harus melewati sistem keamanan *doorlock* yang berbasis IoT (*Internet of Things*). Sistem keamanan *doorlock* ini menggunakan teknologi RFID yang selanjutnya data yang diakses diproses oleh raspberry untuk mengirimkan data pengakses ke web server. Hasil perancangan sistem keamanan server akses *doorlock* ke ruang server dengan teknologi RFID berbasis IoT pada proyek NEW UNJANI pada jarak maksimal 2 cm antara RFID tag dengan RFID dengan tingkat keberhasilan pembacaan RFID reader ke RFID tag 100%. Pengujian selanjutnya RFID tag diberikan media lain, yaitu dompet dan *cover card* yang pengujiannya mendapatkan persentasi keberhasilan 100%. Dengan hasil tersebut, peneliti kembali menguji 3 buah RFID tag yang memiliki jenis berbeda. Setiap RFID tag dilakukan pengujian 50 kali, sehingga total dilakukan pengujian sebanyak 150 kali. Untuk pengujian RFID tag pertama mendapatkan persentasi kegagalan sebesar 26%. Untuk pengujian RFID tag kedua mendapatkan persentasi kegagalan sebesar 20%. Untuk pengujian RFID tag ketiga mendapatkan persentasi keberhasilan sebesar 100%. Pengujian alat termasuk efektif dikarenakan pada pengujian pertama dan kedua memiliki persentasi keberhasilan tinggi, yang dimana kegagalan dari alat mendapatkan kesalahan dikarenakan jaringan hotspot yang di terima perangkat tidak stabil, dan alasan lainnya pada pengujian ketiga RFID tag yang tidak terdaftar dan tidak memiliki akses mendapatkan persentasi keberhasilan 100% yang mengartikan tidak akan ada akses pada orang yang tidak mendaftarkan RFID tag tersebut.

**Kata kunci :** *Doorlock*, IoT (*Internet of Things*), RFID, web server, API

### **Abstract**

*Security on the data server is needed to secure all data owned by an agency. The development of security access to the server room also needs to be improved to protect all data owned by the agency. This makes user-owned data sets very secure. In this study, researchers designed a security tool where users who access the server room must pass a doorlock based on IoT (Internet of Things). Security system doorlock uses RFID technology which is then processed by the raspberry accessed data to send the accessing data to the web server. The results of the design of a doorlock access server security system to the server room with IoT-based RFID technology in the NEW UNJANI project at a maximum distance of 2 cm between RFID tags and RFID with a 100% success rate of reading RFID reader to RFID tag. Further testing of RFID tags is given other media, namely wallets and cover cards whose tests get a 100% success percentage. With these results, the researcher again tested 3 RFID tags that have different types. Each RFID tag was tested 50 times, so that a total of 150 tests were carried out. For the first RFID tag, the failure percentage was 26%. For the second RFID tag, the failure percentage is 20%. For the third RFID tag, the success percentage is 100%. Tool testing is effective because the first and second tests have a high percentage of success, where the failure of the tool gets an error because the hotspot network received by the device is unstable, and other reasons in the third test are RFID tags that are not registered and don't have access to get a success percentage 100% which means there will be no access to people who do not register the tag.*

**Keywords :** *Doorlock*, IoT (*Internet of Things*), RFID, web server, API

## I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 11-07-2022;  
Revisi 1 : 12-25-2022;  
Diterima : 01-03-2022.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-81223-15056  
e-mail : [adesena@unjani.ac.id](mailto:adesena@unjani.ac.id)

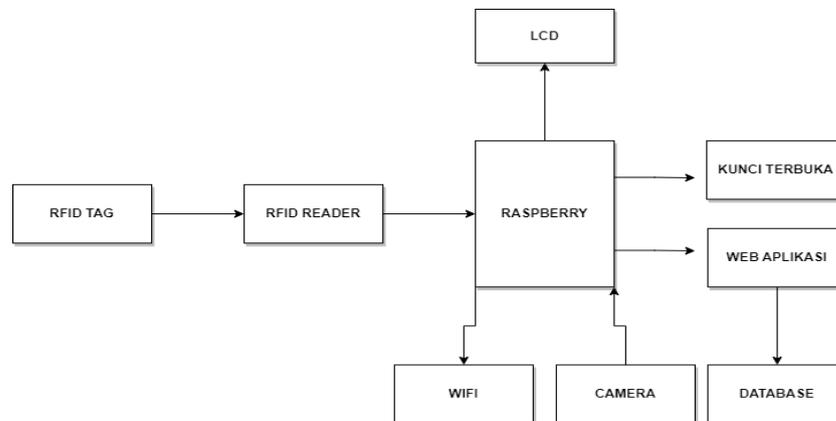
Ketika penggunaan perangkat berbasis sistem jaringan meningkat, penjahat di dunia maya akan menargetkan suatu instansi atau sistem [1]. Banyak organisasi menghadapi tantangan terbesar dalam memantau ancaman berbasis jaringan, terutama di sektor-sektor yaitu pemerintahan, energi [2], kesehatan, bank, pusat penelitian. Selain itu, sektor-sektor ini berinvestasi dalam alat pemantauan keamanan untuk melindungi dan melindungi infrastruktur [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat dan menganalisis pengamanan akses untuk memasuki server, dimana pengamanan yang digunakan adalah *Radio Frequency Identification (RFID)* dengan mikrokontroler yang digunakan adalah Raspberry 3B+ yang kemudian akan disambungkan dengan perangkat IoT. Peneliti akan mendapatkan informasi yaitu siapa saja yang mengakses server lalu berapa lama subjek berada di server sehingga akses ke server diharapkan lebih terpantau dan aman.

## II. METODE

### A. Diagram Blok Sistem

Dalam perancangan sistem jaringan ini memiliki beberapa blok sistem yang dimana setiap blok terkait satu sama lain. Bagian pertama di Gambar 1 adalah pembacaan *tag* oleh RFID Reader. Tahap selanjutnya RFID akan memberikan sinyal keluaran ke Raspberry Pi dan akan mengaktifkan indikator. Setelah data yang sesuai dengan *database* didapatkan oleh Raspberry Pi, maka kunci pintu akan terbuka, kamera akan aktif memotret dan data subjek yang mengakses akan ditampilkan di perangkat yang sudah disiapkan.



Gambar 1 Diagram blok sistem

### B. Diagram Alir Penelitian

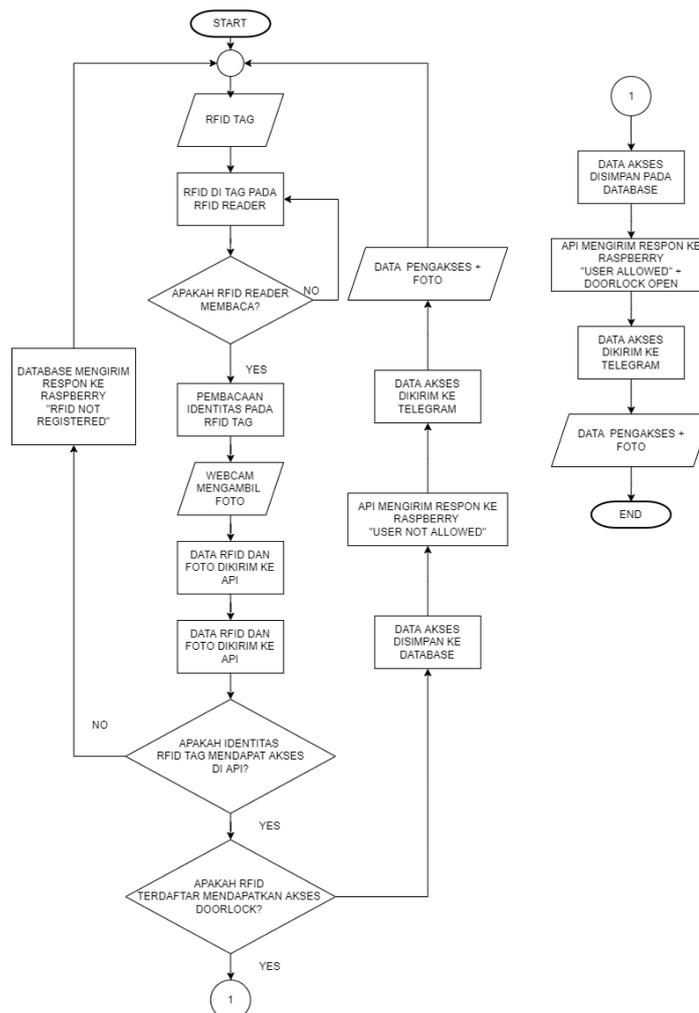
Perancangan dan perbandingan sistem jaringan ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti Gambar 2 yang terorganisir dan melalui beberapa proses yang memerlukan waktu lebih. Mulai dari mempersiapkan bahan dan peralatan yang digunakan, pembuatan koding lalu *trial and error*. Hal-hal tersebut sangat penting untuk membuat sebuah sistem keamanan secara langsung yang dimana hal ini akan menjadi pertimbangan bagi pegiat usaha ataupun sebagai bahan *study*. Berikut merupakan diagram alir pembuatan sistem keamanan server dengan teknologi IoT [4].

RFID *tag* yang akan digunakan disiapkan untuk dilakukan pengujian. RFID *tag* di tap pada RFID *reader*. Perangkat akan memberikan pilihan apakah RFID *tag* terbaca atau tidak, ketika tidak membaca maka proses akan kembali di ulang ke tahap RFID *tag* di tap pada RFID *reader*, tetapi jika berhasil maka proses selanjutnya berjalan. Pembacaan identitas pada RFID dilakukan raspberry. Perangkat akan mengambil gambar pada subjek yang mengakses pintu dengan RFID *tag* yang dimiliki. Selanjutnya data yang telah dikumpulkan dikirimkan ke API yang selanjutnya akan di proses ke bagian web server. Pada tahapan selanjutnya API akan memastikan apakah RFID *tag* yang terbaca sudah diberikan akses pada API atau belum. Jika belum mendapatkan akses maka API akan mengirim sinyal ke raspberry dan LCD

**Perancangan Sistem Keamanan Ruang Server Akses Doorlock dengan Teknologi RFID Berbasis IoT Pada Ruang Server FISIP Unjani**

(Ade Sena Permana, Jumagar Arthady Sormin, Ni Ketut H.D : Halaman 100 - 110)

akan menampilkan “RFID not registered”, lalu akan dikembalikan ke proses awal, tetapi jika sudah didaftarkan pada API maka akan lanjut ke tahap selanjutnya [5]. Pada tahap ini, API akan memastikan kembali pada RFID tag yang terbaca apakah memiliki akses untuk doorlock atau tidak. Ketika RFID tag tidak memiliki akses maka akan berlanjut ke tahap selanjutnya penyimpanan data. Pada tahap ini ketika RFID tag tidak memiliki akses untuk membuka doorlock maka database akan menyimpan data subjek yang melakukan tap akses yang dimana API akan melakukan tugasnya selanjutnya. API akan mengirimkan sinyal pada raspberry dimana raspberry akan mengirim sinyal pada LCD yang menampilkan “User not allowed”. Pada tahap ini juga data subjek akan dikirim ke telegram yang dimana semua informasi akan ditampilkan. Informasi yang dikirimkan berupa foto dan data pengakses, lalu proses dikembalikan ke proses awal kembali. Pada tahapan lain, dimana RFID tag yang digunakan memiliki akses doorlock. Maka tahapan ini selanjutnya data subjek yang mengakses doorlock akan di simpan di database. Tahapan selanjutnya API akan mengirimkan sinyal pada raspberry dimana raspberry akan menampilkan pada LCD “User Allowed” dan pada tahap ini juga doorlock akan terbuka. Tahap selanjutnya data subjek akan akan dikirimkan ke telegram dimana semua informasi akan di tampilkan. Informasi yang dikirimkan berupa foto dan data pengakses.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

**C. Perangkat Keras**

Perangkat keras yang digunakan dalam perancangan sistem keamanan ruang server dengan akses doorlock. Dalam sistem ni, yang menjadi perhatian khusus sebagai perangkat keras diantaranya raspberry 3B+, webcam, RFID reader, RFID tag, LCD dan motor servo sebagai indikator lock system.

- 1. RFID RC522

Modul RFID RC522 pada Gambar 3 berdasarkan IC MFRC522 dari NXP adalah salah satu opsi RFID paling murah. Biasanya dilengkapi dengan *tag* kartu RFID dan *tag* fob kunci yang memiliki memori 1KB [6]. *Tag* dapat diisi, sehingga dapat menyimpan semacam pesan di dalamnya. Modul Pembaca RFID RC522 dirancang untuk menciptakan medan elektromagnetik 13,56MHz yang digunakan untuk berkomunikasi dengan *tag* RFID (*tag* standar ISO 14443A) [7]. Pembaca dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui 4-pin *Serial Peripheral Interface* (SPI) dengan kecepatan data maksimum 10Mbps. Ini juga mendukung komunikasi melalui protokol I2C dan UART [8]. Modul dilengkapi dengan pin interupsi. Ini berguna karena alih-alih terus-menerus menanyakan modul RFID, modul akan mengingatkan ketika sebuah *tag* datang ke sekitarnya. Tegangan operasi modul adalah dari 2,5 hingga 3,3V, tetapi kabar baiknya adalah bahwa pin logika toleran 5 volt, sehingga dapat dengan mudah menghubungkannya ke Arduino atau mikrokontroler logika 5V tanpa menggunakan konverter level logika lainnya [9].



Gambar 3 RFID RC522

## 2. Webcam Logitech C270

Webcam atau kamera web pada Gambar 4 pada dasarnya adalah kamera digital yang terhubung dengan komputer yang mengambil gambar yang akan diproses oleh komputer. Awalnya, *webcam* digunakan sebagai alat komunikasi yang menampilkan serangkaian gambar dan dapat diakses melalui *world wide web*. Namun, saat mengembangkan webcam juga digunakan untuk tujuan lain. Jenis webcam yang digunakan adalah Logitech C270 dengan beberapa fitur utama sebagai berikut :

- a. Panggilan video (1280 x 720 pixels).
- b. Perekaman video hingga 1280 x 720 pixels.
- c. Foto hingga 3.0 megapixels.
- d. Mikروفon dengan teknologi Logitech Right Sound.
- e. USB 2.0 tersertifikasi berkecepatan tinggi.

Dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. *High Definition (HD) video calling* (1280 x 720 pixels).
- b. *Video capture* : sampai 1280 x 720 pixels.
- c. Foto : sampai 3.0 megapixels.
- d. Mikروفon internal dengan teknologi teknologi Logitech Right Sound™.
- e. *Hi-speed USB 2.0* bersertifikat.
- f. Klip universal untuk laptop, monitor LCD atau CRT [10].



Gambar 4 Kamera Logitech C270

## 3. Raspberry Pi 3B+

## ***Perancangan Sistem Keamanan Ruang Server Akses Doorlock dengan Teknologi RFID Berbasis IoT Pada Ruang Server FISIP Unjani***

***(Ade Sena Permana, Jumagar Arthady Sormin, Ni Ketut H.D : Halaman 100 - 110)***

Raspberry Pi adalah papan komputer dengan biaya rendah, ukuran kecil dan portabel. Hal ini dapat digunakan untuk plug-in ke monitor komputer atau televisi, *keyboard*, *mouse*, *pen-drive* dan lainnya [11]. Raspberry Pi telah dibangun di *software* seperti *Scratch* yang memungkinkan pengguna untuk program dan desain animasi, permainan atau video yang menarik. Selain itu, programmer juga dapat mengembangkan script atau program dengan menggunakan bahasa *Python*; itu adalah bahasa inti utama dalam sistem operasi Raspbian. Raspberry Pi B+ adalah evolusi dari Model B. Bahasa *Python* telah digunakan dalam pekerjaan ini untuk menulis skrip untuk komunikasi klien/server [12]. Selain itu, ada peningkatan seperti menambahkan lebih banyak PIN header GPIO, lebih banyak port USB, konsumsi daya yang lebih rendah, dll. Disarankan untuk menggunakan model B+ untuk pembelajaran di sekolah karena menawarkan lebih banyak fleksibilitas daripada model A terutama untuk proyek yang disematkan dan juga membutuhkan daya yang rendah. Sebagai menyediakan lebih banyak port USB dibandingkan dengan Model B [13].

Raspberry Pi 3 model B+ merupakan versi terbaru dari minicomputer yang dirilis oleh Raspberry Pi sebagai evolusi dari Raspberry Pi versi sebelumnya dan merupakan penerus dari Raspberry Pi B yang telah dirilis sebelumnya. Desain fisik model B Raspberry Pi B dan Raspberry Pi B+ di Gambar 5 adalah sama [14].



Gambar 5 Raspberry pi 3B+

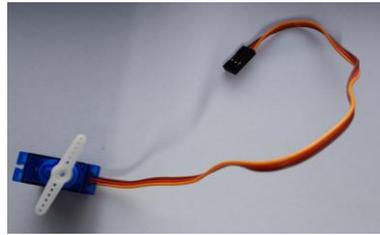
Perangkat lunak sistem yang mengatur sumber daya dari perangkat keras dan perangkat lunak, serta sebagai *daemon* untuk program komputer. Sistem operasi sangat menentukan seperti apa sistem akan diolah. Pada perancangan sistem keamanan ruang server akses *doorlock* menggunakan *Raspbian* dengan *Linux raspberrypi*. Adapun spesifikasi *raspberry pi 3B+* yang ditunjukkan pada Tabel 1. berikut :

Tabel 1. Spesifikasi raspberry pi 3B+ [15]

<b><i>Spesifikasi</i></b>	<b><i>Raspberry Pi 3B+</i></b>
CPU	BCM2837B0 64-bit Quad-Core Cortex-A53 @ 1.4 GHz
RAM	1 GB LPDDR2
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 400 MHz
Output Video	1x HDMI
Resolusi	2560 x 1600
Output Audio	Audio Jack 3.5 mm
Wifi	802.11b/g/n/ac Dual Band @ 2.4 GHz & 5 GHz
Bluetooth	Bluetooth 4.2
Ethernet	Gigabit Ethernet Via USB 2.0 @ 300 Mbps
USB	4x USB 2.0
Catu Daya	5V @ 2.5A
Port Catu Daya	Micro USB
GPIO	40 in

#### 4. Locked Door (Motor Servo)

Motor servo seperti Gambar 6 adalah aktuator putar atau motor yang memungkinkan kontrol presisi dalam hal posisi sudut, akselerasi, dan kecepatan. Itu membuat penggunaan motor biasa lebih baik dan melakukan operasi tipe khusus daripada motor biasa. Motor Servo SG90 digunakan untuk prototipe sistem [16].



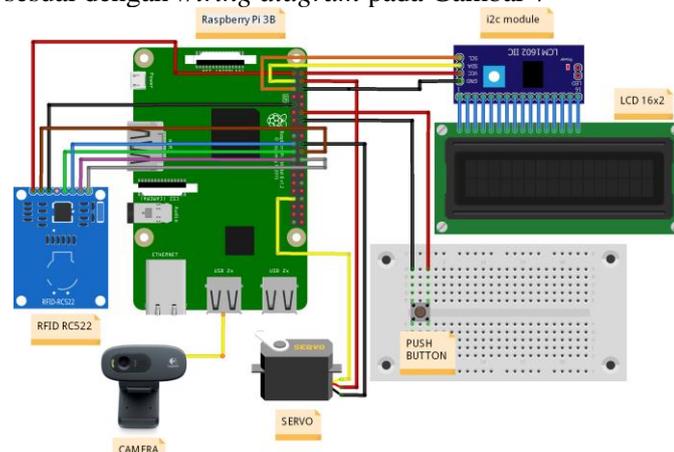
Gambar 6 Motor servo indikator *doorlock*

#### D. Prosedur Pengujian

Untuk melakukan perancangan dan penelitian, terdapat beberapa tahapan untuk merancang perangkat tersebut, langkah-langkahnya sebagai berikut:

##### a. Perancangan perangkat keras.

Komponen dirancang sesuai dengan *wiring diagram* pada Gambar 7



Gambar 7 Wiring diagram sistem keamanan

##### b. Pembuatan *bootable*

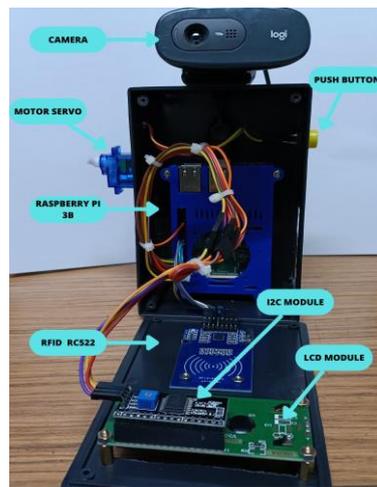
Persiapkan satu komputer atau laptop untuk melakukan konfigurasi. Monitor dapat dipersiapkan untuk melakukan konfigurasi awal pada raspberry. Keyboard dan mouse dengan USB untuk melakukan konfigurasi. SD Card dipersiapkan dengan ukuran penyimpanan minimal 32GB. *Card Reader* dipersiapkan untuk membuat *bootable*. SD Card dimasukan ke *card reader*, dan selanjutnya di sambungkan ke komputer atau laptop. Download Raspberry PI Imager menggunakan link [https://downloads.raspberrypi.org/imager/imager\\_latest.exe](https://downloads.raspberrypi.org/imager/imager_latest.exe) dengan “*Install*” di klik, dan hasil ditunggu hingga proses selesai. Tombol *finish* diklik ketika proses instalasi sudah selesai, dan klik “*Run Raspberry Pi Imager*”. Dipilih Raspberry PI OS (32-bit). Selanjutnya *choose storage* dipilih sesuai dengan sd card yang sebelumnya sudah disiapkan. Logo “*Setting*” diklik yang ada di kanan bawah untuk konfigurasi *username*, *password*, *enable SSH* dan WiFi. Opsi pengaturan disesuaikan dan kemudian selanjutnya di *save*. Selanjutnya tombol *write* diklik untuk masuk ke langkah selanjutnya. Selanjutnya proses instalasi dimulai, dan ditunggu sampai proses selesai. Dengan selesainya *bootable*, maka akan muncul *pop up* yang selanjutnya di klik “*Continue*”. Setelah di klik “*Continue*”, card reader dilepaskan dari komputer atau laptop, dan selanjutnya SD Card dimasukkan ke slot SD Card di Raspberry. Raspberry kemudian dikoneksikan dengan monitor menggunakan *port HDMI* yang ada pada kedua perangkat (Raspberry dan Monitor). Raspberry Pi dihidupkan dengan kabel *micro USB charger HP* ke *port USB* di Raspberry. 8. Dengan konfigurasi awal tadi, raspberry sudah secara otomatis terkoneksi dengan wifi. Koneksi wifi dipastikan terhubung dengan internet dengan memastikan masuk ke *browser* pada tahap.

##### c. Menyiapkan *environment* agar program yang dibuat dapat berjalan.

Terminal dibuka dengan cara mengklik shortcut yang berada pada barisan ke 4 pada bagian taskbar. Selanjutnya, pada program terminal yang dijalankan, ketik “sudo su” dan tekan enter. Modul modul python diinstal dengan menyetik baris berikut: “**pip install RPi.GPIO mfrc522 rpi\_lcd dotenv**”. Raspberry sudah siap, dan dilanjutkan untuk ke tahap pemrograman.  
 d. Pemrograman Raspberry Pi dilakukan sesuai dengan koding dan instuksi-instruksi khusus.

**III. HASIL DAN DISKUSI**

Hasil dari perancangan di Gambar 8, alat sistem keamanan ruang server akses *doorlock* menggunakan teknologi RFID berbasis IoT. Pengujian dan analisis bertujuan untuk memastikan apakah perangkat bekerja dengan baik. Analisis dilakukan terdapat hasil yang ditunjukkan selama pengujian.



Gambar 8 Hasil perancangan perangkat keras

**A. Hasil Pengukuran Kepekaan RFID Tag Dan RFID Reader**

Tahap awal melakukan pengujian jarak pada RFID tag dan RFID reader yang didapat hasil pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengukuran jarak ukur pada RFID tag dan RFID reader

Distansce	Frequency									
	1st	2nd	3rd	4st	5st	6st	7st	8st	9st	10st
1 cm	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.5 cm	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2 cm	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.5 cm	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
3 cm	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Dengan dompet	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Dengan IDCard	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

$$\begin{aligned}
 \text{Persentasi keberhasilan} &= \frac{\text{Jumlah keberhasilan pengujian jarak}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \\
 &= \frac{30}{50} \times 100\% \\
 &= 60\%
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

**B. Hasil Pengujian RFID Tag Yang Terdaftar**

Tabel 3 Hasil pengujian RFID tag yang terdaftar

<i>Frek</i>	<i>Berhasil/Gagal</i>	<i>Mulai Tap Kartu</i>	<i>Mulai Ambil Gambar</i>	<i>Menyimpan Gambar</i>	<i>Mengirim Data ke Server</i>	<i>Respon dari Server</i>	<i>Waktu Total</i>
1	√	16:03:50	16:03:52	16:03:55	16:03:55	16:03:58	0:00:08
2	√	16:04:04	16:04:06	16:04:10	16:04:10	16:04:13	0:00:09
3	√	16:04:18	16:04:21	16:04:24	16:04:24	16:04:28	0:00:10
4	√	16:04:33	16:04:35	16:04:39	16:04:39	16:04:43	0:00:10
5	√	16:04:49	16:04:51	16:04:54	16:04:55	16:04:58	0:00:09
6	√	16:05:03	16:05:05	16:05:09	16:05:09	16:05:13	0:00:10
7	√	16:05:18	16:05:21	16:05:24	16:05:24	16:05:28	0:00:10
8	√	16:05:34	16:05:36	16:05:39	16:05:39	16:05:43	0:00:09
9	√	16:05:48	16:05:50	16:05:54	16:05:54	16:05:57	0:00:09
10	χ	16:06:03	16:06:05	16:06:05			0:00:02
...							
50	√	16:13:53	16:13:55	16:13:59	16:13:59	16:14:02	0:00:09
Rata - rata waktu delay							0:00:07

$$\begin{aligned}
 \text{Persentasi kegagalan} &= \frac{\text{Jumlah kegagalan pengujian}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (2) \\
 &= \frac{13}{50} \times 100\% \\
 &= 26\%
 \end{aligned}$$

Dari 50x pengujian yang diatas terdapat kesalahan sebesar 26 % itu dikarenakan oleh pembacaan dari mikrokontroler yang dimana proses berhenti sampai penyimpanan gambar. Ketika mikrokontroler mendapatkan sinyal hotspot yang kurang stabil sehingga perangkat tidak dapat mengirimkan sinyal pada web server dimana *database* tersimpan. Hal ini sangat berpengaruh ke perangkat dikarenakan perangkat data yang bisa mengakses diambil di web server yang dimana *database* tersebut tersimpan dan pada percobaan ini RFID *tag* yang memiliki akses akan melanjutkan proses sampai mengirimkan data.

*C. Hasil Pengujian RFID Tag Yang Tidak Terdaftar*

Dari 50x pengujian yang tabel 4 terdapat kesalahan sebesar 20 % itu dikarenakan oleh pembacaan dari mikrokontroler yang dimana proses berhenti sampai penyimpanan gambar. Sama dengan percobaan RFID *tag* yang memiliki akses ketika mikrokontroler mendapatkan sinyal hotspot yang kurang stabil sehingga perangkat tidak dapat mengirimkan sinyal pada web server dimana *database* tersimpan. Hal ini sangat berpengaruh ke perangkat dikarenakan perangkat harus mendapatkan data yang bisa mengakses diambil di web server yang dimana *database* tersebut tersimpan dan pada percobaan ini RFID *tag* yang terdaftar tetapi tidak memiliki akses akan melanjutkan proses sampai mengirimkan data.

Tabel 4 Hasil pengujian RFID *tag* yang tidak terdaftar

<i>Frek</i>	<i>Berhasil/Gagal</i>	<i>Mulai Tap Kartu</i>	<i>Mulai Ambil Gambar</i>	<i>Menyimpan Gambar</i>	<i>Mengirim Data ke Server</i>	<i>Respon dari Server</i>	<i>Waktu Total</i>
1	χ	16:15:00	16:15:02	16:15:03			0:00:03
2	χ	16:15:06	16:15:09	16:15:09			0:00:03
3	√	16:15:12	16:15:15	16:15:18	16:15:18	16:15:21	0:00:09
4	√	16:15:27	16:15:29	16:15:32	16:15:32	16:15:36	0:00:09
5	√	16:15:41	16:15:44	16:15:47	16:15:47	16:15:50	0:00:09
6	√	16:15:56	16:15:58	16:16:02	16:16:02	16:16:05	0:00:09
7	√	16:16:10	16:16:13	16:16:16	16:16:16	16:16:20	0:00:10
8	√	16:16:25	16:16:27	16:16:31	16:16:31	16:16:34	0:00:09
9	√	16:16:39	16:16:42	16:16:45	16:16:45	16:16:49	0:00:10
10	√	16:16:54	16:16:56	16:17:00	16:17:00	16:17:03	0:00:09
...							
50	√	16:25:26	16:25:28	16:25:32	16:25:32	16:25:35	0:00:09
Rata - rata waktu delay							0:00:08

$$\text{Persentasi kegagalan} = \frac{10}{50} \times 100\% = 20\%$$

D. Hasil Pengujian RFID Tag Yang Tidak Terdaftar Dan Tidak Memiliki Akses

Tabel 5 Hasil pengujian RFID tag yang tidak terdaftar dan tidak memiliki akses

Frek	Berhasil/Gagal	Mulai Tap Kartu	Mulai Ambil Gambar	Menyimpan Gambar	Mengirim Data ke Server	Respon dari Server	Waktu Total
1	χ	16:26:27	16:26:30	16:26:33			0:00:06
2	χ	16:26:41	16:26:43	16:26:47			0:00:06
3	χ	16:26:55	16:26:57	16:27:01			0:00:06
4	χ	16:27:08	16:27:11	16:27:11			0:00:03
5	χ	16:27:14	16:27:17	16:27:20			0:00:06
6	χ	16:27:27	16:27:30	16:27:33			0:00:06
7	χ	16:27:41	16:27:43	16:27:47			0:00:06
8	χ	16:27:54	16:27:57	16:27:57			0:00:03
9	χ	16:28:00	16:28:03	16:28:03			0:00:03
10	χ	16:28:06	16:28:09	16:28:12			0:00:06
...							
50	χ	16:35:57	16:35:59	16:36:02			0:00:05
Rata - rata waktu delay							0:00:05

$$\text{Persentasi Keberhasilan} = \frac{50}{50} \times 100\% = 100\%$$

Dari 50x pengujian yang diatas terdapat keberhasilan sebesar 100 % dimana RFID tag tidak dilanjutkan proses setelah pembacaan RFID reader di raspberry. Hal itu dikarenakan oleh data pada RFID tag yang ketiga ini tidak terdaftar sama sekali pada database sehingga perangkat hanya bisa melakukan proses sampai penyimpanan gambar sehingga proses pengiriman informasi yang dilakukan oleh API tidak terkirim ke telegram admin dan doorlock tidak akan terbuka.

E. Analisis

Pengujian pertama pada Tabel 2 dengan mengukur jarak dari antara tag dengan reader dilakukan dengan berbagai jarak. Pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali setiap jarak nya membuat pengujian mendapatkan beberapa hasil yang didapat penguji. Pengujian pertama pada jarak 1 cm, RFID reader dapat membaca RFID tag dengan baik dimana dari 10 kali pengujian semua dapat terbaca dengan baik. Dengan ditambah jarak pengujian sejauh 1,5 cm, kembali RFID reader dapat membaca kembali dengan baik RFID tag sebanyak 10 kali pengujian. Pengujian selanjutnya menambahkan kembali jarak dari RFID tag ke RFID reader sejauh 2 cm dan dengan ditambahnya jarak pembaca masih sangat baik dan RFID reader membaca RFID tag sebanyak 10 kali pengujian. Pada pengujian selanjutnya dengan menambahkan jarak sejauh 2,5 cm dan 3 cm antara RFID tag dan RFID reader didapatkan hasil dimana RFID reader sudah tidak dapat membaca RFID tag. Maka pada jarak tempuh yang dapat dipindai oleh RFID reader adalah sejauh 2 cm. Pada pengujian jarak maka didapat persentasi keberhasilan pembacaan perangkat sebesar 60%.

Pada pengujian selanjutnya masih pada Tabel 2, dilakukan pengujian dengan menempatkan RFID tag pada dompet dan pada cover card. Pada pengujian pertama dengan menggunakan dompet, RFID reader dapat membaca dengan baik RFID tag yang telah diuji sebanyak 10 kali. Yang selanjutnya, pengujian dengan menggunakan cover card pada RFID tag, RFID reader dapat membaca dengan baik ketika dilakukan pengujian sebanyak 10 kali. Semua hasil dari pengujian dibaca dengan baik oleh database yang ada pada web server, dan hasil pengujian dikirim dengan baik pada telegram yang dimana semua data dikirimkan dengan baik. Dengan berhasilnya pengujian ini maka persentasi keberhasilan pembacaan perangkat yaitu 100%.

Pengujian ketiga pada Tabel 3 dimana dilakukan pengujian dengan menggunakan RFID tag yang sudah terdaftar dan memiliki akses pada database. Pengujian ini melakukan percobaan sebanyak 50 kali dimana persentasi kegagalan pada percobaan ini sebesar 26% dan pada percobaan keempat yang datanya

ada pada tabel 3 dilakukan pengujian sebanyak 50 kali dimana persentasi kegagalan pada percobaan ini 20%. Dari kedua pengujian ini kegagalan disebabkan oleh mikrokontroler atau raspberry mendapatkan jaringan *hotspot* dari *access point* yang tidak stabil sehingga data tidak dapat dilanjutkan sehingga proses berhenti di penyimpanan gambar. Kedua pengujian ini data yang terbaca dengan baik akan terkirim ke web server untuk dilakukan pengecekan kesesuaian data. Pada Tabel 3 semua data yang berhasil terbaca mengirim respon pada perangkat sehingga *doorlock* terbuka atau motor servo akan berputar sebanyak 180° selama 2 detik. Pada pengujian Tabel 4 semua data yang berhasil terbaca mengirim respon pada perangkat akan tetapi *doorlock* tidak terbuka dikarenakan *user* tidak memiliki akses untuk membuka *doorlock*.

Pada Tabel 5 pengujian dilakukan sebanyak 50 kali dimana persentasi keberhasilan percobaan sebesar 100%. Hal ini disebabkan tidak terdaftarnya RFID tag data pada *database* sehingga semua yang terbaca terhenti di penyimpanan gambar dan membuat alat ini bekerja dengan baik.

#### **IV. KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian perancangan sistem keamanan ruang server akses *doorlock* dengan teknologi rfid berbasis iot pada ruang server FISIP UNJANI, maka dapat disimpulkan Pada pengujian jarak, didapatkan persentasi keberhasilan pada jarak didapatkan 60%. Hal ini terjadi dikarenakan jarak pemindaian antara RFID *reader* ke RFID *tag* memiliki jarak maksimal sejauh 2 cm, dan ketika mengukur diatas 2 cm RFID *reader* tidak dapat mendeksi RFID *tag*. Pada pengujian menggunakan media yang telah dilakukan didapatkan hasil dengan persentasi keberhasilan 100%. Media yang digunakan adalah *dompet* dan *cover card*. Pengujian alat termasuk efektif dikarenakan pada pengujian pertama dan kedua memiliki persentasi keberhasilan tinggi, yang dimana kegagalan dari alat mendapatkan kesalahan dikarenakan jaringan *hotspot* yang di terima perangkat tidak stabil, dan alasan lainnya pada pengujian ketiga RFID *tag* yang tidak terdaftar dan tidak memiliki akses mendapatkan persentasi keberhasilan 100% yang mengartikan tidak akan ada akses pada orang yang tidak mendaftarkan RFID *tag* tersebut.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] I. Purnamasari dan M. A. Mustofa, "Optimasi Pemanfaatan Local Area Network dengan 7 Layer Protokol," *Journal of Information System, Informatics and Computing*, vol. 3, no. 2, pp. 9-15, 2019.
- [2] N. H. Motlagh, M. Mohammadrezaei dan J. Hunt, "Internet of Things (IoT) and the Energy Sector," *Energies*, vol. 13, no. 494, pp. 1-27, 2020.
- [3] Z. Munawar dan N. I. Putri, "Keamanan IoT dengan Deep Learning dan Teknologi Big Data," *TEMATIK - Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 1, p. 161, 2 Desember 2020.
- [4] J. D. Irawan, S. Prasetyo dan S. Adi, "Pengembangan Kunci Elektronik Menggunakan RFID Dengan Sistem IoT," *Industri Inovatif*, vol. 6, no. 2, pp. 28-32, 2016.
- [5] U. Rahardja, Q. Aini dan N. P. L. Santoso, "Pengintegrasian YII Framework Berbasis API pada Sistem Penilaian Absensi," *Jurnal Ilmiah Sisfotenika*, vol. 8, no. 2, pp. 140-152, 2018.
- [6] P. Tan, H. Wu, P. Li dan H. Xu, "Teaching Management System with Applications of RFID and IoT Technology," *Education Sciences*, vol. 26, no. 1, p. 8, 2018.
- [7] A. Rohmanu dan I. Setiyadi, "Arduino Door Security System Menggunakan Rfid Rc522 Terintegrasi Arduino Data Logger Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Pada PT. Indocipta Hasta Perkasa Cikarang," *Jurnal Informatika SIMANTIK*, vol. 2, no. 1, pp. 10-17, 2017.
- [8] K. Wirawibawa, R. Susana dan H. H. Rachmat, "Evaluasi Keandalan Identifikasi RFID MFRC522 dengan Barrier Berbahan Dasar Plastik Berbasis Sistem Mikrokontroler," *JEECOM*, vol. 4, no. 1, pp. 1-6, 2022.
- [9] K. S. Ravi, G. H. Harun, T. Vamsi dan P. Pratiyusha, "RFID Based Security System," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 2, no. 5, pp. 132-134, 2013.
- [10] Logitech, "Logitech C270HD Webcam," Logitech, [Online]. Available: [www.logitech.com/id-id/product/hd-webcam-c270](http://www.logitech.com/id-id/product/hd-webcam-c270). [Diakses 25 April 2022].
- [11] M. Saluch, D. Tokarski, T. Grudniewski, M. Chodyka, J. A. Nitychoruk, P. Wolinski, B. Jaworska dan G. Adamczewski, "Raspberry PI 3B + Microcomputer as a Central Control Unit in Intelligent Building Automation Management System," *MATEC Web of Conference*, vol. 1, no. 1, p. 196, 2018.

***Perancangan Sistem Keamanan Ruang Server Akses Doorlock dengan Teknologi RFID Berbasis IoT Pada Ruang Server FISIP Unjani***

***(Ade Sena Permana, Jumagar Arthady Sormin, Ni Ketut H.D : Halaman 100 - 110)***

---

- [12] V. S. G. Reddy, N. Rathour, G. S. Ganesh, Yaswanth dan S. Kumar, "Real Time Face Detection Using Raspberry Pi 3B+," *Futuristic Sustainable Energy and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 187-198, 2017.
- [13] V. Simadiputra dan N. Surantha, "Rasefiberry: Secure and Efficient Raspberry-Pi Based Gateway for Smarthome IoT Architecture," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 10, no. 2, pp. 1035-1045, 2021.
- [14] C. W. Zhao, J. Jegatheesan dan S. C. Loon, "Exploring IOT Application Using Raspberry Pi," *International Journal of COmputer Networks and and Applications*, vol. 2, no. 1, pp. 27-34, 2015.
- [15] Singgeta, R. Laksamana, Y.-H. Chang dan H.-W. Lin, "Raspberry Pi based pH Control for Nutrient Film Hydroponic System," *OSF Preprints*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2018.
- [16] M. Murshed dan S. Chowdhury, "An IoT Based Car Accident Prevention and Detection System with Smart Brake Control," *Procs. of International Conference on Applications and Techniques in Information Science*, vol. 6, no. 1, pp. 1-4, 2019.

## **Implementasi Sistem Manajemen *Bandwidth* Menggunakan Metode *Queue Tree* pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series di PT Cilsy Fiolution Indonesia**

**Hajjar Yuliana <sup>1\*)</sup>, Muhammad Fakhri Abdillah <sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Jenderal Achmad Yani  
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

<sup>\*)</sup>Korespondensi : hajjar.yuliana@lecture.unjani.ac.id

### **Abstrak**

PT. Cilsy Fiolution Indonesia sebagai salah satu perusahaan *startup* yang bergerak di bidang pendidikan teknologi dan informasi (*Edu-Tech*) sangat aktif dalam penggunaan internet. Dalam penyelenggaraan pelayanan, perusahaan pun sering mengalami keterbatasan berupa sumber daya *bandwidth* yang terbatas, disertai dengan jumlah pengguna aktif cukup banyak, menyebabkan pembagian *bandwidth* yang tidak merata dan tidak optimal antar pengguna yang menggunakan akses internet. Salah satu solusi yang biasanya dilakukan untuk menangani masalah tersebut, diantaranya dengan menggunakan perangkat MikroTik *Routerboard*. Penggunaan MikroTik *Routerboard* sering dimanfaatkan untuk menghadapi dan menangani masalah tersebut, karena salah satu fitur yang dimiliki oleh *router* ini adalah pemanfaatan fitur *queue tree* untuk mengatur penggunaan *bandwidth* di suatu tempat. Sehingga dalam penelitian ini, dilakukan implementasi dan analisis pada manajemen *bandwidth* yang dilakukan pada PT. Cilsy Fiolution Indonesia menggunakan MikroTik *Routerboard* agar didapatkan pemerataan distribusi *bandwidth* dan memberikan *Quality of Service (QoS)* yang optimal. Setelah dilakukan implementasi, jaringan menunjukkan kondisi yang stabil dan distribusi *bandwidth* yang lebih merata. Hal ini ditunjukkan dengan pembagian *bandwidth* yang merata sekitar 1,8 Mbps untuk setiap penggunaanya. Selain itu, kondisi performa jaringan juga menjadi lebih baik jika dibandingkan kondisi sebelumnya berdasarkan standar ITSE, yaitu peningkatan nilai rata-rata *throughput* hingga 104,98%, penurunan nilai rata-rata *delay* hingga 53,91%, dan penurunan nilai rata-rata *packet loss* hingga 77%.

**Kata kunci** : manajemen *bandwidth*, mikrotik, *quality of service*, *queue tree*

### **Abstract**

*PT. Cilsy Fiolution Indonesia as a startup company engaged in the field of information and technology education (Edu-Tech) is very active in using the internet. In providing services, companies also often experience limitations in the form of limited bandwidth resources, accompanied by a large number of active users, causing uneven distribution of bandwidth and not optimal among users using internet access. One solution that is usually done to deal with this problem is by using a MikroTik Routerboard device. The use of MikroTik Routerboard is often used to deal with this problem, because one of the features possessed by this router is the use of the queue tree feature to manage bandwidth usage somewhere. So in this research, the implementation and analysis of bandwidth management carried out at PT. Cilsy Fiolution Indonesia uses MikroTik Routerboard to get equal distribution of bandwidth and provide optimal Quality of Service (QoS). After implementation, the network shows a stable condition and a more even distribution of bandwidth. This is indicated by an even distribution of bandwidth of around 1.8 Mbps for each user. In addition, network performance conditions have also improved compared to previous conditions based on ITSE standards, namely an increase in the average throughput value of up to 104.98%, a decrease in the average delay up to 53.91%, and a decrease in the average of packet loss up to 77%.*

**Keywords** : *bandwidth management*, mikrotik, *quality of service*, *queue tree*

## I. PENDAHULUAN

---

Info Makalah:

Dikirim : 11-14-2022;  
Revisi 1 : 12-21-2022;  
Diterima : 12-22-2022.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-81222-997113  
e-mail : [hajjar.yuliana@lecture.unjani.ac.id](mailto:hajjar.yuliana@lecture.unjani.ac.id)

---

Kebutuhan masyarakat terhadap penggunaan internet pada kehidupan sehari-hari, sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok pada segala bidang, seperti kantor, instansi pemerintahan, sekolah, universitas, layanan publik, dan pada penggunaan komunikasi sehari-hari. Penggunaan internet ini pun saat besar peranannya pada kegiatan belajar *online*. Siswa atau peserta didik tetap dapat mengakses dan melakukan kegiatan pembelajaran walaupun berada di tempat yang berbeda

dan jauh dengan pengajarnya, selama ada dan tersedianya fasilitas internet.

Saat ini pun, banyak perusahaan yang menjadi jasa penyedia layanan untuk belajar *online*. Salah satu penyedia jasa layanan belajar *online* yaitu PT. Cilsy Fiolution Indonesia. Perusahaan ini merupakan sebuah perusahaan *startup* yang bergerak di bidang pendidikan teknologi dan informasi (*Edu-Tech*) sangat aktif dalam penggunaan internet, diantaranya pembuatan konten, mengunggah video tutorial, mengunduh materi, *update* pemrograman web, melayani pelanggan, pencatatan keuangan, dan lain sebagainya.

Namun, dengan adanya keterbatasan sumber daya *bandwidth* yang tersedia di kantor PT Cilsy Fiolution Indonesia, yaitu sebesar 20 Mbps untuk *download* serta 5 Mbps untuk *upload*. Dengan jumlah pengguna aktif 8-10 orang dalam waktu yang bersamaan, tidak jarang terjadi distribusi *bandwidth* yang tidak merata antar karyawan yang menggunakan akses internet, sehingga menyebabkan adanya kendala dalam bekerja, seperti jaringan terputus pada salah satu laptop pengguna, waktu tunggu yang lama untuk membuka suatu aplikasi, dan lainnya.

Untuk mengukur kualitas sebuah jaringan, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Seto, Imam, dan Ajub mengenai Analisis *Quality Of Service* (QoS) Pada Jaringan Lokal *Session Initiation Protocol* (SIP) [1] untuk melakukan pengukuran kualitas sebuah jaringan dapat dilihat dari parameter berupa *delay*, *throughput*, dan *packet loss* pada sebuah jaringan komputer. Kemudian, penelitian yang pernah dilakukan oleh Rifki dan Febri mengenai implementasi *Queue tree* untuk manajemen *bandwidth* pada arsitektur jaringan sebuah kampus modern [2] menghasilkan pembagian *bandwidth* yang merata pada semua *user*, sehingga mendapatkan nilai QoS yang baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan *queue tree*. Implementasi *queue tree* yang dilakukan pada penelitian tersebut hanya sebatas memisahkan trafik *upload* dan *download* secara umum, tidak berdasarkan *port* aplikasi, sehingga masih ada kemungkinan suatu jenis koneksi dapat terganggu.

Maka dari itu, pada penelitian ini diimplementasikan sebuah sistem manajemen *bandwidth* pada jaringan PT. Cilsy Fiolution Indonesia yang bertujuan untuk mengatur sumber daya *bandwidth* agar dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin, sehingga distribusi *bandwidth* antar pengguna dapat dibagi merata. Untuk mengukur efisiensi penggunaan manajemen *bandwidth*, digunakan metode pengukuran *Quality of Services* (QoS) menggunakan aplikasi *wireshark* pada jaringan komputer.

## II. METODE

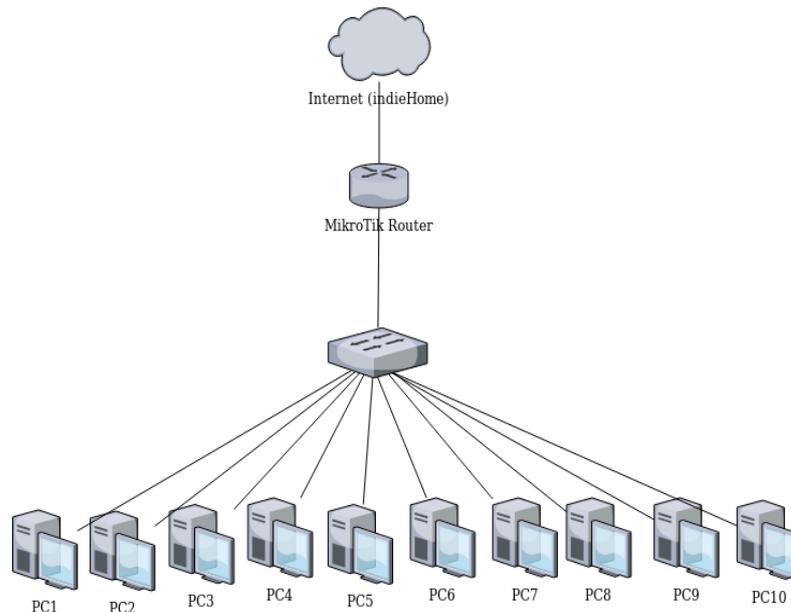
### A. Perancangan Sistem

Pada tahap implementasi ini dilakukan penerapan rancangan yang akan dibuat untuk melakukan manajemen *bandwidth* dengan hasil performansi jaringan optimal, diantaranya:

1. Menggunakan pemisahan trafik *upload* dan *download* berdasarkan *port* aplikasi, sehingga suatu layanan yang dijalankan akan lebih stabil karena tidak terinterferensi trafik aplikasi lainnya.
2. Menggunakan metode PCQ (*Per-Connection Queue*) untuk membagi *bandwidth* secara merata kepada semua *user*.
3. Pengujian *bandwidth* dan pengambilan paket data dilakukan dengan cara membandingkan nilai QoS sebelum implementasi sistem manajemen *bandwidth* dan setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth*.

**Implementasi Sistem Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series di PT Cilsy Fiolution Indonesia (Hajar Yuliana, Muhammad Fakhri Abdillah: Halaman 111 - 121)**

Implementasi sistem manajemen *bandwidth* dengan metode *queue tree* dilakukan pada perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series, berikut ini merupakan topologi sistem yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Topologi sistem manajemen *bandwidth*

Gambar 1. menunjukkan topologi dari sistem manajemen *bandwidth* yang diimplementasikan pada PT Cilsy Fiolution Indonesia. Akses internet dari modem terhubung terlebih dahulu ke perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series sebelum didistribusikan ke jaringan lokal menggunakan perangkat *switch*. Untuk pembagian alokasi *bandwidth*, digunakan pembagian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Perencanaan manajemen *bandwidth* di PT Cilsy Fiolution Indonesia

Prioritas	Jenis Trafik	Nilai CIR	Nilai MIR
Prioritas 1	DNS	Download: 80Kbps Upload: 80Kbps	Download: 20Mbps Upload: 5Mbps
	Ping	Download: 20Kbps Upload: 20Kbps	Download: 20Mbps Upload: 5Mbps
	SSH	Download: 512Kbps Upload: 512Kbps	Download: 20Mbps Upload: 5Mbps
Prioritas 2	Browsing	Download: 3Mbps Upload: 300Kbps	Download: 20Mbps Upload: 5Mbps
	Streaming	Download: 3Mbps Upload: 512Kbps	Download: 20Mbps Upload: 5Mbps
Prioritas 3	Download file	Download: 5Mbps Upload: 200Kbps	Download: 20Mbps Upload: 5Mbps
	Trafik lainnya	Download: 5Mbps Upload: 300Kbps	Download: 20Mbps Upload: 5Mbps

**B. Implementasi Sistem Manajemen Bandwidth**

Pada implementasi sistem manajemen *bandwidth* ini dilakukan dengan beberapa tahap dengan rincian sebagai berikut:

1. Penandaan koneksi dan paket yang melewati *router* menggunakan *firewall mangle*. Konfigurasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis koneksi dan paket yang melewati *router* pada suatu aktivitas jaringan. Konfigurasi *firewall mangle* yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 2.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Protocol	Src. Port	Dst. Port	In. Inter.	Out. Int.	Bytes	Packets
0	mark connection	prerouting			1 (icmp)			ether2...		0 B	0
1	mark packet	prerouting						ether14...		0 B	0
2	mark packet	prerouting						ether2...		0 B	0
3	mark connection	prerouting			17 (udp)		53	ether2...		0 B	0
4	mark packet	prerouting						ether14...		0 B	0
5	mark packet	prerouting						ether2...		0 B	0
6	mark connection	prerouting			6 (tcp)		22	ether2...		0 B	0
7	mark packet	prerouting						ether14...		0 B	0
8	mark packet	prerouting						ether2...		0 B	0
9	mark packet	forward			6 (tcp)			ether14...		0 B	0
10	mark packet	forward			6 (tcp)			ether2...		0 B	0
11	mark connection	prerouting			6 (tcp)		80.443.21	ether2...		0 B	0
12	mark connection	prerouting			6 (tcp)		80.443.21	ether2...		0 B	0
13	mark connection	prerouting			6 (tcp)		80.443.21	ether2...		0 B	0
14	mark connection	prerouting			6 (tcp)		80.443.21	ether2...		0 B	0
15	mark connection	prerouting			6 (tcp)		80.443	ether2...		0 B	0
16	mark packet	forward						ether14...		0 B	0
17	mark packet	prerouting						ether2...		0 B	0
18	mark connection	prerouting						ether2...		0 B	0
19	mark packet	forward						ether14...		0 B	0
20	mark packet	prerouting						ether2...		0 B	0

Gambar 2 Konfigurasi *firewall mangle*

2. Setelah itu, konfigurasi *queue tree* dapat dilakukan dengan mengatur alokasi *bandwidth* sesuai perencanaan pada Tabel 1, yang ditentukan berdasarkan jenis koneksi dan paket yang telah ditandai pada konfigurasi *firewall mangle*. Konfigurasi *queue tree* yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.

Name	Parent	Packet Marks	Limit At (b...)	Max Limit	Avg. R...	Queued Bytes	Bytes	Packets
Total-Download	ether2-LAN		30M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Prior1-Download	Total-Download		1M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
DNS	Prior1-Downlo...	jalur-dns-down	80k	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Ping	Prior1-Downlo...	jalur-ping-down	20k	30M	0 bps	0 B	0 B	0
SSH	Prior1-Downlo...	jalur-ssh-down	512k	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Prior2-Download	Total-Download		5M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Browsing	Prior2-Downlo...	jalur-browsing-down	3M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Streaming	Prior2-Downlo...	jalur-streaming-down	3M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Prior3-Download	Total-Download		4M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Download	Prior3-Downlo...	jalur-download	5M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Lainnya	Prior3-Downlo...	jalur-lainnya-down	5M	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Total-Upload	global		10M	10M	0 bps	0 B	0 B	0
Prior1-Upload	Total-Upload		500k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
Upload-dns	Prior1-Upload	jalur-dns-up	75k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
Upload-ping	Prior1-Upload	jalur-ping-up	25k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
upload-SSH	Prior1-Upload	jalur-ssh-up	512k	30M	0 bps	0 B	0 B	0
Prior2-Upload	Total-Upload		300k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
Upload-browsing	Prior2-Upload	jalur-browsing-up	300k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
Upload-streaming	Prior2-Upload	jalur-streaming-up	512k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
Prior3-Upload	Total-Upload		500k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
Upload-file	Prior3-Upload	jalur-upload	200k	5M	0 bps	0 B	0 B	0
Upload-lainnya	Prior3-Upload	jalur-lainnya-up	300k	5M	0 bps	0 B	0 B	0

Gambar 3 Konfigurasi *queue tree*

3. Pengujian dilakukan dengan 2 metode, yaitu pengukuran *bandwidth* menggunakan aplikasi web *speedtest.net*, dan pengukuran parameter QoS menggunakan aplikasi *Wireshark*.

**III. HASIL DAN DISKUSI**

Dari hasil pengukuran setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, didapat grafik perbandingan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan distribusi perbandingan hasil *speedtest* yang dilakukan dengan melakukan aktifitas *download* pada 10 komputer/PC. Diagram batang yang berwarna biru tua menunjukkan kondisi hasil *speedtest* sebelum dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth*. Dari Gambar 4 menunjukkan kondisi persebaran besarnya hasil *download* setiap PC tidak sama. Hal ini dapat dilihat pada diagram bahwa terdapat *user* yang mendapatkan alokasi *bandwidth* cukup besar dibandingkan dengan *user* lainnya, yaitu PC1 dengan *bandwidth* 9,39 Mbps

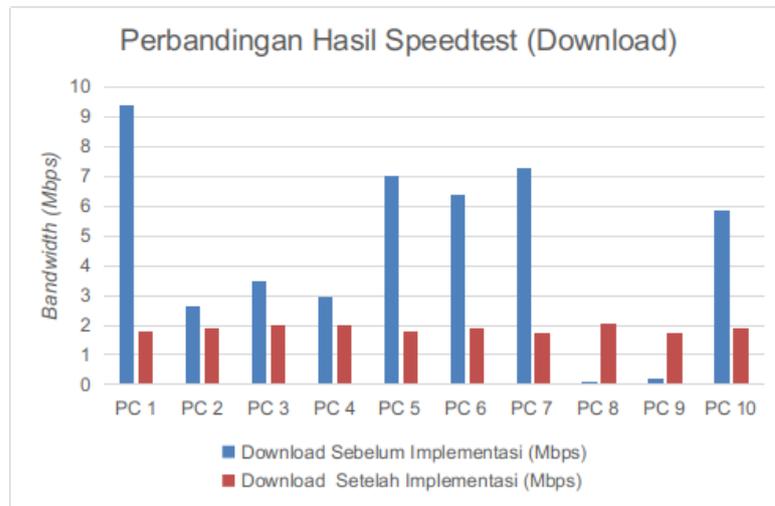
**Implementasi Sistem Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series di PT Cilsy Fiolution Indonesia (Hajar Yuliana, Muhammad Fakhri Abdillah: Halaman 111 - 121)**

sementara di saat yang bersamaan terdapat *user* yang hanya mendapatkan *bandwidth* 0,1 Mbps yaitu PC8

Hal ini menunjukkan bahwa *bandwidth* tidak diatur sedemikian rupa, sehingga setiap pengguna bisa mendapatkan hasil yang berbeda dan hal ini cukup tidak optimal pada kondisi jaringan.

Sedangkan diagram batang yang berwarna merah kecoklatan pada Gambar 4 menunjukkan distribusi hasil *speedtest* dari 10 PC yang besarnya terukur sama. Kondisi ini terjadi karena telah diterapkan sistem manajemen *bandwidth*. Setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, setiap *user* yang terhubung di jaringan memiliki besar *bandwidth* yang sama rata yaitu dengan rata-rata *bandwidth* 1,88 Mbps. Hal ini menunjukkan bahwa *bandwidth* diatur secara optimal agar semua *user* mendapatkan kapasitas yang optimal dan merata.

Apabila diukur menggunakan aplikasi *wireshark*, didapatkan hasil berupa data yang dapat diolah sehingga mendapatkan informasi parameter QoS. Hasil penelitian ini disampaikan pada paragraf selanjutnya.



Gambar 4 Perbandingan *bandwidth* download sebelum dan setelah implementasi sistem.

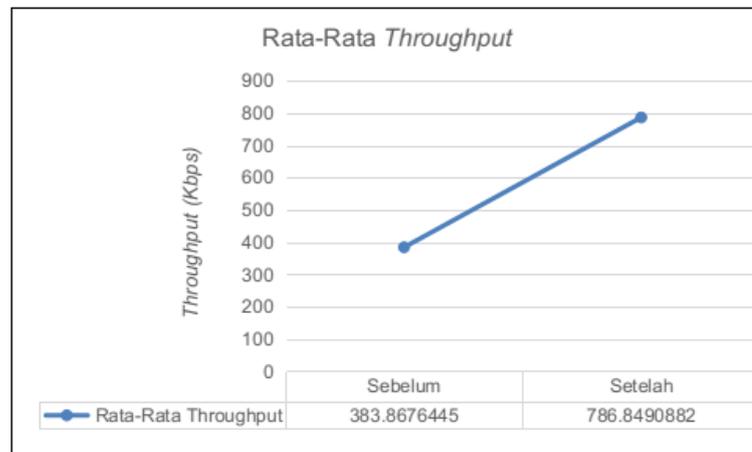
Sebelum implementasi sistem dilakukan, nilai *throughput* rata-rata pada semua *host* hanya 383,868 Kbps, semetara setelah dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth*, nilai rata-rata *throughput* meningkat hingga 768,849 Kbps. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan nilai *throughput* hingga 104,98% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 2 Hasil pengukuran *throughput* sebelum implementasi sistem (Kbps)

User	Ping	SSH	DNS	Browsing	Streaming	Download	Upload
PC 1	129,96	120,70	107,37	1788,79	1455,40	1197,06	383,09
PC 2	94,06	39,39	33,15	598,02	475,63	327,18	111,83
PC 3	118,80	51,28	50,33	884,60	718,35	628,25	180,15
PC 4	115,27	38,48	39,04	651,90	465,67	422,76	120,37
PC 5	24,30	90,39	90,51	1302,86	1138,69	900,18	253,52
PC 6	39,80	86,21	84,38	1185,89	1142,05	1177,40	309,80
PC 7	51,39	94,20	91,57	1383,54	1289,87	1082,60	348,08
PC 8	111,27	0,00	0,01	0,30	0,05	0,01	0,01
PC 9	104,18	0,01	0,02	0,33	0,06	0,03	0,01
PC 10	86,81	81,78	68,04	1170,99	732,06	752,46	248,20

Pengukuran parameter throughput dapat dihitung dengan melihat jumlah paket yang datang terhadap lama pengamatan, yaitu 2 menit pada masing-masing percobaan. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran throughput pada masing-masing protokol yang diukur sebelum dilakukan implementasi sistem. Throughput ini merupakan salah satu parameter yang harus diukur dan dianalisis berdasarkan standar ITSE. Beberapa bagian dari throughput yang harus dianalisis diantaranya adalah hasil ping, SSH, DNS, browsing, streaming, download, dan upload.

Setelah mendapatkan data awal berupa hasil pengukuran sebelum implementasi sistem, selanjutnya dilakukan pengukuran *bandwidth* setelah implementasi sistem *bandwidth* dilakukan. Hasil pengukuran *throughput* ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 5 Perbandingan nilai rata-rata *throughput*

Dari hasil pengukuran QoS pada jaringan yang telah dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth* menggunakan perangkat Mikrotik, dapat dilihat bahwa Tabel 3 menunjukkan nilai yang stabil untuk masing-masing protokol. Sebelum implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan terlihat bahwa pada saat 10 *client* melakukan aktivitas bersamaan, maka nilai *throughput* akan stabil dikarenakan adanya pembagian trafik berdasarkan jenis protokol dan prioritas. Hal ini merupakan hasil dari implementasi manajemen *bandwidth* menggunakan *queue tree* yang menjamin setiap *user* akan mendapatkan batas minimum kecepatan tertentu atau disebut dengan CIR (*Committed Information Rate*), sehingga *user* tidak akan merasa terganggu meskipun jaringan dipakai secara bersamaan dengan jenis trafik yang berbeda. Apabila dilihat dari rata-rata keseluruhan nilai *throughput* baik sebelum dan setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth*, maka dapat terlihat peningkatan kualitas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 3 Hasil pengukuran *throughput* setelah implementasi sistem (Kbps)

User	Ping	SSH	DNS	Brows- ing	Stream- ing	Down- load	Upload
PC 1	132,48	148,93	132,48	2207,20	1795,82	1477,06	472,70
PC 2	117,57	139,71	117,57	2120,98	1686,92	1160,39	396,62
PC 3	118,80	121,04	118,80	2088,14	1695,69	1483,02	425,26
PC 4	122,05	120,31	122,05	2038,05	1455,83	1321,67	376,30
PC 5	121,49	121,32	121,49	1748,77	1528,42	1208,28	340,30
PC 6	119,39	121,99	119,39	1678,05	1616,02	1666,04	438,37
PC 7	119,90	123,34	119,90	1811,54	1688,90	1417,50	455,76
PC 8	115,97	122,72	115,97	1639,00	1703,53	1146,63	308,17
PC 9	111,71	121,73	111,71	1652,75	1449,72	1159,65	308,83
PC 10	100,52	120,81	100,52	1730,01	1081,53	1111,67	366,69

**Implementasi Sistem Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series di PT Cilsy Fiolution Indonesia (Hajar Yuliana, Muhammad Fakhri Abdillah: Halaman 111 - 121)**

Sebelum implementasi sistem dilakukan, nilai *delay* rata-rata yang terukur pada semua *host* adalah 24,023 ms, sementara setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, nilai *delay* turun menjadi 11,07 ms. Hal ini menunjukkan adanya penurunan nilai *delay* hingga 53,91% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Penurunan *delay* ini terjadi karena pembagian *bandwidth* yang merata setiap pengguna, sehingga setiap pengguna memiliki jatah *bandwidth* yang sama, dan tidak ada pengguna yang mendapatkan *bandwidth* yang terlalu kecil. Karena pada kondisi sebelum implementasi sistem manajemen *bandwidth*, pengguna yang mendapatkan *bandwidth* yang kecil, akan memungkinkan terjadinya *delay* atau keterlambatan pengiriman data dan informasi yang cukup tinggi. Kondisi penurunan kondisi *delay* juga ditunjukkan oleh Gambar 6. Sebelum dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth*, kondisi *delay* jaringan cukup tinggi hingga mencapai 24 ms. Akan tetapi kemudian mengalami penurunan hingga mencapai 11 ms, setelah dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth*.

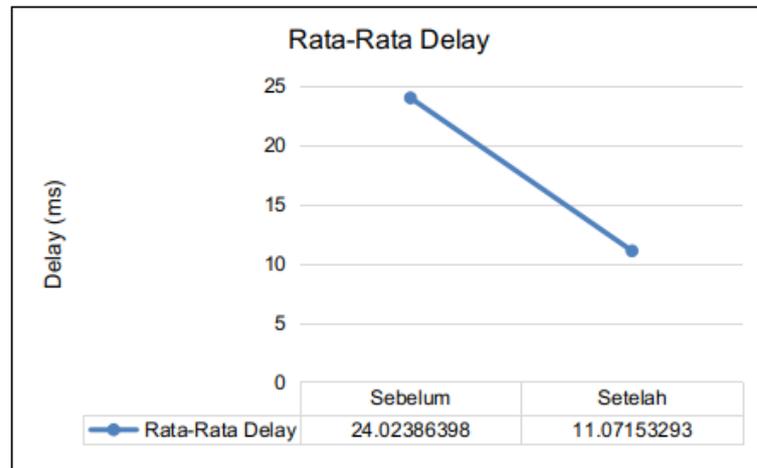
Pengukuran parameter *delay* dapat dihitung dengan melihat waktu tunda yang terjadi antara paket yang ditransmisikan terhadap waktu pengamatan. Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran *delay* pada masing-masing protokol yang diukur sebelum dilakukan implementasi sistem.

Tabel 4 Hasil pengukuran *delay* sebelum implementasi sistem (dalam ms)

User	Ping	SSH	DNS	Browsing	Streaming	Download	Upload
PC 1	31,713	13,642	10,462	0,205	1,369	0,569	3,107
PC 2	37,382	21,578	9,107	4,805	27,762	8,471	4,158
PC 3	62,299	14,876	56,408	4,137	40,159	36,732	35,318
PC 4	32,678	16,195	11,260	3,610	43,246	0,271	8,306
PC 5	56,072	11,331	6,722	3,135	7,369	36,620	26,344
PC 6	52,018	11,218	45,166	3,500	0,198	1,445	3,107
PC 7	49,158	12,495	3,131	0,411	6,216	0,157	7,988
PC 8	32,448	226,459	225,358	4,766	11,636	1,834	17,754
PC 9	33,332	76,373	43,456	25,468	11,663	1,028	0,905
PC 10	35,221	11,358	38,332	0,214	0,146	0,283	0,010

Setelah mendapatkan data awal berupa hasil pengukuran sebelum implementasi sistem, selanjutnya dilakukan pengukuran *bandwidth* setelah implementasi sistem *bandwidth* dilakukan. Hasil pengukuran *delay* ditunjukkan pada Tabel 5.

Berdasarkan data pada Tabel 4 yang menunjukkan parameter *delay* sebelum dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth*, *delay* yang terukur cukup besar, yaitu dengan nilai *delay* terbesar 226,459 ms di salah satu pengguna yang terhubung, sementara pada pengguna lain tidak terjadi *delay* yang terlalu besar. Hal ini menunjukkan pembagian distribusi *bandwidth* tidak merata, sehingga salah satu pengguna merasakan waktu tunda yang lama. Setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, terlihat pada data yang ditunjukkan Tabel 5. bahwa nilai *delay* yang terukur menunjukkan nilai yang sangat kecil, yaitu nilai *delay time* tertinggi adalah 35,783 ms. Apabila dihitung nilai rata-rata *delay* yang terjadi baik sebelum dan setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, maka didapat grafik perbandingan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Perbandingan nilai rata-rata *delay*

Dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *delay* yang terukur sebelum implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan adalah 24,023 ms, namun nilai rata-rata *delay* yang terjadi setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan adalah 11,07 ms. Hal ini menunjukkan dengan adanya implementasi sistem manajemen *bandwidth* dapat menekan nilai *delay* hingga 53,91%. Nilai *delay* yang terjadi ini dapat dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya media jaringan yang digunakan, intensitas trafik yang sedang berlangsung pada saat pengukuran dilakukan, ketersediaan *server*, kecepatan proses *resolve domain*, dan proses *queuing* pada perangkat *router*. Apabila mengacu pada parameter standar ETSI [3], nilai *delay* yang terjadi masih termasuk kategori sangat bagus, yaitu kurang dari 150 ms, sehingga *user* tidak terlalu terganggu dengan adanya *delay* ini.

Tabel 5 Hasil pengukuran *delay* setelah implementasi sistem (dalam ms)

User	Ping	SSH	DNS	Brows- ing	Stream- ing	Down- load	Upload
PC 1	31,120	11,468	8,795	0,172	1,151	0,478	2,612
PC 2	31,152	12,559	5,301	2,797	16,159	4,931	2,420
PC 3	31,150	9,437	35,784	2,624	25,476	23,302	22,404
PC 4	30,959	9,639	6,702	2,149	25,740	0,162	4,943
PC 5	31,151	9,029	5,356	2,498	5,872	29,180	20,991
PC 6	31,211	8,674	34,924	2,706	0,153	1,117	2,403
PC 7	31,282	10,107	2,533	0,332	5,028	0,127	6,462
PC 8	31,184	10,388	10,338	0,219	0,534	0,084	0,814
PC 9	31,227	8,872	5,048	2,958	1,355	0,119	0,105
PC 10	30,994	8,584	28,971	0,162	0,110	0,214	0,007

1. Sebelum implementasi sistem dilakukan, nilai *packet loss* rata-rata yang terukur pada sistem adalah 2,558%, sementara setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, nilai rata-rata *packet loss* dapat ditekan menjadi 0,588%. Hal ini menunjukkan adanya penurunan nilai *packet loss* hingga 77% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Pengukuran parameter *packet loss* dapat dihitung dengan melihat perbandingan paket yang gagal ditransmisikan terhadap paket yang berhasil ditransmisikan. Tabel 6. menunjukkan hasil pengukuran *packet loss* pada masing-masing protokol yang diukur sebelum dilakukan implementasi sistem.

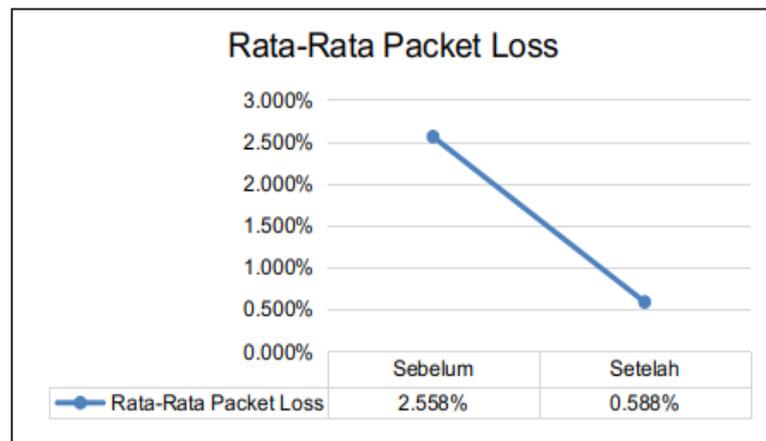
**Implementasi Sistem Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series di PT Cilsy Fiolution Indonesia (Hajar Yuliana, Muhammad Fakhri Abdillah: Halaman 111 - 121)**

Tabel 6 Hasil pengukuran *packet loss* sebelum implementasi sistem

User	Ping	SSH	DNS	Browsing	Streaming	Download	Upload
PC 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,47%	2,83%	0,78%	0,05%
PC 2	0,00%	0,00%	0,00%	0,69%	4,85%	0,47%	0,52%
PC 3	0,00%	0,00%	0,00%	0,89%	2,92%	2,93%	1,04%
PC 4	0,00%	0,00%	0,00%	3,12%	2,38%	1,98%	0,38%
PC 5	0,00%	1,36%	0,00%	1,42%	2,81%	1,71%	0,57%
PC 6	0,00%	0,00%	0,00%	0,88%	3,51%	1,86%	0,10%
PC 7	0,00%	1,03%	0,00%	0,37%	2,66%	1,62%	0,39%
PC 8	2,00%	13,05%	0,00%	21,58%	43,10%	28,08%	7,75%
PC 9	3,10%	0,00%	0,00%	0,77%	4,40%	6,20%	0,37%
PC 10	0,00%	0,00%	0,00%	0,48%	0,80%	0,75%	0,08%

Setelah dilakukan pengukuran sebelum implementasi sistem diterapkan, selanjutnya dilakukan pengukuran *bandwidth* setelah implementasi sistem *bandwidth* dilakukan. Hasil pengukuran *packet loss* ditunjukkan pada Tabel 7.

Berdasarkan data pada Tabel 6. yang menunjukkan parameter *packet loss* sebelum dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth*, *packet loss* yang terukur cukup besar, yaitu dengan nilai *delay* terbesar 28.08% di salah satu pengguna yang terhubung, sementara pada pengguna lain tidak terjadi *delay* yang terlalu besar. Hal ini menunjukkan pembagian distribusi *bandwidth* tidak merata, sehingga salah satu pengguna merasakan waktu tunda yang lama.



Gambar 7 Perbandingan nilai rata-rata *packet loss*

Setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, terlihat pada data yang ditunjukkan Tabel 7. bahwa nilai *delay* yang terukur menunjukkan nilai yang sangat kecil, yaitu nilai *delay time* tertinggi adalah 2,82%. Apabila dihitung nilai rata-rata *delay* yang terjadi baik sebelum dan setelah implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, maka didapat grafik perbandingan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 7 Hasil pengukuran *packet loss* setelah implementasi sistem

User	Ping	SSH	DNS	Browsing	Streaming	Download	Upload
PC 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,39%	2,38%	0,65%	0,04%
PC 2	0,00%	0,00%	0,00%	0,40%	2,82%	0,28%	0,31%
PC 3	0,00%	0,00%	0,00%	0,56%	1,85%	1,86%	0,66%
PC 4	0,00%	0,00%	0,00%	1,86%	1,42%	1,18%	0,23%
PC 5	0,00%	1,08%	0,00%	1,13%	2,24%	1,36%	0,45%
PC 6	0,00%	0,00%	0,00%	0,68%	2,71%	1,44%	0,07%
PC 7	0,00%	0,83%	0,00%	0,30%	2,15%	1,31%	0,31%
PC 8	0,00%	0,60%	0,00%	0,99%	1,98%	1,29%	0,36%
PC 9	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	0,51%	0,72%	0,04%
PC 10	0,00%	0,00%	0,00%	0,36%	0,61%	0,57%	0,06%

Apabila dibandingkan dengan pengukuran sebelum implementasi sistem manajemen *bandwidth* dilakukan, maka rata-rata nilai *packet loss* dapat ditekan hingga 77,01%. *Packet loss* tertinggi terjadi pada aktivitas *streaming*, karena pada saat *streaming* melalui situs penyedia layanan *video streaming* seperti *YouTube*, *Vimeo*, dan *DailyMotion*, data video akan mengalir terus menerus tanpa jeda, sehingga rentan terjadi *packet loss*. Meskipun terjadi *packet loss* saat transmisi data, namun hal ini tidak akan dirasakan oleh *user*, dikarenakan protokol yang diukur berjenis *Transmission Control Protocol* (TCP), dimana apabila terjadi *packet loss* di sisi penerima, maka penerima akan mengirimkan sinyal kepada pengirim asal untuk mengirimkan kembali paket yang hilang, sehingga nantinya pengguna tidak akan merasakan efek dari paket yang hilang sebelumnya.

Apabila mengacu pada standar ETSI *Packet Loss*[3], maka kualitas jaringan setelah dilakukan implementasi sistem manajemen *bandwidth* dapat dikategorikan sebagai jaringan yang bagus, karena nilai *delay* yang terjadi berada diantara rentang 1-3%.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *bandwidth* yang terukur pada jaringan yang menerapkan implementasi sistem manajemen *bandwidth* menggunakan *queue tree*. Penggunaan metode *queue tree* ini menunjukkan kondisi hasil yang lebih stabil dan distribusi yang merata untuk semua pengguna. Para pengguna internet yang terhubung internet pada jaringan tersebut mendapatkan *bandwidth* yang sama besar yaitu sekitar 1,8 Mbps.

Sedangkan dari hasil pengukuran QoS pada aplikasi *Wireshark*, manajemen *bandwidth* dengan metode *queue tree* memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan tanpa menggunakan sistem manajemen *bandwidth* sama sekali, yaitu peningkatan nilai rata-rata *throughput* hingga 104,98%, penurunan nilai rata-rata *delay* hingga 53,91%, dan penurunan nilai rata-rata tingkat *packet loss* hingga 77%, sehingga mendapatkan kualitas jaringan yang sangat baik berdasarkan standar ITSE. Dari sisi pengukuran QoS ini menunjukkan bahwa penggunaan metode *queue tree* pada sistem manajemen *bandwidth* ini sangat membantu dalam mengoptimalkan performa atau kinerja jaringannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Seto, S. Imam, dan Z. Ajub, "Analisis quality of Service (QoS) Pada Jaringan Lokal Session Initiation Protocol (SIP) Menggunakan GNS3," 2013.
- [2] R. Perwira dan F. Lianto, "Queue Tree Implementation for Bandwidth Management in Modern Campus Network Architecture," *KINETIK*, vol. 3, pp. 17–26, 2018.
- [3] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," vol. 2.1.1, 1999.
- [4] R. Towidjojo, *MikroTik Kung Fu: Kitab 3*. 2016.
- [5] H. Yulianto, *Jaringan Komputer Wire dan Wireless Beserta Penerapannya*. 2018.

***Implementasi Sistem Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Queue Tree pada Perangkat MikroTik RB941-2nD hAP Lite Series di PT Cilsy Fiolution Indonesia (Hajar Yuliana, Muhammad Fakhri Abdillah: Halaman 111 - 121)***

---

- [6] S. Budiyanto dan A. S. Prasetyo, "Studi Analisis Performansi Protokol Routing IS-IS Dan OPFv3 Pada IPV6 Untuk Layanan Video Streaming," J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana, vol. 5, pp. 18–32, 2014.
- [7] I. Sofana, *Membangun Jaringan Komputer*. 2008
- [8] K. J. F. dan R. K. W., *Computer Networking A top down approach Featuring the Internet*. 2003.
- [9] E. S. Mulyanta, *Pengenalan Protokol Jaringan Wireless Komputer*. 2005.
- [10] R. Towidjojo, *MikroTik Kung Fu: Kitab 3*. 2016.
- [11] Anonim, "Penggunaan Custom Chain pada Firewall Mikrotik." [Online]. Tersedia: [http://mikrotik.co.id/artikel\\_lihat.php?id=146](http://mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=146). [Diakses pada: 20 Juli 2019].
- [12] Mikrotik, "Manual: Queues PCQ -MikroTik Wiki." [Online]. Tersedia: [https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queues\\_-\\_PCQ](https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queues_-_PCQ). [Diakses pada: 20 Juli 2019].
- [13] Mikrotik, "Manual: HTB - MikroTik Wiki." [Online]. Tersedia: <https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:HTB>. [Diakses pada: 20 Jul 2019].
- [14] Athilah, *Mikrotik Untuk Pemula*. 2013.
- [15] Kustanto dan D. T. Saputro, *Membangun Server Internet dengan MikroTik OS*. 2008.

## **Implementasi Algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler**

**Dede Irawan Saputra <sup>1\*)</sup>, Dadang Lukman Hakim <sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

<sup>2)</sup>Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia

<sup>\*</sup>Korespondensi : dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id

### **Abstrak**

Klasifikasi yang dilakukan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier dapat menggunakan data kontinu seperti parameter-parameter yang menjadi pertimbangan terjadinya tsunami. Data yang dikumpulkan untuk proses klasifikasi merupakan beberapa data gempa bumi yang terjadi di Indonesia dalam kurun waktu dua puluh tahun terakhir. Data dari terjadinya gempa bumi yang diambil antara lain adalah waktu terjadinya, tempat terjadinya gempa, besar kekuatan gempa, kedalaman terjadinya gempa, dan juga jarak pusat gempa terhadap kota terdekat terjadinya gempa. Adapaun parameter yang diperlukan dalam mengimplementasikan proses prediksi adalah nilai rata-rata dari magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan jarak episentrum. Berikutnya diperlukan juga nilai dari masing-masing standar deviasi dari magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan jarak episentrum. Pada mikrokontroler dapat diimplementasikan persamaan fungsi *Probabilistic Density Function* untuk menghitung potensi tsunami. algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier berbasis mikrokontroler dengan klasifikasi "Berpotensi Tsunami" dan "Tidak Berpotensi Tsunami" memiliki akurasi sebesar 96%.

**Kata kunci** : Gaussian Naive Bayes Classifier, Potensi Tsunami, Mikrokontroler

### **Abstract**

*The classification carried out by the Gaussian Naive Bayes Classifier algorithm can use continuous data such as the parameters that are considered when a tsunami occurs. The data collected for the classification process is some earthquake data that has occurred in Indonesia in the last twenty years. Data from the occurrence of earthquakes that are taken include the time of occurrence, the place where the earthquake occurred, the magnitude of the earthquake, the depth of the earthquake, and also the distance from the epicenter to the nearest city where the earthquake occurred. The parameters needed in implementing the prediction process are the average value of the magnitude, the depth of the epicenter, and the distance to the epicenter. Next, the values of each standard deviation of magnitude, depth of the epicenter, and distance of the epicenter are also required. The microcontroller can implement the Probabilistic Density Function equation to calculate the potential for a tsunami. the microcontroller-based Gaussian Naive Bayes Classifier algorithm with the classification "Tsunami Potential" and "No Tsunami Potential" has an accuracy of 96%.*

**Keywords** : Gaussian Naive Bayes Classifier, Tsunami Potential, Microcontroller

## **I. PENDAHULUAN**

---

### Info Makalah:

Dikirim : 11-28-2022;

Revisi 1 : 12-26-2022;

Diterima : 12-26-2022;

### Penulis Korespondensi:

Telp : +62-89623-001126

e-mail : [dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id](mailto:dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id)

---

dapat terawasi. Klasifikasi objek pada teknik *supervised learning* dapat digunakan untuk prediksi dengan

menetapkan label kelas menggunakan probabilitas bersyarat dengan ukuran peluang suatu peristiwa yang terjadi berdasarkan peristiwa lain yang telah terbukti [2]. Metode Naive Bayes Classifier dapat digunakan untuk melakukan prediksi di masa depan [3]. Prediksi merupakan proses keilmuan untuk mendapatkan pengetahuan secara berurutan berdasarkan bukti-bukti.

Metode Naive Bayes Classifier juga dapat diterapkan seperti klasifikasi sehingga setiap data diasumsikan sebagai variabel bebas yang dapat mempertimbangkan nilai dari variabel klasifikasi [4]. ketika bekerja dengan data kontinu, asumsi yang sering diambil adalah bahwa nilai kontinu yang diasosiasikan dengan setiap kelas didistribusikan menurut distribusi normal atau Gaussian [5]. Kemungkinan fitur diasumsikan sebagai Gaussian Naive Bayes mendukung fitur bernilai kontinu dan masing-masing model sesuai dengan distribusi Gaussian atau terdistribusi normal.

Seperti contoh pada klasifikasi kekuatan gempa berdasarkan kedalaman hiposentrum yang diperlukan untuk mengetahui potensi kekuatan gempa yang tersebar di wilayah Indonesia [6] dengan hasil rata-rata akurasi algoritma Naive Bayes sebesar 72,3% dan algoritma Naive Bayes dan Adaboost sebesar 85,3% [7]. Pada bidang informasi misalnya dapat diimplementasikan untuk melakukan pengambilan keputusan hasil dari proses pengamatan menggunakan beberapa sensor [8] seperti memantau kondisi laut saat ini yang dilengkapi dengan aplikasi web yang dapat mengklasifikasikan kondisi laut dalam bentuk “Potensi” dan “Tidak Potensial” dengan menggunakan Algoritma Naive Bayes yang dapat memberikan akurasi 95% [8].

Pada makalah ini akan diimplementasikan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier pada mikrokontroler sebagai alat pendeteksi dini potensi terjadinya tsunami. Informasi yang bersifat faktual dapat langsung diproses dan ditampilkan sesuai pada perancangan prediksi potensi terjadinya tsunami dengan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier ini dimulai dengan melakukan penginputan dan pengumpulan data klasifikasi dan kelasnya. Data set disini dapat digunakan sebagai variabel input dan juga variabel output. Data set yang sudah dihimpun akan dijadikan data latih, dan tersebut dapat diambil dari laman resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) [9]. Selanjutnya data tersebut diolah dengan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier agar dapat digunakan untuk menentukan prediksi potensi terjadinya tsunami dari suatu gempa yang terjadi. Dalam perancangan prediksi potensi terjadinya tsunami dengan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier ini menggunakan 3 variabel input diantaranya adalah magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan juga jarak daratan terhadap episentrum gempa [10], ketiga variabel itu digunakan untuk menentukan 1 variabel *output class* yaitu potensi terjadinya tsunami atau tidak terjadi tsunami. Algoritma tersebut kemudian direalisasikan menggunakan bahasa pemrograman C dan Arduino kemudian diimplementasikan pada mikrokontroler dengan papan Arduino Uno [11] sebagai fungsi yang dapat mengeksekusi input dari sensor. Untuk merealisasikan sistem tersebut dibuat berupa prototipe sensor-sensor magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan juga jarak daratan terhadap episentrum gempa menggunakan potensiometer serta menampilkan hasil keputusan pada layar LCD.

## II. METODE

### A. Gaussian Naive Bayes Classifier

Naive Bayes adalah algoritma yang mengklasifikasikan data berdasarkan perhitungan probabilitas kelompok dan menjumlahkan kombinasi nilai dari kumpulan data yang telah dikumpulkan [11]. Klasifikasi Naive Bayes memiliki hasil akurasi yang bagus dan stabil. Namun, Naive Bayes menghasilkan beberapa kondisi yang akan menghasilkan nilai akurasi yang rendah jika ditambahkan fitur dan parameter data [12]. Dalam penelitian ini data yang diolah adalah data numerik, untuk itu dalam menghitung nilai probabilitas kelas dapat menggunakan fungsi *Probability Density Function* (PDF). Dalam fungsi PDF dapat mewakili distribusi data yang diketahui, berikut adalah rumus PDF yang ditunjukkan pada persamaan 1 dan rumus standar deviasi yang ditunjukkan pada persamaan 2. Persamaan tersebut dikenal dengan formula Gaussian Naive Bayes Classifier [8].

$$P(X_i = x_i | Y = y_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x_i - \bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Keterangan:

$P$  : Probabilitas

$X_i$  : Atribut

$x_i$  : nilai atribut

$Y$  : Kelas yang berhubungan

$y_j$  : sub kelas yang berhubungan

$\bar{x}$  : rata-rata

# Implementasi Algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler

(Dede Irawan Saputra, Dadang Lukman Hakim: Halaman 122 - 138)

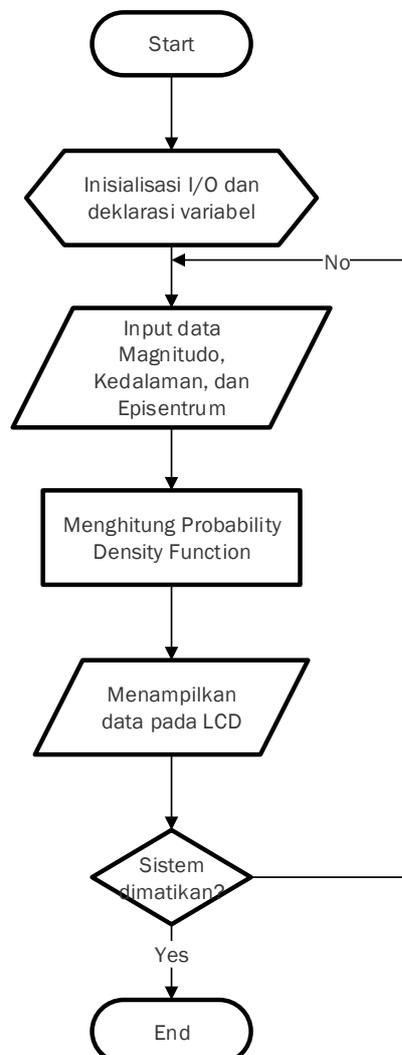
$\sigma$  : standar deviasi  
 $n$  : banyaknya data

Selanjutnya persamaan tersebut akan diimplementasikan pada mikrokontroler dengan membuat sebuah fungsi sebagai berikut:

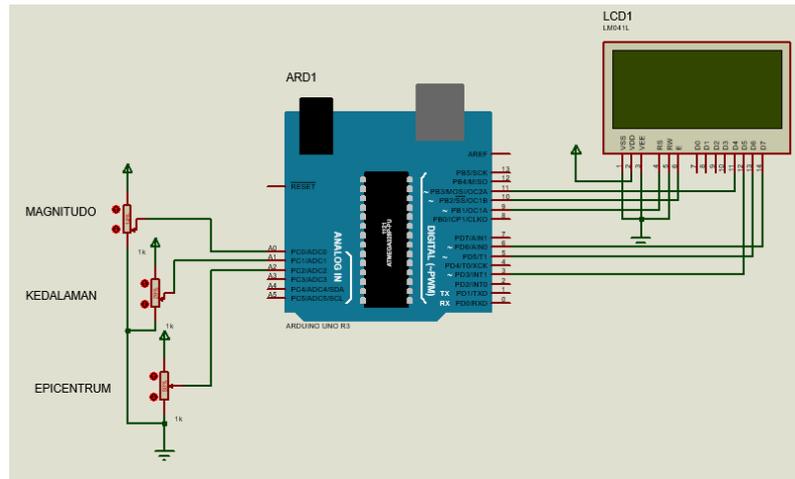
```
float probDensityFunction (float stdDeviasi, float nilaiMean, float input){  
    return (1/(sqrt(2*3.14) * stdDeviasi))*exp(-((pow((input - nilaiMean), 2)))/(2*(pow((stdDeviasi), 2))));  
}
```

## B. Perancangan simulasi

Berikut flowchart pemrograman pada mikrokontroler yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. algoritma dimulai start, kemudian inialisasi beserta deklarasi berbagai variabel yang digunakan. Selanjutnya adalah memasukan ketiga input variabel yaitu berupa magnitudo, kedalaman, dan jarak episentrum. Dari ketiga input tersebut nantinya akan dicari masing-masing nilai untuk setiap atribut diantaranya nilai rata-rata, standar deviasi dari masing-masing kelas yang berhubungan. Ketiga input tersebut akan dianalogikan menggunakan tiga buah potensiometer, sedangkan algoritma PDF akan diimplementasikan pada papan Arduino Uno, serta output hasil perhitungan ditampilkan pada LCD berupa keputusan “Berpotensi Tsunami” atau “Tidak Berpotensi Tsunami” seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Flowchart implementasi algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier pada mikrokontroler



Gambar 2 Simulasi mikokontroler pada *software* Proteus

*C. Variabel penelitian*

Pada perancangan prediksi potensi terjadinya tsunami dengan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier ini menggunakan 3 variabel masukan dengan data yang bersifat kontinu diantaranya adalah magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan juga jarak daratan terhadap episentrum gempa, ketiga variabel itu digunakan untuk menentukan 1 variabel output dengan data bersifat diskrit yaitu “Berpotensi Tsunami” atau “Tidak Berpotensi Tsunami”. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Variabel penelitian

No	Variabel	Definisi Variabel
1	Magnitudo	Nilai besaran gempa bumi dalam satuan Skala Richter
2	Kedalaman pusat gempa	Kedalaman pusat terjadinya pergeseran lempeng tektonik dalam satuan Km
3	Jarak daratan terhadap episentrum gempa	Jarak daratan yang terdekat dengan pusat gempa yang terjadi di darat atau di laut dalam satuan Km
4	Potensi tsunami	Potensi terjadinya tsunami yang disebabkan oleh besarnya magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan juga jarak daratan terhadap episentrum gempa

*D. Analisis data penelitian*

Data yang dikumpulkan untuk data latih merupakan beberapa data gempa bumi yang terjadi di Indonesia dalam kurun waktu 20 tahun terakhir. Data dari terjadinya gempa bumi yang diambil antara lain adalah waktu terjadinya, tempat terjadinya gempa, besar kekuatan gempa, kedalaman terjadinya gempa, dan juga jarak pusat gempa terhadap kota terdekat terjadinya gempa. Data tersebut diambil dari laman BMKG dengan jumlah data set sebanyak 30 buah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2 *Data set* potensi tsunami di Indonesia

No	Tanggal	Magnitudo (SR)	Kedalaman (km)	Jarak Episentrum (km)	Potensi Tsunami	Wilayah
1	26/12/04	9.1	30	160	Ya	Aceh
2	17/07/06	6.8	30	225	Ya	Pangandaran
3	02/09/09	7.3	49	142	Ya	Pangandaran
4	25/10/10	7.2	10	78	Ya	Mentawai
5	15/11/14	7.3	48	160	Ya	Halmahera
6	02/03/16	8.3	10	682	Ya	Mentawai
7	23/07/16	5.6	10	334	Tidak	Bengkulu
8	29/01/17	4.9	10	166	Tidak	Malang
9	01/11/17	3.5	10	5	Tidak	Karo
10	08/11/17	4.2	10	28	Tidak	Aceh
11	05/08/18	7	15	18	Ya	Lombok

# Implementasi Algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler

(Dede Irawan Saputra, Dadang Lukman Hakim: Halaman 122 - 138)

No	Tanggal	Magnitudo (SR)	Kedalaman (km)	Jarak Episentrum (km)	Potensi Tsunami	Wilayah
12	28/09/18	7.4	10	80	Ya	Palu
13	28/12/18	6.1	26	55	Tidak	Manokwari
14	01/01/19	5.2	81	102	Tidak	Rotendao
15	02/08/19	7.4	48	164	Ya	Banten
16	06/05/20	7.3	133	181	Tidak	Maluku
17	07/07/20	6.1	578	53	Tidak	Jepara
18	01/08/20	4.5	12	14	Tidak	Indramayu
19	16/10/20	5	20	57	Tidak	Bengkulu
20	05/06/21	3	3	6.2	Tidak	Sukabumi
21	16/10/21	4.8	10	8	Tidak	Bali
22	01/12/21	3.7	10	23	Tidak	Garut
23	14/12/21	7.5	12	112	Ya	Flores
24	30/12/21	7.4	210	45	Tidak	Maluku
25	14/01/22	6.7	10	44	Tidak	Banten
26	04/02/22	5.5	10	72.2	Tidak	Banten
27	25/02/22	6.5	10	18	Tidak	Pasaman
28	01/03/22	4.5	10	46	Tidak	Paser
29	04/03/22	5.3	10	6	Tidak	Sumba
30	05/03/22	6	10	125	Tidak	Maluku

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### A. Identifikasi data set

Berdasarkan ketiga puluh data tersebut dapat dilihat pada atribut magnitudo, kedalaman, dan jarak episentrum memiliki data kontinu dan pada atribut potensi tsunami memiliki data diskrit yang dibagi menjadi dua kelas yaitu "Ya", dan "Tidak". Data tersebut dapat digunakan untuk melakukan proses prediksi menggunakan metode Gaussian Naive Bayes Classifier dengan menentukan standar deviasi dari masing-masing atribut pada kelas potensi tsunami. Berikut data set potensi tsunami yang digunakan yang terdiri dari tiga atribut input dan satu atribut output dengan dua kelas yang ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3 Data set potensi tsunami tiga kelas input satu kelas output

No	Magnitudo (SR)	Kedalaman (KM)	Jarak Episentrum (KM)	Potensi Tsunami
1	9.1	30	160	Ya
2	6.8	30	225	Ya
3	7.3	49	142	Ya
4	7.2	10	78	Ya
5	7.3	48	160	Ya
6	8.3	10	682	Ya
7	5.6	10	334	Tidak
8	4.9	10	166	Tidak
9	3.5	10	5	Tidak
10	4.2	10	28	Tidak
11	7	15	18	Ya

No	Magnitudo (SR)	Kedalaman (KM)	Jarak Episentrum (KM)	Potensi Tsunami
12	7.4	10	80	Ya
13	6.1	26	55	Tidak
14	5.2	81	102	Tidak
15	7.4	48	164	Ya
16	7.3	133	181	Tidak
17	6.1	578	53	Tidak
18	4.5	12	14	Tidak
19	5	20	57	Tidak
20	3	3	6.2	Tidak
21	4.8	10	8	Tidak
22	3.7	10	23	Tidak
23	7.5	12	112	Ya
24	7.4	210	45	Tidak
25	6.7	10	44	Tidak
26	5.5	10	72.2	Tidak
27	6.5	10	18	Tidak
28	4.5	10	46	Tidak
29	5.3	10	6	Tidak
30	6	10	125	Tidak

*B. Gaussian Naive Bayes Classifier*

1) *Menghitung probabilitas label kelas*

Tabel 4 merupakan probabilitas label kelas tsunami “Ya” dengan data sebanyak 10. Sedangkan pada Tabel 5 ditunjukkan probabilitas label kelas tsunami “Tidak” dengan data sebanyak 20. Adapun nilai probabilitas terjadinya tsunami sebesar 0,3333 dan nilai probabilitas tidak terjadi tsunami sebesar 0,6667 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 4 Probabilitas label kelas Tsunami = Ya

No	Potensi Tsunami = Ya		
	Magnitudo (SR)	Kedalaman (KM)	Jarak Episentrum (KM)
1	9,1	30	160
2	6,8	30	225
3	7,3	49	142
4	7,2	10	78
5	7,3	48	160
6	8,3	10	682
7	7	15	18
8	7,4	10	80
9	7,4	48	164
10	7,5	12	112

Tabel 5 Probabilitas label kelas Tsunami = Tidak

No	Potensi Tsunami = Tidak		
	Magnitudo (SR)	Kedalaman (KM)	Jarak Episentrum (KM)
1	5,6	10	334
2	4,9	10	166
3	3,5	10	5
4	4,2	10	28
5	6,1	26	55
6	5,2	81	102
7	7,3	133	181
8	6,1	578	53
9	4,5	12	14
10	5	20	57
11	3	3	6,2
12	4,8	10	8
13	3,7	10	23
14	7,4	210	45
15	6,7	10	44
16	5,5	10	72,2
17	6,5	10	18
18	4,5	10	46
19	5,3	10	6
20	6	10	125

Tabel 6 Probabilitas label potensi tsunami

No	Probabilitas Potensi Tsunami	
	Atribut	Nilai Probabilitas
1	Ya	0,3333
2	Tidak	0,6667

2) *Menghitung mean*

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata dari masing-masing label kelas untuk atribut potensi tsunami. Perhitungan nilai rata-rata diperlukan karena merupakan bagian dari persamaan *probability density function*. Berikut Tabel 7 menunjukkan nilai rata-rata dari setiap atribut untuk atribut potensi tsunami dengan kelas “Ya”, dan pada Tabel 8 menunjukkan nilai rata dari setiap atribut untuk atribut potensi tsunami dengan kelas “Tidak”. Didapatkan nilai rata-rata untuk label kelas berpotensi tsunami untuk atribut magnitudo sebesar 7,53, untuk atribut kedalaman sebesar 26,20, dan atribut jarak episentrum sebesar 182,10. Sedangkan untuk nilai rata-rata label kelas tidak berpotensi tsunami didapatkan nilai magnitudo sebesar 5,29, untuk atribut kedalaman sebesar 59,15, dan untuk atribut jarak episentrum sebesar 69,42. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 7 Mean dari atribut Potensi Tsunami dengan kelas “Ya”

No	Potensi Tsunami = Ya		
	Magnitudo (SR)	Kedalaman (km)	Jarak Episentrum (km)
1	9,1	30	160
2	6,8	30	225

No	Potensi Tsunami = Ya		
	Magnitudo (SR)	Kedalaman (km)	Jarak Episentrum (km)
3	7,3	49	142
4	7,2	10	78
5	7,3	48	160
6	8,3	10	682
7	7	15	18
8	7,4	10	80
9	7,4	48	164
10	7,5	12	112
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	7,53	26,20	182,10

Tabel 8 Probabilitas label kelas Tsunami = Tidak

No	Potensi Tsunami = Tidak		
	Magnitudo (SR)	Kedalaman (KM)	Jarak Episentrum (KM)
1	5,6	10	334
2	4,9	10	166
3	3,5	10	5
4	4,2	10	28
5	6,1	26	55
6	5,2	81	102
7	7,3	133	181
8	6,1	578	53
9	4,5	12	14
10	5	20	57
11	3	3	6,2
12	4,8	10	8
13	3,7	10	23
14	7,4	210	45
15	6,7	10	44
16	5,5	10	72,2
17	6,5	10	18
18	4,5	10	46
19	5,3	10	6
20	6	10	125
$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	5,29	59,15	69,42

Tabel 9 Nilai mean dari label kelas Ya dan Tidak

No	Mean			
	Potensi Tsunami	Magnitudo	Kedalaman	Jarak Episentrum
1	Ya	7,53	26,20	182,10
2	Tidak	5,29	59,15	69,42

3) Menghitung standar deviasi

Berikut uraian menghitung nilai standar deviasi untuk masing-masing atribut pada label kelas potensi tsunami. Pada Tabel 1 ditunjukkan perhitungan standar deviasi untuk atribut magnitudo dengan label kelas potensi tsunami “Ya” menghasilkan nilai sebesar 0,6767. Sedangkan pada Tabel 3.10 dapat dilihat perhitungan standar deviasi untuk atribut magnitudo dengan label kelas “Tidak” berpotensi tsunami, menghasilkan nilai sebesar 1,2096.

Tabel 10 Perhitungan standar deviasi Atribut Magnitudo “Ya”

No	Magnitudo (SR) X	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	9,1	YA	7,53	1,57	2,4649
2	6,8	YA	7,53	-0,73	0,5329
3	7,3	YA	7,53	-0,23	0,0529
4	7,2	YA	7,53	-0,33	0,1089
5	7,3	YA	7,53	-0,23	0,0529
6	8,3	YA	7,53	0,77	0,5929
7	7	YA	7,53	-0,53	0,2809
8	7,4	YA	7,53	-0,13	0,0169
9	7,4	YA	7,53	-0,13	0,0169
10	7,5	YA	7,53	-0,03	0,0009
n = 10	$\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2$				4,1210
	$\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$				0,4579

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{0,4579} = 0.6767$$

Tabel 11 Perhitungan standar deviasi Atribut Magnitudo “Tidak”

No	Magnitudo (SR) X	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	5,6	TIDAK	5,29	0,31	0,0961
2	4,9	TIDAK	5,29	-0,39	0,1521
3	3,5	TIDAK	5,29	-1,79	3,2041
4	4,2	TIDAK	5,29	-1,09	1,1881
5	6,1	TIDAK	5,29	0,81	0,6561
6	5,2	TIDAK	5,29	-0,09	0,0081
7	7,3	TIDAK	5,29	2,01	4,0401
8	6,1	TIDAK	5,29	0,81	0,6561
9	4,5	TIDAK	5,29	-0,79	0,6241
10	5	TIDAK	5,29	-0,29	0,0841
11	3	TIDAK	5,29	-2,29	5,2441
12	4,8	TIDAK	5,29	-0,49	0,2401

No	Magnitudo (SR) X	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
13	3,7	TIDAK	5,29	-1,59	2,5281
14	7,4	TIDAK	5,29	2,11	4,4521
15	6,7	TIDAK	5,29	1,41	1,9881
16	5,5	TIDAK	5,29	0,21	0,0441
17	6,5	TIDAK	5,29	1,21	1,4641
18	4,5	TIDAK	5,29	-0,79	0,6241
19	5,3	TIDAK	5,29	0,01	0,0001
20	6	TIDAK	5,29	0,71	0,5041
n = 20	$\sum_{i=1}^{10}(x_i - \bar{x})^2$				27,7981
	$\frac{\sum_{i=1}^{10}(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$				1,4631

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{1,4631} = 1,2096$$

Pada Tabel 12 ditunjukkan perhitungan standar deviasi untuk atribut kedalaman dengan label kelas potensi tsunami “Ya” menghasilkan nilai sebesar 17,0411. Sedangkan pada Tabel 13 dapat dilihat perhitungan standar deviasi untuk atribut kedalaman dengan label kelas “Tidak” berpotensi tsunami, menghasilkan nilai sebesar 132,7619

Tabel 12 Perhitungan standar deviasi Atribut Kedalaman “Ya”

No	Kedalaman x	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	30	YA	26,20	3,80	14,44
2	30	YA	26,20	3,80	14,44
3	49	YA	26,20	22,80	519,84
4	10	YA	26,20	-16,20	262,44
5	48	YA	26,20	21,80	475,24
6	10	YA	26,20	-16,20	262,44
7	15	YA	26,20	-11,20	125,44
8	10	YA	26,20	-16,20	262,44
9	48	YA	26,20	21,80	475,24
10	12	YA	26,20	-14,20	201,64
n = 10	$\sum_{i=1}^{10}(x_i - \bar{x})^2$				2613,6
	$\frac{\sum_{i=1}^{10}(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$				290,4

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{290,4} = 17,0411$$

Tabel 13 Perhitungan standar deviasi Atribut Kedalaman “Tidak”

No	Kedalaman (km) X	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
2	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
3	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
4	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
5	26	TIDAK	59,15	-33,15	1098,92
6	81	TIDAK	59,15	21,85	477,42
7	133	TIDAK	59,15	73,85	5453,82
8	578	TIDAK	59,15	518,85	2698205,32
9	12	TIDAK	59,15	-47,15	2223,12
10	20	TIDAK	59,15	-39,15	1532,72
11	3	TIDAK	59,15	-56,15	3152,82
12	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
13	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
14	210	TIDAK	59,15	150,58	22755,72
15	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
16	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
17	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
18	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
19	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
20	10	TIDAK	59,15	-49,15	2415,72
n = 20	$\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2$				334888,55
	$\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$				17625,71

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{17625,71} = 132,7619$$

Pada Tabel 14 ditunjukkan perhitungan standar deviasi untuk atribut jarak episentrum dengan label kelas potensi tsunami “Ya” menghasilkan nilai sebesar 184,9195. Sedangkan pada Tabel 15 dapat dilihat perhitungan standar deviasi untuk atribut jarak episentrum dengan label kelas “Tidak” berpotensi tsunami, menghasilkan nilai sebesar 80,7493.

Tabel 14 Perhitungan standar deviasi Atribut Jarak Episentrum “Ya”

No	Jarak Episentrum (km) x	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	160	YA	182,10	22,1	488,41
2	225	YA	182,10	41,9	1840,41
3	142	YA	182,10	-40,1	1608,01
4	78	YA	182,10	-104,1	10836,81
5	160	YA	182,10	-22,1	488,41
6	682	YA	182,10	499,9	2449900

No	Jarak Episentrum (km) x	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
7	18	YA	182,10	-164,1	26928,81
8	80	YA	182,10	-102,1	10424,41
9	164	YA	182,10	-18,1	327,61
10	112	YA	182,10	-70,1	4914,01
n = 10	$\sum_{n=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2$				307757
	$\frac{\sum_{n=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$				34195,2

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{34195,2} = 184,9195$$

Tabel 15 Perhitungan standar deviasi Atribut Kedalaman “Tidak”

No	Kedalaman (km) X	Potensi Tsunami	$\bar{x}$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	334	TIDAK	69,42	264,58	70002,58
2	166	TIDAK	69,42	96,58	9327,70
3	5	TIDAK	69,42	-64,42	4149,94
4	28	TIDAK	69,42	-41,42	1715,62
5	55	TIDAK	69,42	-14,42	207,94
6	102	TIDAK	69,42	32,58	1061,46
7	181	TIDAK	69,42	111,58	12450,10
8	53	TIDAK	69,42	-16,42	269,62
9	14	TIDAK	69,42	-55,42	3071,38
10	57	TIDAK	69,42	-12,42	154,26
11	6,2	TIDAK	69,42	-63,22	3996,77
12	8	TIDAK	69,42	-61,42	3772,42
13	23	TIDAK	69,42	-46,42	2154,82
14	45	TIDAK	69,42	-24,42	596,34
15	44	TIDAK	69,42	-25,42	646,18
16	72,2	TIDAK	69,42	2,78	7,73
17	18	TIDAK	69,42	-51,42	2644,02
18	46	TIDAK	69,42	-23,42	548,50
19	6	TIDAK	69,42	-63,42	4022,10
20	125	TIDAK	69,42	55,58	3089,14
n = 20	$\sum_{n=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2$				123888,55
	$\frac{\sum_{n=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$				6520,45

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{6520,45} = 80,7493$$

4) *Menghitung probability density function*

Berikut merupakan persamaan PDF dari masing-masing atribut dengan label kelas potensi tsunami “Ya” dan “Tidak”.

$$P(\text{Magnitudo}|\text{YA}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(0.6767)}} e^{-\frac{(x_i-7.53)^2}{2(0.6767)^2}} \quad (3)$$

$$P(\text{Kedalaman}|\text{YA}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(17.0411)}} e^{-\frac{(x_i-26.20)^2}{2(17.0411)^2}} \quad (4)$$

$$P(\text{Jarak Epicentrum}|\text{YA}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(184.9195)}} e^{-\frac{(x_i-182.10)^2}{2(184.9195)^2}} \quad (5)$$

$$P(\text{Magnitudo}|\text{TIDAK}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(1.2096)}} e^{-\frac{(x_i-5.29)^2}{2(1.2096)^2}} \quad (6)$$

$$P(\text{Kedalaman}|\text{TIDAK}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(132.7619)}} e^{-\frac{(x_i-29.15)^2}{2(132.7619)^2}} \quad (7)$$

$$P(\text{Jarak Epicentrum}|\text{TIDAK}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(80.7493)}} e^{-\frac{(x_i-69.42)^2}{2(80.7493)^2}} \quad (8)$$

$$P(\text{Tsunami}|\text{YA}) = P(\text{Magnitudo}|\text{YA}) \times P(\text{Kedalaman}|\text{YA}) \times P(\text{Jarak Epicentrum}|\text{YA}) \quad (9)$$

$$P(\text{Tsunami}|\text{TIDAK}) = P(\text{Magnitudo}|\text{TIDAK}) \times P(\text{Kedalaman}|\text{TIDAK}) \times P(\text{Jarak Epicentrum}|\text{TIDAK}) \quad (10)$$

C. *Pembuktian Persamaan Probability Density Function*

Pada bagian ini dapat dilakukan pengujian menggunakan data test dengan nilai dari atribut magnitudo sebesar 7,2 SR, kedalaman pusat gempa sejauh 10 km, dan jarak episentrum sejauh 78 km.

○ **Label kelas {(Tsunami (ya))}**

➤ Pada *Magnitudo* = 7,2,  $\sigma = 0.6767$ ,  $\bar{x} = 7.53$

$$P(\text{Magnitudo}|\text{YA}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(0.6767)}} e^{-\frac{(7.2-7.53)^2}{2(0.6767)^2}} = 0.4307$$

➤ Pada *Kedalaman* = 10,  $\sigma = 17.0411$ ,  $\bar{x} = 26.20$

$$P(\text{Kedalaman}|\text{YA}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(17.0411)}} e^{-\frac{(10-26.20)^2}{2(17.0411)^2}} = 0.0615$$

➤ Pada *Episentrum* = 78,  $\sigma = 184.9195$ ,  $\bar{x} = 182.10$

$$P(\text{Episentrum}|\text{YA}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(184.9195)}} e^{-\frac{(78-182.10)^2}{2(184.9195)^2}} = 0.0250$$

➤ Probabilitas terjadi tsunami “Ya”

$$P(\text{Tsunami}|\text{YA}) = 0.4307 \times 0.0615 \times 0.0250 = 0.0002212$$

○ **Label kelas {(Tsunami (Tidak))}**

➤ Pada *Magnitudo* 7,2,  $\sigma = 1.2096$ ,  $\bar{x} = 5.29$

$$P(\text{Magnitudo}|\text{TIDAK}) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(1.2096)}} e^{-\frac{(7.2-5.29)^2}{2(1.2096)^2}} = 0.1043$$

➤ Pada *Kedalaman* = 10,  $\sigma = 132.7619$ ,  $\bar{x} = 59.15$

$$P(\text{Kedalaman}|TIDAK) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(132.7619)}} e^{-\frac{(10-59.15)^2}{2(132.7619)^2}} = 0.0323$$

- Pada Jarak Epicentrum = 78,  $\sigma = 80.7493$ ,  $\bar{x} = 69.42$

$$P(\text{Episentrum}|TIDAK) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(80.7493)}} e^{-\frac{(78-69.42)^2}{2(80.7493)^2}} = 0.0442$$

- Probabilitas terjadi tsunami “Tidak”

$$P(\text{Tsunami}|TIDAK) = 0,1043 \times 0,0323 \times 0,0442 = 0,0000993$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan probabilitas untuk masing-masing label kelas terjadi dan tidak terjadi tsunami sebesar 0,0002212 dan 0,0000992. Dari hasil tersebut bahwa  $P(\text{Tsunami}|YA) > P(\text{Tsunami}|TIDAK)$  sehingga hasil keputusannya adalah “Ya” berpotensi tsunami seperti yang ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16 Hasil pengujian data set pertama

Potensi Tsunami	Magnitudo	Kedalaman	Jarak Episentrum	Label
Ya	0,4307	0,0615	0,0250	0,0002212
Tidak	0,1043	0,0323	0,0442	0,0000993
Data Uji ke-n	7,2	10	78	Ya

Pada bagian berikutnya dapat dilakukan pengujian menggunakan data test yang kedua dengan nilai dari atribut magnitudo sebesar 5 SR, kedalaman pusat gempa sejauh 20 km, dan jarak episentrum sejauh 57 km.

○ **Label kelas {(Tsunami (ya))}**

- Pada Magnitudo 5,  $\sigma = 0.6767$ ,  $\bar{x} = 7.53$

$$P(\text{Magnitudo}|YA) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(0.6767)}} e^{-\frac{(5-7.53)^2}{2(0.6767)^2}} = 0.0004$$

- Pada Kedalaman = 20,  $\sigma = 17.0411$ ,  $\bar{x} = 26.20$

$$P(\text{Kedalaman}|YA) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(17.0411)}} e^{-\frac{(20-26.20)^2}{2(17.0411)^2}} = 0.0905$$

- Pada Jarak Epicentrum = 57,  $\sigma = 184.9195$ ,  $\bar{x} = 182.10$

$$P(\text{Episentrum}|YA) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(184.9195)}} e^{-\frac{(57-182.10)^2}{2(184.9195)^2}} = 0.0233$$

- Probabilitas terjadi tsunami “Ya”

$$P(\text{Tsunami}|YA) = 0,0004 \times 0,0905 \times 0,0233 = 0,00000031$$

○ **Label kelas {(Tsunami (Tidak))}**

- Pada Magnitudo 5,  $\sigma = 1.2096$ ,  $\bar{x} = 5.29$

$$P(\text{Magnitudo}|TIDAK) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(1.2096)}} e^{-\frac{(5-5.29)^2}{2(1.2096)^2}} = 0.3526$$

- Pada Kedalaman = 20,  $\sigma = 132.7619$ ,  $\bar{x} = 59.15$

$$P(\text{Kedalaman}|TIDAK) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(132.7619)}} e^{-\frac{(20-59.15)^2}{2(132.7619)^2}} = 0.0332$$

- Pada Jarak Episentrum = 57,  $\sigma = 80.7493$ ,  $\bar{x} = 69.42$

# Implementasi Algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler

(Dede Irawan Saputra, Dadang Lukman Hakim: Halaman 122 - 138)

$$P(\text{Episentrum}|TIDAK) = \frac{1}{\sqrt{2(3.14)(80.7493)}} e^{-\frac{(57-69.42)^2}{2(80.7493)^2}} = 0.0439$$

- Probabilitas terjadi tsunami “Tidak”

$$P(\text{Tsunami}|TIDAK) = 0,3526 \times 0,0332 \times 0,0439 = 0,00034201$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan probabilitas untuk masing-masing label kelas terjadi dan tidak terjadi tsunami sebesar 0,00000031 dan 0,00034201. Dari hasil tersebut bahwa  $P(\text{Tsunami}|YA) > P(\text{Tsunami}|TIDAK)$  sehingga hasil keputusannya adalah “Tidak” berpotensi tsunami seperti yang ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17 Hasil pengujian data set pertama

Potensi Tsunami	Magnitudo	Kedalaman	Jarak Episentrum	Label
Ya	0,0004	0,0905	0,0233	0,00000031
Tidak	0,3526	0,0332	0,0439	0,00034201
Data Uji ke-n	5	20	57	Tidak

## D. Simulasi berbasis mikrokontroler

### 1) Script Arduino IDE

```
void GNBC_PDF(float magnitudoValue, float kedalamanValue, float epicentrumValue){
    float meanMagnitudo_Y = 7.53;
    float meanKedalaman_Y = 26.20;
    float meanEpicentrum_Y = 182.1;

    float meanMagnitudo_T = 5.275;
    float meanKedalaman_T = 59.15;
    float meanEpicentrum_T = 69.42;

    float sDevMagnitudo_Y = 0.6767;
    float sDevKedalaman_Y = 17.0411;
    float sDevEpicentrum_Y = 184.9195;

    float sDevMagnitudo_T = 1.1956;
    float sDevKedalaman_T = 80.7493;
    float sDevEpicentrum_T = 132.7619;

    // probability density function potensi tsunami "Ya"
    PDF_Y_Magnitudo = probDensityFunction(sDevMagnitudo_Y, meanMagnitudo_Y, magnitudoValue);
    PDF_Y_Kedalaman = probDensityFunction(sDevKedalaman_Y, meanKedalaman_Y, kedalamanValue);
    PDF_Y_Epicentrum = probDensityFunction(sDevEpicentrum_Y, meanEpicentrum_Y, epicentrumValue);

    PDF_Y = PDF_Y_Magnitudo*PDF_Y_Kedalaman*PDF_Y_Epicentrum;

    // probability density function potensi tsunami "Tidak"
    PDF_T_Magnitudo = probDensityFunction(sDevMagnitudo_T, meanMagnitudo_T, magnitudoValue);
    PDF_T_Kedalaman = probDensityFunction(sDevKedalaman_T, meanKedalaman_T, kedalamanValue);
    PDF_T_Epicentrum = probDensityFunction(sDevEpicentrum_T, meanEpicentrum_T, epicentrumValue);

    PDF_T = PDF_T_Magnitudo*PDF_T_Kedalaman*PDF_T_Epicentrum;

    probKelasYa = PDF_Y/(PDF_Y+PDF_T);
    probKelasTidak = PDF_T/(PDF_Y+PDF_T);
}
```

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan secara manual, dapat diimplementasikan persamaan 1 dan persamaan 2 kedalam code pemrograman menggunakan bahasa C. Adapun parameter yang diperlukan dalam melakukan perhitungan adalah nilai rata-rata dari magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan jarak episentrum. Berikutnya diperlukan juga nilai dari masing-masing standar deviasi dari magnitudo, kedalaman pusat gempa, dan jarak episentrum. Pada bagian ini dapat diimplementasikan sintak fungsi *Probabilistic Density Function* untuk menghitung potensi tsunami. Berdasarkan sintak tersebut didapatkan hasil probabilitas kelas “ya” dan probabilitas kelas “tidak” yang akan di komparasikan untuk dijadikan keputusan.

```
void loopPrint(){
    Serial.print("[ ");
```

```

Serial.print(magnitudoInput);
Serial.print(" ");
Serial.print(kedalamanInput);
Serial.print(" ");
Serial.print(epicentrumInput);
Serial.print(" ]");
Serial.print(" ---> ");
if(probKelasYa > probKelasTidak){
    Serial.println("BERPOTENSI TSUNAMI");
}
if(probKelasYa < probKelasTidak){
    Serial.println("TIDAK BERPOTENSI TSUNAMI");
}
}
    
```

Pada sintak berikutnya dapat dilihat hasil keputusan akhir menunjukkan jika hasil perhitungan pada variabel probKelasYa lebih besar daripada yang tersimpan pada variabel probKelasTidak maka menunjukkan “BERPOTENSI TSUNAMI”. Sedangkan jika hasil perhitungan pada variabel probKelasYa lebih kecil daripada yang tersimpan pada variabel probKelasTidak maka menunjukkan “TIDAK BERPOTENSI TSUNAMI”.

2) *Data testing menggunakan mikrokontroler*

Tabel 18 Percobaan klasifikasi data

No	Magnitudo (SR)	Kedalaman (KM)	Jarak Episentrum (KM)	Potensi Tsunami ( <a href="https://inatews.bmkg.go.id/">https://inatews.bmkg.go.id/</a> )	Potensi Tsunami (Gaussian Naive Bayes Classifier)
1	5.3	90	228	TIDAK	TIDAK
2	5.1	10	207	TIDAK	TIDAK
3	5.6	63	190	TIDAK	TIDAK
4	5.2	89	134	TIDAK	TIDAK
5	5.1	10	25	TIDAK	TIDAK
6	5.6	10	10	TIDAK	TIDAK
7	5.0	10	169	TIDAK	TIDAK
8	5.5	49	51	TIDAK	TIDAK
9	5.3	24	82	TIDAK	TIDAK
10	5.6	10	213	TIDAK	TIDAK
11	6.8	10	187	TIDAK	YA
12	5.0	31	81	TIDAK	TIDAK
13	3.1	10	5	TIDAK	TIDAK
14	4.6	35	60	TIDAK	TIDAK
15	2.7	10	7	TIDAK	TIDAK
16	4.3	5	87	TIDAK	TIDAK
17	7.4	10	113	YA	YA
18	7.5	12	112	YA	YA
19	7.1	73	137	YA	YA
20	7.0	36	133	YA	YA
21	6.9	10	85	YA	YA
22	7.4	11	25	YA	YA
23	7.7	10	27	YA	YA
24	7.0	15	8	YA	YA
25	7.8	10	261	YA	YA

# ***Implementasi Algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier Untuk Prediksi Potensi Tsunami Berbasis Mikrokontroler***

***(Dede Irawan Saputra, Dadang Lukman Hakim: Halaman 122 - 138)***

---

Berdasarkan Tabel 18 didapatkan hasil percobaan validasi menggunakan data yang terdapat pada laman BMKG. Dari 25 data yang di dapatkan terdapat satu data yang tidak valid yang menunjukkan hasil prediksi berbeda dengan hasil yang sebenarnya. Berdasarkan percobaan tersebut akurasi dari algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier yang diimplementasikan pada mikrokontroler adalah 96%.

## **IV. KESIMPULAN**

Sistem mitigasi potensi tsunami dengan parameter magnitudo dalam satuan skala richter, kedalaman pusat terjadinya pergeseran lempeng tektonik dalam satuan Km, serta jarak daratan terhadap episentrum di darat atau di laut dalam satuan Km menggunakan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier berbasis mikrokontroler dengan klasifikasi “Berpotensi Tsunami” dan “Tidak Berpotensi Tsunami” memiliki akurasi sebesar 96%. Pada mikrokontroler dibuatkan fungsi untuk mengimplementasikan algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier nya menggunakan formula *Probabilistic Density Function* dengan parameter yang digunakan adalah ketiga input dalam bentuk data kontinyu dengan parameter (magnitudo, kedalaman, jarak episentrum), nilai standar deviasi ketiga input parameter pada label kelas “Ya” dan “Tidak”, dan nilai rata-rata ketiga input parameter pada label kelas “Ya” dan “Tidak”. Keputusan akhir dari algoritma Gaussian Naive Bayes Classifier menunjukkan jika hasil perhitungan dalam bentuk diskrit pada probabilitas “Ya” lebih besar daripada probabilitas “Tidak” maka menunjukkan “Berpotensi Tsunami”. Sedangkan jika hasil perhitungan pada probabilitas “Ya” lebih kecil daripada probabilitas “Tidak” maka menunjukkan “Tidak Berpotensi Tsunami”. Hasil dari perhitungan tersebut dapat diimplementasikan pada mikrokontroler sehingga proses pengambilan keputusan dapat segera di sajikan. Pada penelitian berikutnya dapat pula dilakukan proses update data latih sehingga dapat dilakukan secara berkala sehingga akan mendapatkan hasil akurasi yang lebih baik disesuaikan dengan kondisi terkini. Proses pengumpulan data dapat pula menggunakan media sosial seperti twitter pada laman resmi BMKG yang terus memperbarui informasi seputar gempa dengan informasi parameter utama yaitu magnitudo, kedalaman, dan episentrum.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] F. Handayani and S. Pribadi, “Implementasi Algoritma Naive Bayes Classifier dalam Pengklasifikasian Teks Otomatis Pengaduan dan Pelaporan Masyarakat melalui Layanan Call Center 110,” *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 19–24, 2015.
- [2] S. Bhatia and J. Malhotra, “Naive bayes classifier for predicting the novel coronavirus,” in *International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks*, 2021, no. Icciv, pp. 880–883, doi: 10.1109/ICICV50876.2021.9388410.
- [3] D. Silahudin, Henderi, and A. Holidin, “Model expert system for diagnosis of COVID-19 using naive bayes classifier,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 1007, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/1007/1/012067.
- [4] H. Kamel, D. Abdulah, and J. M. Al-Tuwaijari, “Cancer Classification Using Gaussian Naive Bayes Algorithm,” in *Proceedings of the 5th International Engineering Conference*, 2019, pp. 165–170, doi: 10.1109/IEC47844.2019.8950650.
- [5] G. Tzanos, C. Kachris, and D. Soudris, “Hardware Acceleration on Gaussian Naive Bayes Machine Learning Algorithm,” in *International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies*, 2019, pp. 1–5, doi: 10.1109/MOCAST.2019.8741875.
- [6] A. Charisma, E. Taryana, D. I. Saputra, M. B. Misuari, A. Setiawan, and F. Dharmawan, “Implementasi Sistem Komunikasi FM Pada Prototype Pendeteksi Dini Gempa,” *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 60–64, 2020, doi: 10.33387/protk.v7i2.1812.
- [7] R. Prathivi, “Optimasi Algoritme Naive Bayes Untuk Klasifikasi Data Gempa Bumi di Indonesia Berdasarkan Hiposentrum,” *Telematika*, vol. 13, no. 1, pp. 36–43, 2020, doi: 10.35671/telematika.v13i1.928.
- [8] J. Parningotan Sianipar, R. E. Saputra, and C. Setianingsih, “Waves With Multi-Sensor System Based on Web Application Using Naive Bayes Algorithm,” in *e-Proceeding of Engineering*, 2021, vol. 8, no. 5, pp. 6183–6188.
- [9] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, “Indonesia Tsunami Early Warning System,” *BMKG*, 2022. <https://inatews.bmkg.go.id/web/>.
- [10] F. N. Ermandi and . M., “Analisis Variasi a-Value dan b-Value Dengan Menggunakan Software Zmap V.6 Sebagai Indikator Potensi Gempa Bumi Di Wilayah Nusa Tenggara Barat,” *Inov. Fis. Indones.*, vol. 9, no. 3, pp. 24–30, 2020, doi: 10.26740/ifi.v9n3.p24-30.
- [11] D. Irawan Saputra, S. Sambasri, J. Maulana, C. Andi Mulyadi, and L. Aunillah, “Laboratorium Kit Sederhana Untuk Pengolahan Citra Digital dan Instrumentasi Cerdas,” 2019, doi: 10.5614/sniko.2018.19.

## **Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande**

**Giri Angga Setia<sup>1\*</sup>, Hadi Umar Setiawan<sup>2</sup>, Fauzia Haz<sup>3</sup>, Een Taryana<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Jenderal Achmad Yani  
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

<sup>\*</sup>Korespondensi: [giri.anggasetia@gmail.com](mailto:giri.anggasetia@gmail.com)

### **Abstrak**

Pada sistem distribusi terjadinya pemadaman yang diakibatkan oleh beban berlebih menyebabkan adanya kerugian baik di sisi konsumen maupun penyedia listrik. Berdasarkan hal tersebut perlu adanya analisis penambahan gardu distribusi menggunakan metodologi yang akurat agar ketika diterapkan dapat menjadi solusi terhadap kebutuhan energi listrik. Beberapa tahapan metode yaitu penentuan spesifikasi tiap komponen, perhitungan optimal kapasitas tiap komponen, pengukuran nilai tegangan yang terdapat pada panel dan bagian primer trafo di gardu cantol, serta simulasi menggunakan *software* ETAP. Gardu cantol dipilih karena telah dilakukannya studi lapangan sesuai kebutuhan beban. Hasil analisis perhitungan menunjukkan dengan penambahan gardu sisipan maka total daya menjadi 100 kVA. Pembebanan terukur di malam hari sebesar 77,7 kVA dan siang hari sebesar 67,5 kVA. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pembebanan berada di *range* standar yang diizinkan di bawah 80%. Besar tegangan meningkat menjadi 0.9828 per unit dari kondisi sebelumnya terdapat jatuh tegangan mencapai 11%. Sehingga kebutuhan beban terpenuhi sesuai permintaan.

*Kata kunci : Beban lebih, gardu sisipan, jatuh tegangan, perhitungan optimal*

### **Abstract**

In the distribution system, blackouts caused by excessive loads cause losses for both consumers and electricity providers. Based on this, it is necessary to analyze the addition of distribution substations using an accurate methodology so that when applied it can be a solution to the need for electrical energi. Several stages of the method are determining the specifications of each component, calculating the optimal capacity of each component, measuring the voltage value contained in the panel and the primary part of the transformer at the hook-up substation, and simulating using ETAP software. The cantol substation was chosen because field studies have been carried out according to load requirements. The results of the calculation analysis show that with the addition of insertion substations, the total power becomes 100 kVA. The measured load at night is 77.7 kVA and during the day is 67.5 kVA. This indicates that the loading is in the allowable standard range below 80%. The voltage increased to 0.9828 per unit from the previous condition where there was a voltage drop of 11%. So that the load needs are met on demand.

*Keywords : Overload, substation insertion, voltage drop, optimal calculation*

## **I. PENDAHULUAN**

---

### Info Makalah:

Dikirim : 12-05-2022;  
Revisi 1 : 01-07-2023;  
Diterima : 01-10-2023;

### Penulis Korespondensi:

Telp : +62-85665-56649  
e-mail : [giri.anggasetia@gmail.com](mailto:giri.anggasetia@gmail.com)

---

Pemadaman yang sering terjadi di daerah Samolo - Karangtengah Cianjur disebabkan oleh beban berlebih pada daerah tersebut. Pada transformator akan mengalir arus yang lebih besar dibanding kapasitasnya atau arus nominalnya. Hal tersebut mengakibatkan isolasi pada transformator dapat mengalami degradasi dikarenakan panas berlebih dan bahkan dapat menyebabkan kerusakan [1][2]. Permasalahan lain yang menjadi perhatian adalah turunnya besar tegangan akibat dari beban berlebih

tersebut. Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya dari sisi konsumen tetapi juga di sisi penyedia listrik. Keandalan suplai energi menjadi berkurang dan bahkan dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen pendistribusian energi listrik [3][4].

Terdapat beberapa solusi yang dapat dipilih untuk mengatasi hal tersebut diantaranya mereduksi jarak dari beban ke transformator distribusi melalui rekonfigurasi [5] atau pemindahan beban maupun dengan penambahan gardu distribusi sisipan, *uprating* transformator distribusi (meningkatkan kapasitas transformator), serta pemindahan transformator distribusi dengan kondisi transformator yang melayani beban kecil digantikan ke transformator yang melayani beban besar begitu juga sebaliknya [3][6].

Standar pembebanan transformator optimal di bawah 80% berdasarkan standar PLN [7][8]. Sedangkan untuk tegangan standar yang diizinkan, bahwa nilai jatuh tegangan tidak boleh lebih dari 5% minimum sampai dengan 10% terhadap tegangan nominal [9][10]. Ada beberapa jenis gardu distribusi yaitu gardu beton, gardu besi, gardu tiang, dan gardu mobil. Penentuan jenis gardu yang terpasang disesuaikan dengan kondisi di lapangan dan kebutuhan beban. Semakin banyak kuantitas titik beban maka semakin banyak juga kuantitas dan kapasitas dari gardu distribusi yang dibutuhkan [11][12]. Pada konsumen tegangan rendah pertumbuhan beban sangat pesat, sehingga keandalan gardu distribusi perlu perhatian lebih. Maka dari itu perlu menjaga keandalan dengan memperhatikan kebutuhan beban, agar suplai sesuai dengan permintaan beban di sisi konsumen [13][14][15].

Untuk melakukan analisis terhadap penambahan gardu sisipan akibat beban berlebih, beberapa tahapan metode tersebut yaitu perhitungan spesifikasi setiap komponen, perhitungan optimal kapasitas setiap komponen, pengukuran nilai tegangan pada panel dan bagian primer transformator di gardu cantol, dan mensimulasikan menggunakan perangkat lunak ETAP. Gardu tipe tiang/cantol dipilih karena telah dilakukannya studi lapangan sesuai kebutuhan beban. Hasil pengukuran akan digunakan untuk menganalisis perhitungan transformator sisipan yang terpasang disesuaikan dengan standar yang digunakan oleh PLN. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan analisis penambahan Gardu distribusi tipe tiang/cantol dengan tujuan memberikan pelayanan pendistribusian energi listrik yang andal di wilayah operasional PT. PLN (Pesero) Area Cianjur Rayon Mande.

## **II. METODE**

### ***A. Tahapan Penambahan Gardu Sisipan***

Proses pemasangan gardu tiang tipe cantol berawal dari tahapan penentuan lokasi. Penentuan lokasi sendiri menggunakan metode lapangan. Metode lapangan digunakan karena metode ini dianggap lebih tepat dalam memilih titik lokasi. Apabila menggunakan metode perhitungan akan memakan waktu lebih lama. Jika digunakan metode perhitungan maka titik lokasi pemasangan gardu cantol perlu membuat perizinan atau pembebasan lahan sehingga waktu pemasangan akan memakan waktu lebih lama

Setelah lokasi pemasangan gardu ditentukan maka proses selanjutnya adalah perhitungan terhadap spesifikasi setiap komponen gardu. Perhitungan sendiri yaitu mencari spesifikasi dari komponen seperti FCO, kabel naik dan kabel turun, Ohm saklar, dan NH-Fuse. Kabel naik dan kabel turun sendiri berfungsi untuk menghubungkan PHB-TR dengan transformator. Perhitungan ini bertujuan untuk mencari spesifikasi yang tepat untuk digunakan pada gardu cantol. Proses perhitungan menggunakan perhitungan manual. Perhitungan juga disesuaikan dengan perencanaan gardu cantol yang akan dibangun. Hasil perhitungan juga akan disesuaikan dengan komponen yang tersedia di pasaran. Dengan perhitungan ini diharapkan dapat menjaga umur gardu dan kualitas gardu.

Setelah proses perhitungan komponen jadi, perlu adanya proses simulasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi operasi dari rancangan gardu distribusi serta meminimalisir kerugian yang akan terjadi sehingga bisa meminimalkan potensi kerugian. Proses simulasi sendiri menggunakan *software* ETAP seri 12.6.0. Dengan simulasi ini dapat dilihat apakah gardu yang telah melalui proses perhitungan dapat memenuhi beban dan komponennya telah sesuai. Jika hasil perhitungan perhasil maka akan langsung dilakukan proses pemasangan. Namun jika gagal maka hasil perhitungan akan dievaluasi.

Proses selanjutnya yaitu menganalisis data pengukuran dari gardu yang telah di pasang untuk diolah sebagai bahan penelitian. Data yang diambil sendiri meliputi data arus dan tegangan pada setiap jurusan, data beban gardu cantol, serta data daya yang tersalurkan. Tujuan pengambilan data tersebut untuk mengetahui apakah arus pada setiap fasanya seimbang. Karena apabila ada selisih nilai arus yang jauh

**Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande**  
**(Giri Angga Setia, Hadi Umar Setiawan, Fauzia Haz, Een Taryana : 139 - 149)**

---

pada setiap fasa dapat mengakibatkan kerusakan pada gardu. Proses pengambilan data juga dilakukan pada waktu pagi hari dan malam hari. Tujuannya untuk mengetahui kondisi gardu saat kondisi normal dan saat kondisi malam hari yang dimana beban puncak terjadi. Tahapan terakhir yaitu dimana tahapan kesimpulan dilakukan. Tahapan ini dilakukan untuk memenuhi laporan tugas akhir. Kesimpulan ini didapat dari proses awal pemasangan hingga proses pengolahan data yang memiliki peranan terbesar dalam tahapan kesimpulan.

**B. Perhitungan Komponen Gardu Sisipan**

Penentuan komponen dalam pemasangan gardu sisipan sangat menentukan keberhasilan pembangunan suatu gardu. Oleh sebab itu, penentuan komponen harus melalui perhitungan yang presisi dan tepat sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Sehingga gardu yang terpasang akan dapat melayani konsumen serta sesuai dengan yang direncanakan.

Untuk menentukan rating arus pada FCO perlu adanya perhitungan agar mendapatkan spesifikasi yang tepat. Perhitungan tersebut dihasilkan berdasarkan nilai daya semu yang dihasilkan dengan tegangan dan jumlah fasa. Oleh sebab itu, setiap gardu akan memiliki spesifikasi FCO yang berbeda sesuai dengan parameter tersebut. Berikut ini adalah rumus mencari rating arus pada FCO:

$$I_{\text{rate}} = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} \quad (1)$$

dengan:

$I_{\text{rate}}$  = Arus Rating (A)  
 $S$  = Daya Semu (kVA)  
 $V$  = Tegangan (V)

Untuk kabel naik dan kabel turun menggunakan kabel berbahan dasar Cu (Tembaga) dengan nilai arus maksimal 5A dan diameter 70 mm. Berikut rumus menghitung arus rating:

$$I_{\text{rate}} = d \times I_{\text{max}} \quad (2)$$

dengan:

$I_{\text{rate}}$  = Arus Rating (A)  
 $d$  = Diameter (mm)  
 $I_{\text{max}}$  = Arus maximum (A)

Setelah didapat hasil perhitungan di atas. Maka arus maximum tersebut harus disesuaikan dengan jumlah jurusan gardu tiang tipe cantol. Untuk rumusnya sendiri sebagai berikut:

$$I_a = \frac{I_{\text{max}}}{n} \quad (3)$$

dengan:

$I_a$  = Arus Tiap Jurusan (A)  
 $I_{\text{max}}$  = Arus maximum (A)  
 $n$  = Jumlah jurusan

Untuk mencari rating arus pada NH-Fuse sendiri menggunakan parameter hasil perhitungan rating arus sakelar serta jumlah jurusan pada gardu tiang tipe cantol. Hasil perhitungan sendiri arus disesuaikan dengan spesifikasi NH-Fuse yang tersedia di pasaran. Berikut ini adalah rumus mencari rating arus NH-Fuse:

$$I_{\text{rate}} = \frac{I_{\text{sakelar}}}{n} \quad (4)$$

dengan:

$I_{\text{rate}}$  = Arus Rating (A)  
 $I_{\text{sakelar}}$  = Arus maximum Sakelar (A)

n = Jumlah Jurusan

Perhitungan konversi daya ini dilakukan untuk mengkonversi dari daya semu ke daya aktif dan daya reaktif. Tujuan konversi ini untuk mengetahui rugi – rugi daya yang hilang dalam satuan Watt dan VAR sehingga dapat diketahui potensi kerugian dan keuntungan secara ekonomi melalui konversi daya tersebut.

$$P = S \times \cos \varphi \quad (5)$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (6)$$

dengan:

S = Daya semu (VA)

P = Daya aktif (Watt)

Q = Daya reaktif (VAR)

Cos  $\theta$  = Sudut fasa

Saluran daya umumnya melayani beban yang memiliki faktor daya tertinggal. Sehingga menyebabkan tegangan yang diterima oleh beban memiliki nilai yang berbeda beda. Hal itu disebabkan letak beban atau konsumen yang tersebar, sehingga menyebabkan jarak beban dengan gardu berbeda beda. Selain itu letak konsumen yang letaknya jauh dari titik pelayanan akan cenderung menerima tegangan relatif lebih rendah dibandingkan dengan konsumen yang letaknya dekat dengan pusat pelayanan. Oleh sebab itu dibuatlah metoda-metoda yang digunakan untuk memperbaiki regulasi tegangan saluran distribusi salah satunya perluasan jaringan dengan pemasangan gardu sisip. Untuk mengetahui nilai jatuh tegangan pada saluran distribusi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$V_{reg} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \quad (7)$$

dengan:

V<sub>reg</sub> = Tegangan regulasi (V)

V<sub>s</sub> = Tegangan ujung pengiriman (V)

V<sub>r</sub> = Tegangan ujung penerima (V)

Metode optimalisasi pembebanan transformator distribusi 3 fasa yaitu dengan melaksanakan penyeimbangan beban dalam rangka menghitung besarnya saving kWh yang bisa diperoleh. Sebelum penyeimbangan beban pada transformator terlebih dahulu yang harus dilakukan adalah pengukuran dan perhitungan arus yang mengalir pada kawat pembumian dan penghantar netral. Berikut ini gambar yang menjelaskan bagian mana saja yang menjadi titik timbulnya losses energi.

Proses penyeimbangan beban transformator pada dasarnya memiliki tujuan untuk memperkecil nilai arus yang mengalir pada titik (1) dan (2). Selain itu, batas ideal pembebanan trafo juga telah diatur dalam SPLN NO 50 tahun 1997 yang berisi pembebanan trafo berada pada kisaran 50% -60% dan dapat dibebani hingga batas ideal pembebanan trafo dengan pertimbangan susut umur trafo, faktor keragaman, dan faktor keserempakan beban yaitu 80%. Untuk itu dilakukanlah perhitungan untuk optimalisasi menggunakan rumus berikut:

$$S_{terukur} = \frac{V_{ln} \times (IR + IS + IT)}{1000} \quad (8)$$

dengan:

V<sub>ln</sub> = Tegangan line ke netral (V)

IR = Arus pada fasa R (I)

IS = Arus pada fasa S (I)

IT = Arus pada fasa T (I)

**Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande (Giri Angga Setia, Hadi Umar Setiawan, Fauzia Haz, Een Taryana : 139 - 149)**

---

Presentase beban transformator:

$$\%S = \frac{S_{\text{terukur}}}{S_{\text{terpasang}}} \times 100\% \quad (9)$$

Setelah melakukan pemasangan gardu cantol, maka perlu adanya pengukuran pada ujung beban guna mengetahui apakah gardu yang telah dibangun dapat mendistribusikan tegangan ke konsumen dengan baik dan mengetahui apakah nilai tegangan masih memenuhi standar jatuh tegangan dari PLN. Untuk mengetahui nilai tegangan tersebut dapat diukur langsung pada beban atau jika jarak beban jauh dapat diperkirakan nilai tegangannya melalui perhitungan. Perhitungan dilakukan antar fasa supaya dapat diketahui lebih detail nilai tegangan ujung beban antar fasanya. Berikut ini adalah cara menghitung perkiraan tegangan di ujung beban pada kondisi beban puncak atau malam hari jika telah diketahui nilai tegangannya:

$$TUB = EfN - (EfN \times 10\%) \quad (10)$$

dengan:

$EfN$  = Nilai tegangan gardu (V)

10% = Batas maximum nilai jatuh tegangan (V)

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui presentase dari nilai arus yang membuat tidak seimbang antar fasa. Ketidakseimbangan perlu diketahui agar dapat dilakukan pemerataan beban antar fasa, sehingga arus yang seimbang akan menjaga umur trafo. Perhitungan penentuan arus nominal utama dan cabang dilakukan untuk mengetahui nilai nominal arus yang masuk pada sisi primer dan sisi sekunder trafo. Untuk mengetahui perhitungannya akan dilakukan dibawah ini:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_{\text{distribusi}}} \quad (11)$$

dengan:

$S$  = Daya semu (VA)

$V_{\text{distribusi}}$  = Tegangan JTM (kV)

Berikut persamaan kemampuan hantar arus (KHA).

$$KHA = I_n \times 125\% \quad (12)$$

dengan:

$I_n$  = arus nominal

$$I\% = \frac{I_r}{I_{\text{rata-rata}}} \times 100\% \quad (13)$$

dengan:

$I\%$  = Presentase arus pada fasa

$I_{\text{fasa}}$  = Arus pada fasa (A)

$I_{\text{rata-rata}}$  = Arus rata-rata fasa (A)

Perhitungan ini dilakukan untuk mencari spesifikasi daya trafo yang akan dipasang pada gardu cantol. Sehingga mendapatkan spesifikasi yang tepat.

$$S_{\text{trafo}} = \frac{S_{\text{beban}}}{\text{presentase maximum trafo}} \quad (14)$$

dengan:  $S_{\text{beban}}$  = Daya Semu Beban (VA)

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### A. Perhitungan Komponen

Proses pemasangan gardu cantol perlu adanya analisis perhitungan dalam menentukan komponen gardu yang terpasang. Tujuan adanya analisis tersebut dapat menentukan kualitas dan keandalan pendistribusian energi listrik yang dihasilkan oleh gardu cantol SML C. Penggunaan komponen yang tepat hasil dari analisis perhitungan perencanaan juga dapat menentukan umur gardu serta daya tahan gardu. Untuk mengetahui perhitungannya, akan dijelaskan di bawah ini.

1) Perhitungan menentukan besaran spesifikasi arus FCO menggunakan persamaan (1) berikut.

$$I_{rate} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 20 \text{ kV}} = \frac{100 \text{ kVA}}{34,6 \text{ kV}} = 2,89 \text{ A}$$

Daya S merupakan daya gardu yang dipasang sebesar 100 kVA sedangkan tegangan V merupakan tegangan distribusi primer (JTM) 20 kV. Berdasarkan perhitungan di atas menghasilkan 2,89 A, namun yang terpasang di gardu tersebut adalah spesifikasi 3A dikarenakan spesifikasi yang tersedia di pasaran adalah 3 A.

2) Perhitungan kabel naik dan kabel turun.

Untuk kabel naik dan kabel turun menggunakan kabel berbahan Cu (Tembaga) dengan arus maksimal 5A dan diameter 70 mm menggunakan persamaan (2) dan (3).

$$I_{rate} = d \times I_{max} = 70 \times 5 = 350 \text{ A}$$

Karena untuk 2 jurusan maka dibagi 2.

$$I_a = \frac{I_{max}}{n} = \frac{350}{2} = 175 \text{ A}$$

3) Perhitungan Saklar

Berdasarkan teori efisiensi telah ditetapkan dengan nilai 400. Perhitungan menggunakan persamaan (1) berikut.

$$I_{rate} = \frac{S}{\text{eff} \times \sqrt{3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 400} = \frac{100}{692} = 144,5 \text{ A}$$

4) Perhitungan NH Fuse untuk 2 jurusan menggunakan persamaan (4) berikut.

$$I_{rate} = \frac{I_{sakelar}}{n} = \frac{144,5}{2} = 72,2 \text{ A}$$

NH Fuse yang terpakai di lapangan adalah 8A. Karena spesifikasi itu yang ada di gudang dan mendekati nilainya.

5) Perhitungan daya trafo distribusi menggunakan persamaan (14) berikut.

$$S_{trafo} = \frac{S_{beban}}{\text{presentase maximum trafo}}$$
$$S_{trafo} = \frac{77,7}{0,8} = 97,125 \text{ kVA}$$

Nilai kapasitas trafo yang mendekati hasil perhitungan adalah 100 kVA.

Penjelasan di atas merupakan spesifikasi tiap komponen yang dibutuhkan dalam membangun gardu tiang tipe tiang/cantol. Berikutnya perhitungan konversi daya dilakukan untuk mengetahui daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan oleh trafo gardu cantol SML C. Dengan mengetahui daya aktif dan reaktif, maka akan mempermudah proses penganalisisan sistem pendistribusian energi listrik. Untuk mencari kedua daya tersebut, maka perlu diketahui daya semu yang dihasilkan dengan nilai 100 kVA dan  $\cos \varphi$  bernilai 0,85 berdasarkan data di lapangan. Dengan mengetahui kedua parameter tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut pada tabel 1.

$$P = S \times \cos \varphi = 100 \times 0,85 = 85 \text{ kW}$$

**Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande**  
 (Giri Angga Setia, Hadi Umar Setiawan, Fauzia Haz, Een Taryana : 139 - 149)

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{100^2 - 85^2} = 52,67 \text{ kVAR}$$

Tabel 1 Tabel Beban Gardu

Gardu	Cos phi	S (kVA)	P (kW)	Q (kVAR)
SML	0,85	39,7	33,75	20,91
CNIL	0,85	199,3	169,4	104,99
SML C	0,85	77,7	66,05	40,92
SML A	0,85	198	168,3	104,3

Setelah melakukan pemasangan gardu cantol, maka perlu adanya pengukuran pada ujung beban guna mengetahui apakah gardu yang telah dibangun dapat mendistribusikan tegangan ke konsumen dengan baik. Untuk mengetahui nilai tegangan tersebut dapat diukur langsung pada beban atau jika jarak beban jauh dapat diperkirakan nilai tegangannya melalui perhitungan. Berikut ini merupakan perhitungan tegangan di ujung beban pada kondisi beban puncak atau malam hari jika telah diketahui nilai tegangannya menggunakan persamaan (10). Untuk mengetahui berapakah tegangan jatuh pada gardu cantol SML C, berikut merupakan perhitungannya menggunakan persamaan (7). Berikut hasil perhitungan tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai tegangan ujung beban dan jatuh tegangan

Keterangan	Fasa R (V)	Fasa S (V)	Fasa T (V)
Tegangan	211,5	209,7	211,5
Jatuh Tegangan	11%	11%	11%

Berdasarkan tegangan standar yang diizinkan, bahwa nilai jatuh tegangan tidak boleh lebih dari 10% [9]. Oleh sebab itu perlu adanya perbaikan jaringan distribusi di daerah Karangtengah, Cianjur khususnya yang dialiri oleh gardu distribusi tipe cantol SML C.

Metode optimalisasi pembebanan transformator distribusi 3 fasa yaitu dengan melaksanakan penyeimbangan beban dalam rangka menghitung besarnya *saving* kWh yang bisa diperoleh. Sebelum penyeimbangan beban pada transformator terlebih dahulu yang harus dilakukan adalah pengukuran dan perhitungan arus yang mengalir pada kawat pembumian dan penghantar netral. Perhitungan untuk mengetahui besarnya *saving* kWh dari data hasil pengukuran sebelum penyeimbangan dan pengukuran data beban setelah penyeimbangan pada transformator distribusi. Berikut ini adalah perhitungan optimalisasi pembebanan trafo gardu cantol SML C menggunakan persamaan (8) dan (9) pada Tabel 3.

Tabel 3 Optimalisasi pembebanan transformator gardu cantol SML C

Keterangan	Sterukur (kVA)	Presentase beban (%)
Malam hari	77,45	77,45
Siang hari	66,98	66,98

Berdasarkan perhitungan, bahwa presentase beban trafo telah memenuhi standar PLN yang ditetapkan dalam SPLN NO 50 tahun 1997 yang berisi pembebanan trafo berada pada kisaran 50% -60% dan dapat dibebani hingga batas ideal pembebanan trafo dengan pertimbangan susut umur trafo, faktor keragaman, dan faktor keserempakan beban yaitu 80%.

Perhitungan penentuan arus nominal utama dan cabang dilakukan untuk mengetahui nilai nominal arus yang masuk pada sisi primer dan sisi sekunder trafo. Selain itu dengan perhitungan tersebut dapat diperkirakan arus yang berada pada percabangan atau jurusan trafo. Untuk mengetahui arus nominal tersebut akan dijelaskan melalui perhitungan di bawah ini menggunakan persamaan (11) dan (12) pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan arus nominal utama dan cabang

Keterangan	In (A)	KHA (A)
Sisi primer	2,88	3,6
Sisi sekunder	0,15	0,19
Sisi cabang	0,45	0,56

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui presentase dari nilai arus yang membuat tidak seimbang antar fasa. Ketidakseimbangan perlu diketahui agar dapat dilakukan pemerataan beban antar fasa, sehingga arus yang seimbang akan menjaga umur trafo menggunakan perhitungan (13) tertera pada Tabel 5.

Tabel 5 Presentase nilai arus antar fasa

Keterangan	Fasa R (%)	Fasa S (%)	Fasa T (%)
Presentase Arus	78,2%	87%	134%

Sehingga kita dapatkan nilai ketidakseimbangan beban sebesar:

$$\text{Beban tak seimbang} = \frac{|0,78 - 1| + |0,87 - 1| + |1,34 - 1|}{3} \times 100\% = 23\%$$

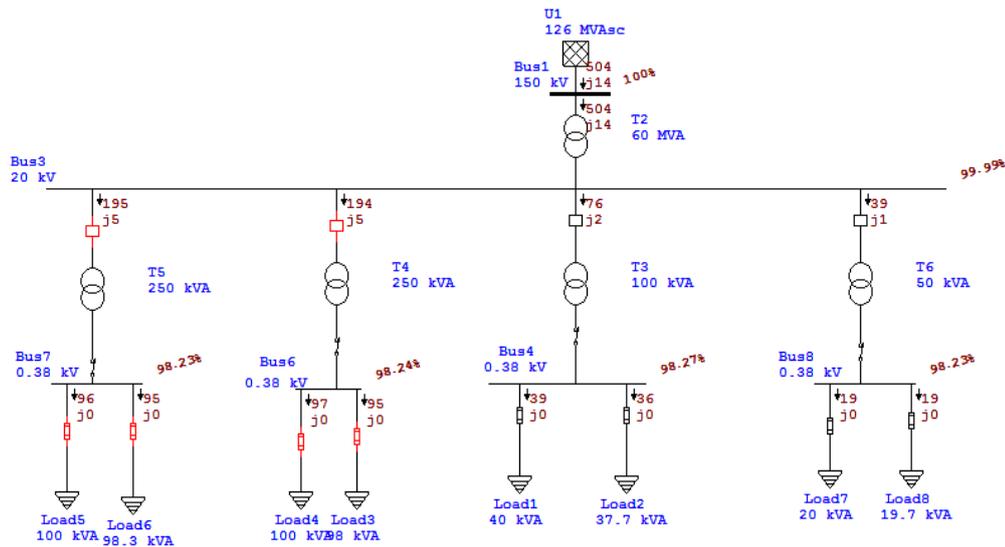
Dari hasil perhitungan di atas bahwa trafo gardu cantol SML C memiliki presentase ketidakseimbangan 23%. Beban tersebut merupakan beban pemindahan dari gardu distribusi SML, CNT, SML A.

#### B. Simulasi ETAP

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan perencanaan terhadap pemasangan gardu cantol, maka dilakukan simulasi perencanaan melalui *software* ETAP 12.6.0. Tujuannya adalah untuk mengetahui kondisi sesungguhnya gardu saat sudah difungsikan dan menghindari kerugian yang diakibatkan dari kesalahan perencanaan. Dengan adanya simulasi ini dapat diketahui nilai daya yang tersalurkan dan berapa daya yang hilang akibat adanya *power losses* atau rugi-rugi daya.

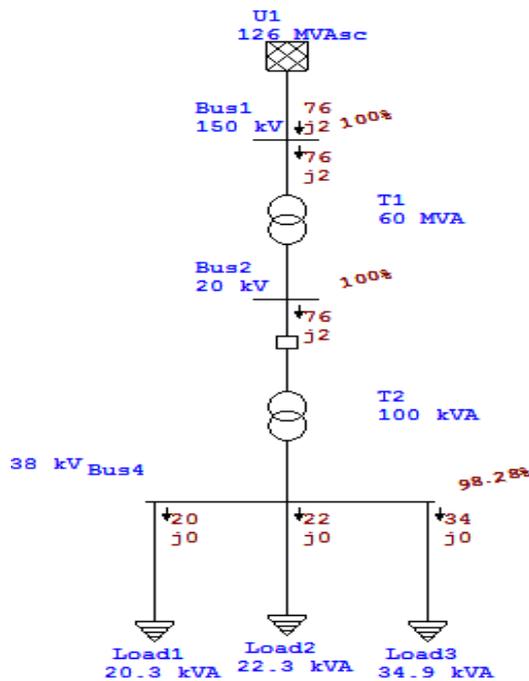
Simulasi dilakukan dengan berdasarkan data yang ada di lapangan serta data perencanaan agar hasil penelitian lebih akurat. Dalam simulasi dikondisikan ketika kebutuhan daya dalam kondisi beban puncak atau malam hari dimana kebutuhan dayanya 66,05 kW + j40,57 kVAR yang terbagi dalam dua jurusan dimana pada jurusan 1 membutuhkan daya senilai 34 kW + j21,07 kVAR dan jurusan 2 senilai 32,05 kW + j19,5. Keduanya disuplai oleh trafo berkapasitas 85 kW + j52,67 kVAR. Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa daya yang tersalurkan terhadap beban adalah 75 kW + j0 kVAR yang dimana pada jurusan 1 tersalurkan daya sebesar 39 kW + j0 kVAR dengan nilai arus sebesar 59,7 A dan jurusan 2 sebesar 36 kW + j0 kVAR dengan nilai arus 56,3 A. Nilai tegangan busbar nya adalah 98,27%.

**Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande**  
 (Giri Angga Setia, Hadi Umar Setiawan, Fauzia Haz, Een Taryana : 139 - 149)



Gambar 1 Hasil simulasi seluruh gardu distribusi dengan ETAP 12.6.0

Selanjutnya adalah pengujian gardu untuk melihat aliran daya antar fasanya. Simulasi sendiri disesuaikan dengan kondisi beban antar fasa berdasarkan data hasil pengukuran yang dilakukan pada malam hari. Tujuannya untuk mengetahui kondisi pendistribusian daya antar fasa saat beban puncak. Berdasarkan analisa yang dilakukan dari hasil simulasi ETAP 12.6.0 didapat bahwa daya yang terdistribusi di seluruh fasa adalah 20 kW + j0 kVAR pada fasa R, dan di fasa S memiliki nilai daya yang terdistribusi sebesar 22 Kw + j0 kVAR, sedangkan pada fasa T memiliki nilai daya yang paling besar senilai 24kW + j0 kVAR. Dengan nilai tegangan busbar pada keseluruhan fasanya adalah 98,28%.



Gambar 2 Hasil simulasi antar pasa pada Gardu SML C dengan ETAP 12.6.0

#### **IV. KESIMPULAN**

Pemasangan gardu tiang tipe cantol SML C dapat memenuhi kebutuhan daya terhadap konsumen di daerah Samolo, Kecamatan Karangtengah, Cianjur, sehingga dapat mengurangi kerugian yang didapat oleh PT.PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande yang diakibatkan adanya pemadaman listrik serta kepuasan pelanggan terpenuhi. Berdasarkan metode perhitungan untuk mendapatkan spesifikasi komponen yang sesuai dengan kebutuhan dengan kapasitas 100 kVA, *Fuse Cut Off* dengan tegangan operasi 24 kV dan arus nominal 3A, Lighting Arrester dengan tegangan operasi 19,5 V, tiang listrik dengan tinggi 13 meter dan kekuatan 350 dAN, kabel naik dan turun tipe NYFGBY dengan diameter 70 mm dan 150 mm, NH-Fuse dengan rating arus 80 A. Berdasarkan metode perhitungan tegangan di ujung beban dapat diprediksi pada fasa R, S, T dengan nilai 211,5 V, 209,7 V, 211,5 V dan memiliki nilai regulasi 11% yang belum memenuhi standar dikarenakan permasalahan saluran, sehingga perlu adanya perbaikan pada jaringan. Sedangkan pembebanan trafo telah optimal berdasarkan standar SPLN No 50 tahun 1997. Untuk kemampuan hantar arusnya memiliki nilai 3,6 A pada sisi primer, 0,19 A pada sisi sekunder dan 0,56 pada sisi cabangnya. Untuk ketidakseimbangan antar fasanya memiliki presentase senilai 23%. Simulasi menggunakan *software* ETAP dengan daya yang dihasilkan oleh trafo 100 kVA dan kebutuhan daya senilai 77,7 kVA yang telah disesuaikan dengan kondisi beban puncak di lapangan. Berdasarkan simulasi, gardu distribusi tipe cantol tersebut memiliki nilai tegangan busbar 98,27% pu dan untuk pendistribusian antar fasanya sendiri memiliki nilai tegangan busbar 98,28%.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] G. A. Setia, S. N. Atsilah, and M. R. Hidayat, "Identifikasi Penurunan Kinerja Pada Minyak Transformator Di GI Lagadar Menggunakan Total Dissolved Combustible Gas, Rasio Doernenburg, Segitiga Duval, Dan Water Content," *SUTET*, vol. 12, no. 2, 2023, doi: 10.33322/sutet.v12i2.1716.
- [2] F. Haz, M. R. Akbar, and G. A. Setia, "Diagnosis Kondisi Minyak Tranformator Menggunakan Teknik Dissolved Gas Analysis," *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 21, no. 1, pp. 12–21, 2022.
- [3] P. Harahap, M. Adam, and A. Prabowo, "Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jutah Tegangan Pada Trafo Bl 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etab 12.6.0," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 62–69, 2019, doi: 10.30596/rele.v1i2.3002.
- [4] G. A. Setia, G. H. M. Sianipar, and R. T. Paribo, "The performance comparison between fast decoupled and backward-forward sweep in solving distribution systems," *3rd IEEE Conf. Power Eng. Renew. Energy, ICPERE 2016*, pp. 247–251, 2016, doi: 10.1109/ICPERE.2016.7904871.
- [5] A. A. N. Narottama, I. G. Agung, M. Sunaya, and I. M. Purbhawa, "Analisis Pengaruh Rekonfigurasi Jaringan Terhadap Pembebanan Transformator Pada Gardu Distribusi Ka 1316 Penyulang Sriwijaya," vol. 4, no. 3, pp. 125–130, 2014.
- [6] G. A. Setia, F. Haz, and G. H. M. Sianipar, "Performa Metode Aliran Daya Fast Decoupled di Jaringan Distribusi," vol. 3, no. 2, pp. 249–254, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.249-254.
- [7] I. M. A. Nugraha and I. G. M. N. Desnanjaya, "Penempatan Dan Pemilihan Kapasitas Transformator Distribusi Secara Optimal Pada Penyulang Perumnas," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 33–44, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i1.722.
- [8] PT. PLN (persero), "Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga," *PT. PLN*, no. 1, 2014.
- [9] PT. PLN, "Standar-Standar Tegangan," *Standar Perusah. List. Negara*, p. 5, 1995.
- [10] I. M. A. Subawa, A. A. G. M. Pemayun, and I. W. A. Wijaya, "Rekonfigurasi Saluran Distribusi 20 kV Pada Penyulang Menjangan Untuk Mengatasi Jatuh Tegangan," *Spektrum*, vol. 6, no. 3, pp. 101–106, 2019.
- [11] K. Wahyudi Widiatmika, I. W. Arta Wijaya, and I. N. Setiawan, "Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Padatransformator Db0244 Di Penyulang Sebelanga," *J. SPEKTRUM*, vol. 5, no. 2, p. 19, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p03.
- [12] S. Azzahra, O. Handayani, and S. Auliya, "Studi Perbaikan Jatuh Tegangan Dan Rugi Daya Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Pembangunan Gardu Sisip Tipe Portal," *Kilat*, vol. 8, no. 1, pp. 65–70, 2019, doi: 10.33322/kilat.v8i1.319.
- [13] H. Prasetijo, "Rekonfigurasi Jaringan 20 kV untuk Perbaikan Profil Tegangan dan Susut Daya Listrik,"

**Studi Penambahan Gardu Sisipan Tipe Tiang untuk Mengatasi Beban Lebih di PT PLN (PERSERO) Area Cianjur Rayon Mande**  
**(Giri Angga Setia, Hadi Umar Setiawan, Fauzia Haz, Een Taryana : 139 - 149)**

---

- Techno*, vol. 11, no. 2, pp. 56–63, 2010.
- [14] A. S. Abrar Tanjung, Ontosenno Penangsang, “Rekonfigurasi sistem distribusi untuk mengatasi beban lebih dan meminimalkan rugi-rugi pada jaring distribusi menggunakan metode heuristik algoritma,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. ISSN 1907-, no. Snati, pp. 23–25, 2007.
- [15] G. H. M. Sianipar, G. Angga Setia, and M. F. Santosa, “Implementation of Axis Rotation Fast Decoupled Load Flow on Distribution Systems,” *3rd IEEE Conf. Power Eng. Renew. Energy*, 2016.

## **Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel**

**Gali Triyani<sup>1</sup>, Fardhan Arkan<sup>2</sup>, M. Yonggi Puriza<sup>3</sup>, Welly Yandi<sup>4</sup>, Yandi Anzari<sup>5</sup>, Habib Satria<sup>6</sup>, Hanalde Andre<sup>7</sup>,**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Telkom.

<sup>6</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Medan Area

<sup>7</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Andalas

<sup>\*</sup>Korespondensi : myonggipuriza@ubb.ac.id

### **Abstrak**

Permasalahan klasik yang menghambat petani dalam melakukan penyemprotan cairan herbisida karena masih menggunakan sistem penyemprot cairan herbisida secara manual. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan alat penyemprot herbisida elektrik yang efisien dan efektif bagi masyarakat, juga untuk mengenalkan serta memanfaatkan energi terbarukan sebagai energi yang mudah di dapatkan dan ramah lingkungan khususnya di bidang pertanian. Sumber yang dihasilkan oleh panel surya 20 Wp yaitu berupa Tegangan, Arus, Daya dan Energi Listrik. Pengukuran panel surya diambil selama 7 hari, mulai dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB. Hasil yang didapatkan untuk nilai rata-rata terbesar Tegangan, Ampere, dan Daya berada pada hari ke-7 dimana Tegangan sebesar 13,72V, Arus sebesar 0,43A, dan Daya sebesar 5,88W. Sedangkan untuk nilai rata-rata Energi Listrik terbesar berada pada hari ke-2 dan hari ke-5 sebesar 0,60Wh. Adapun yang berpengaruh dalam pengambilan data panel surya pada penelitian ini yaitu Intensitas Cahaya, dengan nilai rata-ratanya paling besar berada pada hari ke-7 yaitu sebesar 905,8 W/m<sup>2</sup>. Pembuatan alat penyemprot herbisida elektrik berbasis panel surya 20 Wp telah dilakukan dengan hasil yang sangat efektif dan berfungsi sesuai dengan tujuan pembuatan alat yaitu mengenalkan energi terbarukan sebagai energi alternatif yang mudah didapatkan khususnya dibidang pertanian.

**Kata kunci:** Alat Penyemprot Herbisida, Energi Terbarukan, Panel Surya.

### **Abstract**

*A classic problem that hinders farmers from spraying herbicide liquids because they still use a herbicide liquid sprayer system in a manual way. This research aims to produce electric herbicide sprayers that are efficient and effective for the community, as well as to engenalize and utilize renewable energy as energy that is easy to obtain and environmentally friendly, especially in agriculture. The sources produced by the 20Wp solar panels are in the form of Voltage, Current, Power and Electrical Energy. Solar panel measurements are taken for 7 days, starting from 08.00 WIB to 15.00 WIB. The results obtained for the largest average values of Voltage, Amperes, and Power were on day 7 where the Voltage was 13.72V, Current was 0.43A, and Power was 5.88W. S. Sexplained for the average value of the largest Electrical Energy was on day 2 and day 5 of 0.60Wh. The effect in taking solar panel data in this study was Light Intensity, with the largest average nilai being on the 7th day, which was 905.8 W/m<sup>2</sup>. The manufacture of electric herbicide sprayers based on 20 Wp solar panels has been carried out with very effective results and functions in accordance with the purpose of making tools, namely introducing renewable energy as alternative energy that is easily available, especially in agriculture.*

**Keywords:** Herbicide Sprayer, Renewable Energy, Solar Panel.

## **I. PENDAHULUAN**

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi di era globalisasi yang menuntut manusia untuk mengikuti laju perkembangan zaman, dimana disetiap aspek dituntut untuk memenuhi kebutuhan dan

Info Makalah:

Dikirim : 12-23-2022;  
Revisi 1 : 01-12-2023;  
Diterima : 01-13-2023.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-89926-61627  
e-mail : [myonggipuriza@ubb.ac.id](mailto:myonggipuriza@ubb.ac.id)

persaingan pasar yang semakin tinggi. Energi merupakan kebutuhan utama bagi umat manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat menjadi faktor peningkatan kemakmuran, tetapi juga dapat menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Dengan semakin menipisnya cadangan minyak bumi di Indonesia, pemanfaatan energi alternatif nonfosil harus ditingkatkan. Ada beberapa energi alam sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan persediaannya tidak terbatas yang dikenal

dengan energi terbarukan, salah satunya adalah energi surya.

Untuk itu perlu dikembangkan sumber energi yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Panel surya merupakan suatu sistem yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi sinar atau paparan sinar matahari yang dimana proses penyerapan melalui proses *photovoltaic*. Panel surya rata-rata mempunyai efektifitas kerja yang baik pada suhu 25°C (sumber spesifikasi panel) sedangkan suhu rata-rata di Indonesia berkisar antara 30° -35° C [1].

Perkembangan teknologi di era modern sangat lah pesat, sehingga dapat menyelesaikan banyak masalah di berbagai bidang kehidupan manusia. Teknologi pada penelitian kali ini adalah “Alat Penyemprot Herbisida (*knapsack sprayer*) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel” Alat ini adalah alat untuk menyemprotkan cairan herbisida atau racun untuk mematikan rumput yang digunakan para petani untuk membersihkan lahan pertanian dari rumput liar. Alat ini sangat berguna bagi masyarakat khususnya di sektor pertanian dengan memanfaatkan energi terbarukan yaitu surya sebagai pengganti energi listrik rumahan.

Perbedaan alat pada penelitian ini dan alat yang di jual di pasaran adalah sumber energi listrik yang digunakan karena alat pada penelitian ini menggunakan energi terbarukan yaitu energi surya dengan menggunakan panel surya 20Wp tipe *polycrystalline*. Panel surya memanfaatkan energi matahari atau surya sebagai pengganti listrik rumahan untuk menyalakan motor listrik yang menghisap cairan herbisida tersebut. Selain itu, alat ini sangat efisien serta hemat tenaga para petani dalam melakukan penyemprotan karena alat ini bekerja dengan sistem otomatis tanpa melakukan pemompaan secara manual.

Sebelum penelitian ini dilakukan, penulis sudah melakukan beberapa penelitian [2][3][4][5][6] terkait energi terbarukan terutama energi surya yang menjadi dasar dilakukannya penelitian ini. Adapun penelitian lain yang dijadikan referensi adalah penelitian Edi Sarwono dkk [7], penelitian Oya Iman Sanjaya dkk [8], Mychael Gatriser Pae dkk [9], Chico Hermanu Brillianto Apribowo dkk [10], Abdul Rohman dkk [11], Muhammad Syahid dkk [12], Akmal Muhammad Aththoriq dkk [13], dan Didik Riyanto dkk [14].

Untuk penelitian ini, alat utama yang digunakan antara lain :

Tabel 1 Jumlah Tabung yang dapat dihasilkan Baterai saat penuh.

Nama Bahan	Fungsi	Gambar
Tabung/Tangki kapasitas 16 liter	Sebagai penampung cairan herbisida.	 Gambar 1 Tangki

**Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel**

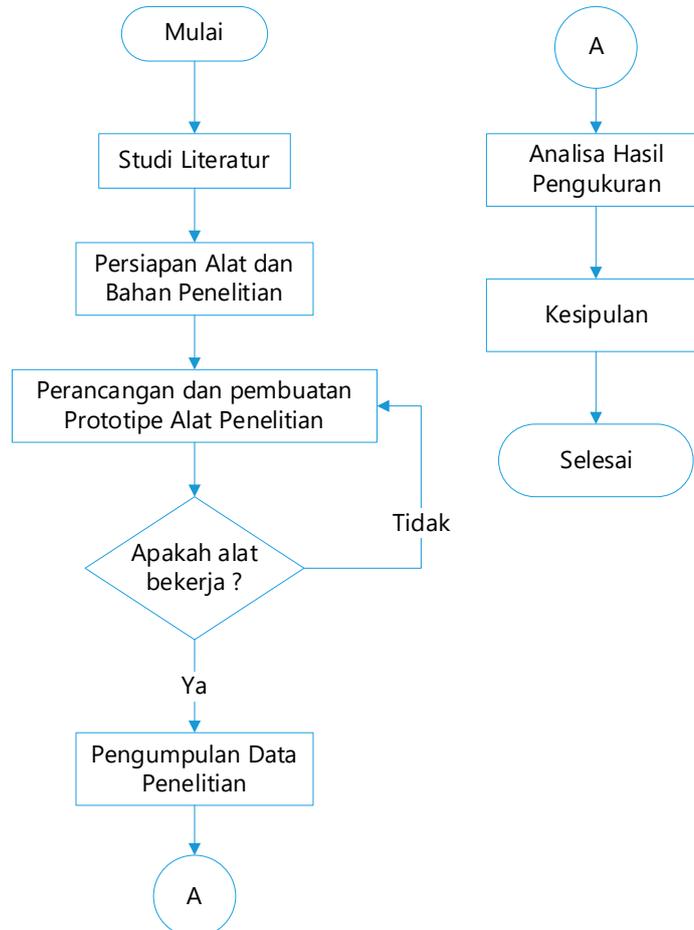
**(Gali Triyani, Fardhan Arkan, M. Yonggi Puriza, Welly Yandi, Yandi Anzari, Habib Satria, Hanalde Andre: Halaman 150 - 161)**

Nama Bahan	Fungsi	Gambar
Panel Surya 10 wp 2 buah	Alat ini dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik.	 <p data-bbox="1136 555 1374 584">Gambar 2 Panel surya</p>
Aki/Baterai 12 V 7,5 Ah	Untuk menyimpan energi listrik yang di dapatkan dari panel surya.	 <p data-bbox="1158 943 1353 972">Gambar 3 Baterai</p>
Kapasitor 10000uF	Sebagai komponen yang dibutuhkan untuk memuluskan sinyal yang berfluktuasi agar lebih stabil.	 <p data-bbox="1086 1301 1305 1330">Gambar 4 Kapasitor</p>
Motor sprayer elektrik, 3.5A, 12V	Sebagai penghisap cairan herbisida yang ada di dalam tabung.	 <p data-bbox="1142 1704 1369 1733">Gambar 5 Motor DC</p>

## II. METODE PENELITIAN

### A. (Diagram Alir Penelitian)

Langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti disajikan dalam bentuk diagram alir prosedur penelitian seperti pada gambar berikut:



Gambar 6 Diagram alir penelitian.

Penjelasan pada diagram alir penelitian sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan penelitian yaitu pengumpulan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat alat penyemprot herbisida.
2. Perancangan sistem digunakan untuk merancang sistem apa saja yang digunakan untuk pembuatan alat, meliputi perancangan alat, desain alat, pembuatan antarmuka pada aplikasi.
3. Pembuatan alat dan aplikasi, yaitu tahapan dimana sistem-sistem yang beroperasi, dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Baik dalam bentuk fungsi, tampilan, dan pembahasan lainnya sesuai dengan tujuan penelitian.
4. Setelah itu dilakukan pengujian alat dan aplikasi untuk mengetahui apakah alat dan aplikasi tersebut bekerja atau tidak.
5. Kemudian, melakukan implementasi alat dimana dilakukan pengukuran pada panel surya, beban, dan kapasitas alat. Apabila terjadi error perlu pengecekan pada alat apa yang error dan melakukan perbaikan pada error tersebut.
6. Analisa hasil dilakukan untuk memperoleh hasil dari alat yang telah dibuat.
7. Kesimpulan dilakukan untuk menyimpulkan apakah alat penyemprot herbisida otomatis dapat berjalan dengan benar sesuai dengan hasil dari analisa data yang dibuat.

## Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel

(Gali Triyani, Fardhan Arkan, M. Yonggi Puriza, Welly Yandi, Yandi Anzari, Habib Satria, Hanalde Andre: Halaman 150 - 161)

### B. Wiring Diagram dan desain alat

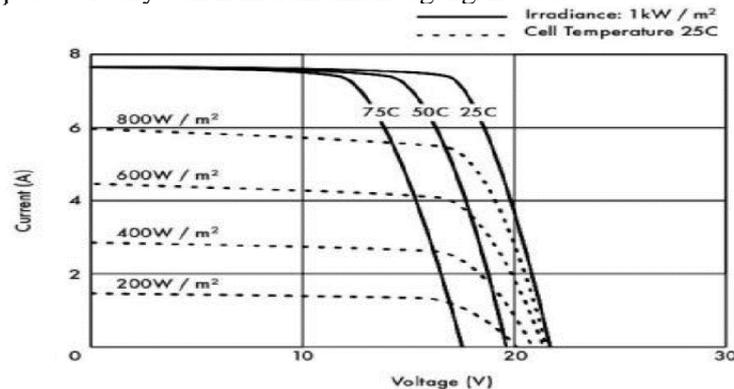
Peralatan penelitian dihubungkan sesuai dambar 7 ini dimana dari panel surya sampai ke beban yaitu motor dinamo menggunakan kabel. Sumber berawal dari Panel 20WP, kabel – (negatife) + (positif) ke SCC, SCC ke kapasitor dan aki, dari kapsitor dan aki selanjutnya ke saklar untuk pemutus dan penghubung aliran listrik, kemudian aliran listrik berfokus pada beban yaitu motor dinamo agar dapat melakukan penghisapan cairan.



Gambar 7 Wiring diagram dan desain alat.

### C. Persamaan – Persamaan yang digunakan dalam penelitian

Untuk menghitung efisiensi panel surya maka harus diketahui dahulu bahwa Sel surya dapat beroperasi secara maksimal jika temperatur sel tetap normal pada 25°C. Kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel surya akan melemahkan tegangan Voc.



Gambar 8 Karakteristik panel surya [15]

Gambar diatas menunjukkan setiap kenaikan temperatur sel surya 10°C dari 25°C akan berkurang sekitar 0,4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah dua kali lipat untuk kenaikan temperatur sel per 10°C. Apabila jumlah energi cahaya matahari yang diterima sel surya berkurang atau intensitas cahayanya melemah seperti Gambar diatas, maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dibandingkan penurunan arus listriknya.

Efisiensi panel surya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{I \times A} \quad (1)$$

Yang mana, V<sub>mp</sub> merupakan tegangan puncak, I<sub>mp</sub> merupakan arus puncak, I merupakan intensitas matahari per meter persegi dan A adalah luas permukaan intensitas matahari diterima. Untuk Menghitung daya listrik sering diartikan sebagai laju hantaran energi listrik pada sirkuit listrik. Satuan standar internasional daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir dalam satuan waktu (joule/detik). Daya listrik dilambangkan huruf P. Pada rangkaian arus DC, daya listrik

sesaat dihitung menggunakan hukum Joule. Daya pada sumber DC dinyatakan sebagai berikut dimana  $P$  = daya dalam satuan watt,  $V$  = tegangan (Volt) dan  $I$  = arus (ampere)

$$P = V \cdot I \quad (2)$$

Sedangkan untuk pengisian baterai menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{kapasitas aki}}{\text{Daya puncak panel} \times \text{efisiensi scc}} = \text{Waktu pengecasan} \quad (3)$$

Untuk menghitung lama pemakaian menggunakan persamaan berikut ini :

$$\frac{\text{Kapasitas aki}}{\text{Beban motor}} = \text{Waktu pemakaian} \quad (4)$$

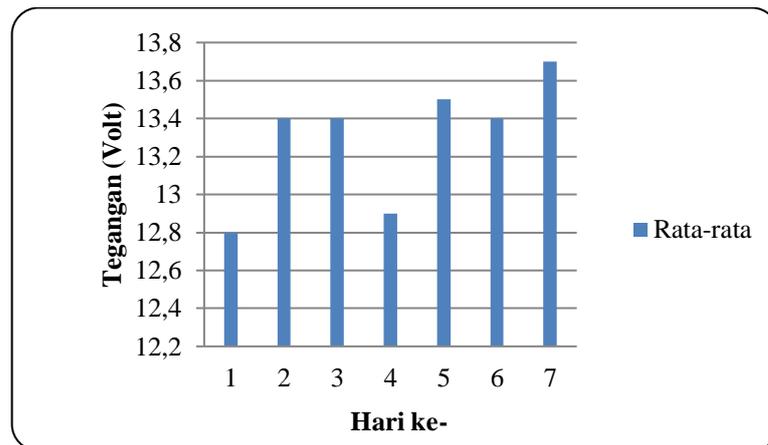
Untuk Mengetahui luas lahan yang dapat dilakukan penyiraman dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$\text{Luas lahan} : \text{lama waktu penyiraman} \times \text{kecepatan penyiraman} \quad (5)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengambilan data Penelitian

Pengambilan data penelitian dilakukan di area Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung yang mana di lakukan selama tujuh hari pada bulan Oktober tahun 2022 dimana intensitas matahari tertinggi untuk hari ke- 1 adalah  $987.3 \text{ W/m}^2$ , hari ke- 2 adalah  $1237 \text{ W/m}^2$ , hari ke- 3 adalah  $942 \text{ W/m}^2$ , hari ke- 4 adalah  $1141 \text{ W/m}^2$ , hari ke- 5 adalah  $987.3 \text{ W/m}^2$ , hari ke- 6 adalah  $842 \text{ W/m}^2$ , dan hari ke- 7 adalah  $842 \text{ W/m}^2$ . Sejak hari pertama dilakukan pengukuran selama 8 jam yaitu pada pukul 08.00-15.00 WIB. Untuk pengambilan datanya dilakukan setiap 10 menit sekali agar mendapatkan data yang cukup akurat. Data yang diambil adalah Tegangan, Arus, Daya, Energi dan Intensitas Cahaya yang dihasilkan oleh panel surya yang disajikan dalam bentuk grafik berikut.



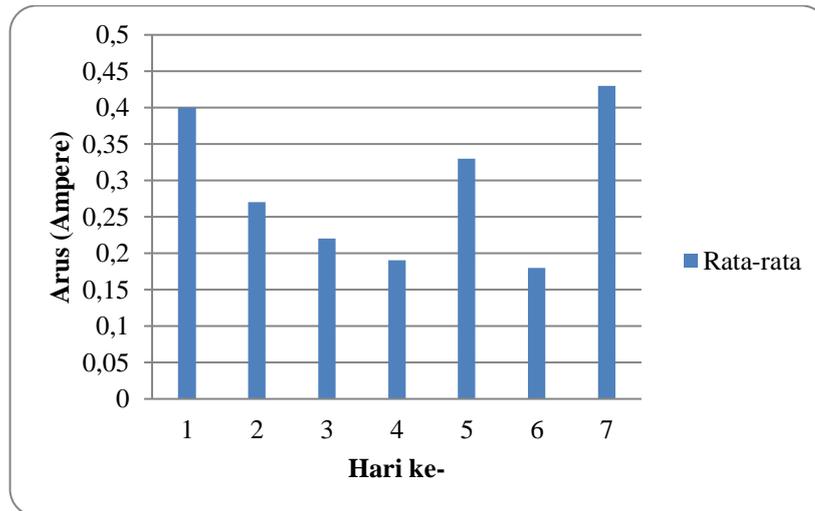
Gambar 9 Grafik perbandingan nilai rata-rata tegangan .

Berdasarkan grafik pada Gambar 9. Tegangan rata-rata yang di dihasilkan oleh panel surya adalah 12,87 Volt untuk hari ke-1, 13,43 Volt hari ke-2, 13,42 Volt hari ke-3, 12,93 Volt hari ke-4, 13,57 Volt hari ke-5, 13,49 Volt hari ke-6, dan 13,72 Volt untuk hari ke-7. Untuk Tegangan rata-rata paling besar adalah pada hari terakhir atau hari ketujuh sebesar 13,72 Volt ini semua di karenakan cuaca yang cerah dan memiliki intensitas cahaya yang cukup panas. Sedangkan untuk nilai rata-rata Tegangan paling kecil yaitu pada hari pertama sebesar 12,87 Volt dikarenakan cuaca mendung di sertai banyaknya gumpalan awan yang mempengaruhi intensitas cahaya sehingga membuat Tegangan yang di dihasilkan panel cenderung lebih kecil. Dari perbandingan di atas dapat disimpulkan bahwa faktor cuaca dan Intensitas

**Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel**

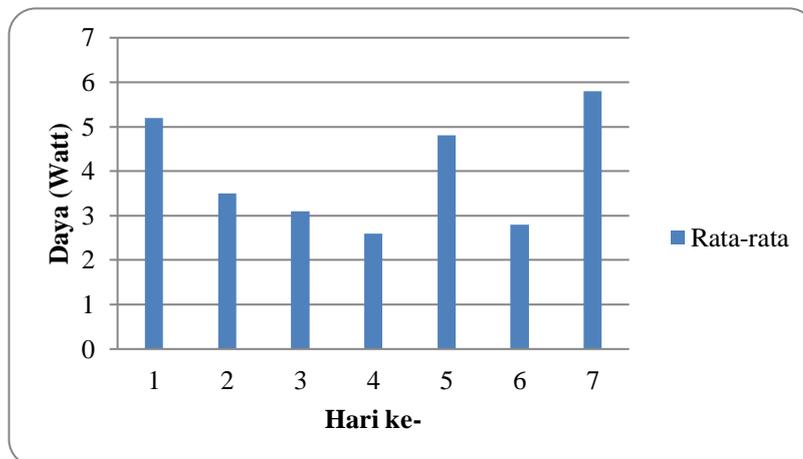
**(Gali Triyani, Fardhan Arkan, M. Yonggi Puriza, Welly Yandi ,Yandi Anzari, Habib Satria, Hanalde Andre: Halaman 150 - 161)**

Cahaya sangat mempengaruhi besar kecilnya nilai rata-rata Tegangan yang dihasilkan. Semakin besar nilai rata-rata Intensitas Cahaya maka semakin besar nilai rata-rata Tegangan yang dihasilkan.



Gambar 10 Grafik perbandingan nilai rata-rata Arus .

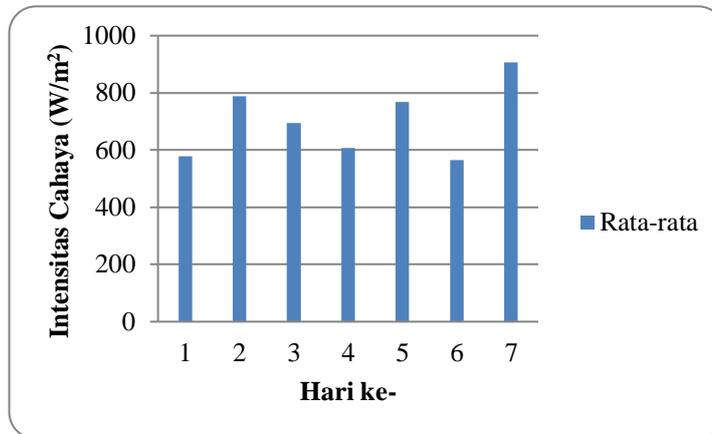
Berdasarkan Grafik pada Gambar 10, nilai rata-rata Arus pada hari ke-1 yaitu sebesar 0,40 Ampere, 0,27 Ampere hari ke-2, 0,22 Ampere hari ke-3, 0,19 Ampere hari ke-4, 0,33 Ampere hari ke-5, 0,18 Ampere hari ke-6, dan 0,43 Ampere untuk hari ke-7. Nilai rata-rata Arus terbesar berada pada hari ketujuh sebesar 0,43 Ampere itu di karenakan pada hari ketujuh memiliki cuaca panas dan intensitas cahaya yang cukup stabil sehingga nilai rata-rata Arus yang di hasilkan cenderung lebih besar. Untuk nilai rata-rata Arus paling kecil berada pada hari keenam yaitu sebesar 0,19 Ampere ini semua di karenakan pada hari keenam cuaca mendung dan turun hujan sehingga Intensitas Cahaya yang di hasilkan cenderung lebih kecil dan kurang stabil. Dari perbandingan nilai rata-rata Arus diatas dapat disimpulkan bahwa sama halnya dengan nilai rata-rata Tegangan, nilai rata-rata Arus juga sangat di pengaruhi faktor cuaca dan Intensitas Cahaya yang dihasilkan. Semakin besar Intensitas Cahaya yang di terima oleh panel maka semakin besar nilai rata-rata Arus yang dihasilkan. Sebaliknya jika nilai Intensitas Cahaya sangat kecil maka nilai rata-rata Arus yang dihasilkan oleh panel juga akan kecil dan kurang maksimal.



Gambar 11 Grafik perbandingan nilai rata-rata daya .

Berdasarkan Grafik pada Gambar 11. Nilai rata-rata Daya pada hari ke-1 yaitu sebesar 5,24 Watt, 3,58 Watt hari ke-2, 3,18 Watt hari ke-3, 2,60 Watt hari ke-4, 4,81 Watt hari ke-5, 2,8 Watt hari ke-6, dan 5,88 Watt hari ke-7 . Untuk nilai rata-rata Daya terbesar yaitu pada hari ke tujuh sebesar 5,88Watt hal ini dikarenakan cuaca hari ke tujuh panas dan nilai rata-rata Intensitas Cahaya yang dihasilkan cukup besar dan stabil. Sedangkan untuk nilai rata-rata Daya terkecil yaitu berada pada hari keempat sebesar 2,60Watt ini dikarenakan hari keempat cuacanya mendung dan turun hujan sehingga nilai rata-rata

Intensitas Cahaya yang diterima cenderung lebih kecil sehingga membuat nilai rata-rata Daya yang dihasilkan panel juga kecil. Dari grafik perbandingan nilai rata-rata Daya diatas dapat disimpulkan bahwa sama halnya dengan nilai rata-rata Tegangan dan Arus nilai rata-rata Daya juga di pengaruhi oleh Intensitas Cahaya yang di terima oleh panel. Semakin besar Intensitas Cahaya yang diterima oleh panel maka semakin besar nilai rata-rata Daya yang dihasilkan. Sebaliknya semakin kecil Intensitas Cahaya yang diterima oleh panel maka nilai rata-rata Daya yang dihasilkan juga kecil.



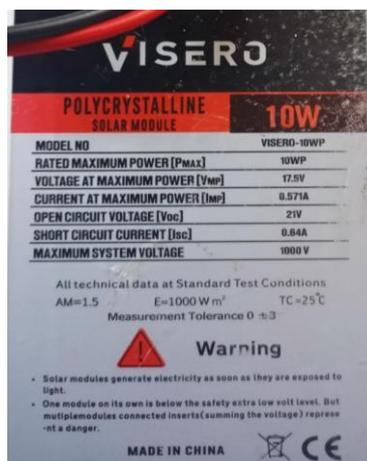
Gambar 12 Grafik perbandingan nilai Intensitas cahaya .

Berdasarkan Grafik pada Gambar 12. Nilai rata-rata Intensitas Cahaya pada hari ke-1 yaitu sebesar 577,84 W/m<sup>2</sup>, 788,06 W/m<sup>2</sup> hari ke-2, 695,29 W/m<sup>2</sup> hari ke-3, 607,0 W/m<sup>2</sup> hari ke-4, 768,4 W/m<sup>2</sup> hari ke-5, 564,8 W/m<sup>2</sup> hari ke-6, dan 905,8 W/m<sup>2</sup> hari ke-7. Dari data di atas di dapatkan perbandingan nilai rata-rata Intensitas Cahaya antara hari ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, ke-6 dan ke-7. Hari ke-7 cenderung lebih besar nilai rata-ratanya di dibandingkan hari lainnya yaitu sebesar 905,8 W/m<sup>2</sup> Itu semua karena faktor cuaca hari ke-7 memiliki nilai Intensitas Cahaya yang besar dan stabil. Sedangkan untuk nilai rata-rata Intensitas Cahaya paling kecil berada pada hari ke-6 sebesar 564,8 W/m<sup>2</sup> karena hari ke-6 cuacanya mendung dan Intensitas Cahaya yang dihasilkan oleh matahari sangat kecil. Dari grafik perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa faktor cuaca sangat mempengaruhi besar kecilnya Intensitas Cahaya yang dihasilkan.

**B. Perhitungan – perhitungan pada penelitian**

**Efisiensi Panel Surya Berdasarkan Nameplate**

Efisiensi panel surya dapat dihitung berdasarkan data di nameplate panel surya dan persamaan 1. Adapun data nameplate panel surya yang digunakan pada penelitian ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 13 berikut.



Gambar 13 Nameplate panel surya

## **Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel**

**(Gali Triyani, Fardhan Arkan, M. Yonggi Puriza, Welly Yandi, Yandi Anzari, Habib Satria, Hanalde Andre: Halaman 150 - 161)**

---

$$\eta = \frac{(Vm \times Im)}{G \times A} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{(17,5 \times 0,57)}{1000 \times (0,36 \times 0,26)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{9,97}{93,6} \times 100\%$$

$$\eta = 10,6 \%$$

Perhitungan Daya beban berdasarkan persamaan 2

$$P = \text{Tegangan beban} \times \text{Arus beban}$$

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \text{ V} \times 3,5 \text{ A} = 42 \text{ Watt}$$

Untuk mengetahui Daya pada beban dilakukan perhitungan seperti diatas, dimana Daya beban yang di dapat sebesar 42 Watt. Itu semua di dapatkan dari Tegangan beban x Arus beban yang nilainya di ambil dari spesifikasi motor pompa yang digunakan (Gambar 5).

Menentukan lama pengisian baterai saat penelitian berdasarkan persamaan 3 dan 4

Baterai yang digunakan pada penelitian ini memiliki kapasitas 12V 7,5 Ah dengan lama waktu pengisian adalah sebagai berikut.

$$t_{\text{pengisian}} = \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Daya puncak panel surya} \times \text{efisiensi scc}}$$

$$\text{Kapasitas Aki} = 7,5 \text{ Ah } 12 \text{ V}$$

$$\text{Daya Panel} = 20 \text{ Wp}$$

$$\text{Efisiensi SCC} = 0,8$$

$$t_{\text{pengisian}} = \frac{12 \text{ V} \times 7,5 \text{ Ah}}{20 \times 0,8} = \frac{90}{16} = 5 \text{ Jam } 37 \text{ menit}$$

Pemakaian baterai untuk beban saat penuh

Perhitngan durasi penggunaan alat setelah baterai diisi sampai penuh adalah sebagai berikut .

$$t_{\text{pemakaian}} = \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Beban motor}}$$

$$\text{Kapasitas Aki} : 7,5 \text{ Ah } 12 \text{ V}$$

$$\text{Beban Motor} : 42 \text{ Watt}$$

$$t_{\text{pemakaian}} = \frac{12 \text{ V} \times 7,5 \text{ Ah}}{42} = \frac{90}{42} = 2 \text{ Jam } 8 \text{ menit}$$

Lama waktu pemakaian satu kali penyemprotan dengan kapasitas tabung 16 Liter.

Untuk mengetahui lama pemakaian satu kali penyemprotan dengan kapasitas tabung 16 liter perlu di ukur menggunakan alat ukur istopwatch yang ada pada fitur smartpone. Setelah di lakukan pengukuran di dapatkan hasil satu kali penyemprotan dengan tabung berkapasitas 16 liter yaitu selama: 14 menit 21 detik untuk satu kali penyemprotan.

Menghitung Daya baterai yang terpakai dalam satu kali penyemprotan dengan kapasitas tabung 16 Liter.

Untuk mengetahui Daya baterai yang terpakai pada satu kali penyemprotan maka harus di lakukan perhitungan sebagai berikut:

Kapasitas Aki = 7,5 Ah 12 V

Beban motor = 42 Watt

Pemakaian = 14 menit 21 detik

$$\begin{aligned} \text{Daya yang terpakai} &= \text{Beban motor} \times \text{waktu pemakaian} \\ &= 42 \text{ Watt} \times (14 \text{ menit } 21 \text{ detik} / 60 \text{ menit}) \\ &= 9,66 \text{ Wh} \\ &= 9,66 \text{ Wh} / 12 \text{ V} \\ &= 0,80 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Menghitung luas lahan yang dapat di lakukan penyiraman dengan kapasitas tabung 16 Liter.

Untuk mengetahui luas lahan maksimal yang di lakukan penyemprotan di gunakan perhitungan dengan kecepatan waktu penyemprotan 3 detik/m<sup>2</sup> dalam waktu selama 14 menit 21 detik menit berdasarkan ukuran tabung yang memiliki jumlah air sebanyak 16 liter dengan persamaan 5, seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{luas lahan} &= \text{lama waktu penyiraman} \times \text{kecepatan penyiraman} \\ \text{luas lahan} &= 14 \text{ menit } 21 \text{ detik} \times 3 \text{ detik} / \text{m}^2 = 287 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Jadi, untuk penyemprotan selama 14 menit 21 detik dengan jumlah liter air yang digunakan sebanyak 16 liter adalah seluas 287 m<sup>2</sup>. Berdasarkan perhitungan waktu kerja saat beban dihidupkan didapatkan lama penyemprotan maksimum untuk aki 7,5 Ah yaitu selama 2 jam 8 menit. Sehingga didapatkan luas lahan penyemprotan yaitu seluas = ( 2 jam 8 menit x 3 detik/m<sup>2</sup> ) = ( 7680 detik x 3 detik / m<sup>2</sup> ) = 2560 m<sup>2</sup> atau sebesar 0,256 hektare.

Jumlah tabung berkapasitas 16 Liter yang bisa dipakai oleh alat pada saat baterai 7,5 Ah penuh dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 2 Jumlah Tabung yang dapat dipakai mulai Baterai penuh sampai habis.

Waktu	Jumlah Tabung
14:50 - 15:05	1
15:07 - 15:21	2
15:23 - 15:38	3
15:40 - 15:54	4
15:56 - 16:11	5
16:13 - 16:28	6
16:30 - 16:44	7
16:46 - 17:01	8
17:03 - 17:20	9
17:22 - 17:39	10
17:41 - 17:58	11

Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat di ketahui bahwa jumlah tabung yang dapat dihasilkan oleh baterai berkapasitas 12V 7,5Ah yaitu sebanyak 11 tabung 16 liter. Pengukuran di ambil dengan cara melakukan penyemprotan dengan kapasitas tabung 16 liter sampai cairannya habis dan memakan durasi kurang lebih 15 menit. Itu semua dilakukan berulang kali sampai daya baterainya habis dan di dapatkan hasil yaitu berjumlah 11 kali penyemprotan.

## **Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (Knapsack Sprayer) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel**

**(Gali Triyani, Fardhan Arkan, M. Yonggi Puriza, Welly Yandi, Yandi Anzari, Habib Satria, Hanalde Andre: Halaman 150 - 161)**

---

### **IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian didapatkan untuk tangki 16 liter dapat menyemprot daerah seluas 287 m<sup>2</sup> selama 14 menit 21 detik sehingga alat yang dipasangi baterai 7.5 Ah dan diisi menggunakan panel surya dapat menyemprot sebanyak 11 tabung dengan total lahan yang dapat disemprot seluas 0,3 hektar. Dapat juga disimpulkan bahwa pembuatan alat penyemprot herbisida elektrik berbasis panel surya 20 Wp sangat mungkin dilakukan dan bisa bekerja sesuai dengan fungsinya, diharapkan dengan prototipe alat yang sederhana dan relative mudah dibuat ini dapat memudahkan petani dalam melakukan pekerjaannya. Seperti halnya yang terjadi dengan alat yang berbasis energi panel surya lain, semakin kurangnya intensitas cahaya yang diterima panel surya, maka Tegangan, Arus, Daya, dan Energi Listrik yang dihasilkan semakin kecil dan kurang maksimal.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] I. B. G. Widiantara and N. Sugiarta, "Pengaruh Penggunaan Pendingin Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 110–115, 2019, doi: 10.31940/matrix.v9i3.1582.
- [2] M. Y. Puriza, W. Yandi, and A. Asmar, "Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Panel Surya Tipe Polycrystalline dengan Panel Surya Monocrystalline Berbasis Arduino di Kota Pangkalpinang," *J. Ecotipe (Electronic, Control, Telecommun. Information, Power Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 47–52, 2021, doi: 10.33019/jumalecotipe.v8i1.2034.
- [3] W. Yandi, M. Y. Puriza, M. Jumnahdi, and R. Kurniawan, "Comparative efficiency solar panels and wind turbine DC generator as green energy sources in Bangka Island," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 599, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/599/1/012037.
- [4] S. Anuar, M. Y. Puriza, W. Yandi, A. A. Rachmani, and Y. Anzari, "Designing monitor and control system of internet of things (IoT) based solar powered smart greenhouse prototype," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1108, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1108/1/012081.
- [5] W. Yandi, M. Y. Puriza, and K. Jumaida, "Comparative study of electrical energy conversion on monocrystalline and polycrystalline solar panel types in fixed position with various weather conditions in mountain area," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 926, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/926/1/012053.
- [6] R. Sianipar, M. Y. Puriza, and W. Sunanda, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop Untuk Perumahan di Pulau Bangka," vol. 7, no. 1, pp. 37–44, 2023.
- [7] E. Sarwono, "Alat Penyemprot Pestisida Tenaga Surya," *Electrician*, vol. 16, no. 1, pp. 66–72, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n1.2228.
- [8] O. I. Sanjaya, I. A. D. Giriantari, and I. N. S. Kumara, "Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung," *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, pp. 114–121, 2019.
- [9] M. Gatrisher Pae, M. D. Badjowawo, and O. Tiran, "Perancangan pembangkit listrik tenaga surya untuk penyiraman lahan pertanian," *Ilm. Flash*, vol. 6, no. 1, pp. 37–41, 2020.
- [10] C. Hermanu, B. Apriboyo, T. E. S, and M. Anwar, "Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian," *J. Abdimas*, vol. 21, no. 2, pp. 97–

102, 2017.

- [11] A. Rohman, A. Holik, and H. Yuliandoko, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Pertanian Hidroponik Skala Rumah Tangga di Kelurahan Singonegaran Kota Banyuwangi Pendahuluan Dimasa pandemi Corona Virus Desease memaksimalkan lahan yang sempit dengan hasil Target dan Luaran ( Opti," vol. 6, no. 2, pp. 212–218, 2021.
- [12] M. Syahid, N. Salam, W. Piarah, Z. Djafar, R. Tarakka, and G. Alqadri, "Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya untuk Sistem Irigasi Pertanian," *J. Tepat (Teknologi Terap. Untuk Pengabd. Masyarakat)*, vol. 5, no. 1, pp. 102–107, 2022.
- [13] A. M. Atthoriq, J. Sumarjo, and R. D. Anjani, "Perancangan System Pompa Air Tenaga Surya Terhadap Produktivitas Pertanian Padi (Sawah)," *J. Ilm. Wahana Pendidik*. <https://jurnal.unibrah.ac.id/index.php/JIWP>, vol. 8, no. 3, pp. 178–183, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6420819.
- [14] D. Riyanto, Y. Winardi, and M. Muhsin, "Development of Agricultural Irrigation Pump Using Solar Electric Energy in Duri Village, Slahung, Ponorogo (in Indonesian)," *Agrokreatif*, vol. 7, no. 2, pp. 162–167, 2021.
- [15] V. Quaschnig, *Understanding renewable energy systems*. London: Routledge, 2016. doi: 10.4324/9781315800493.