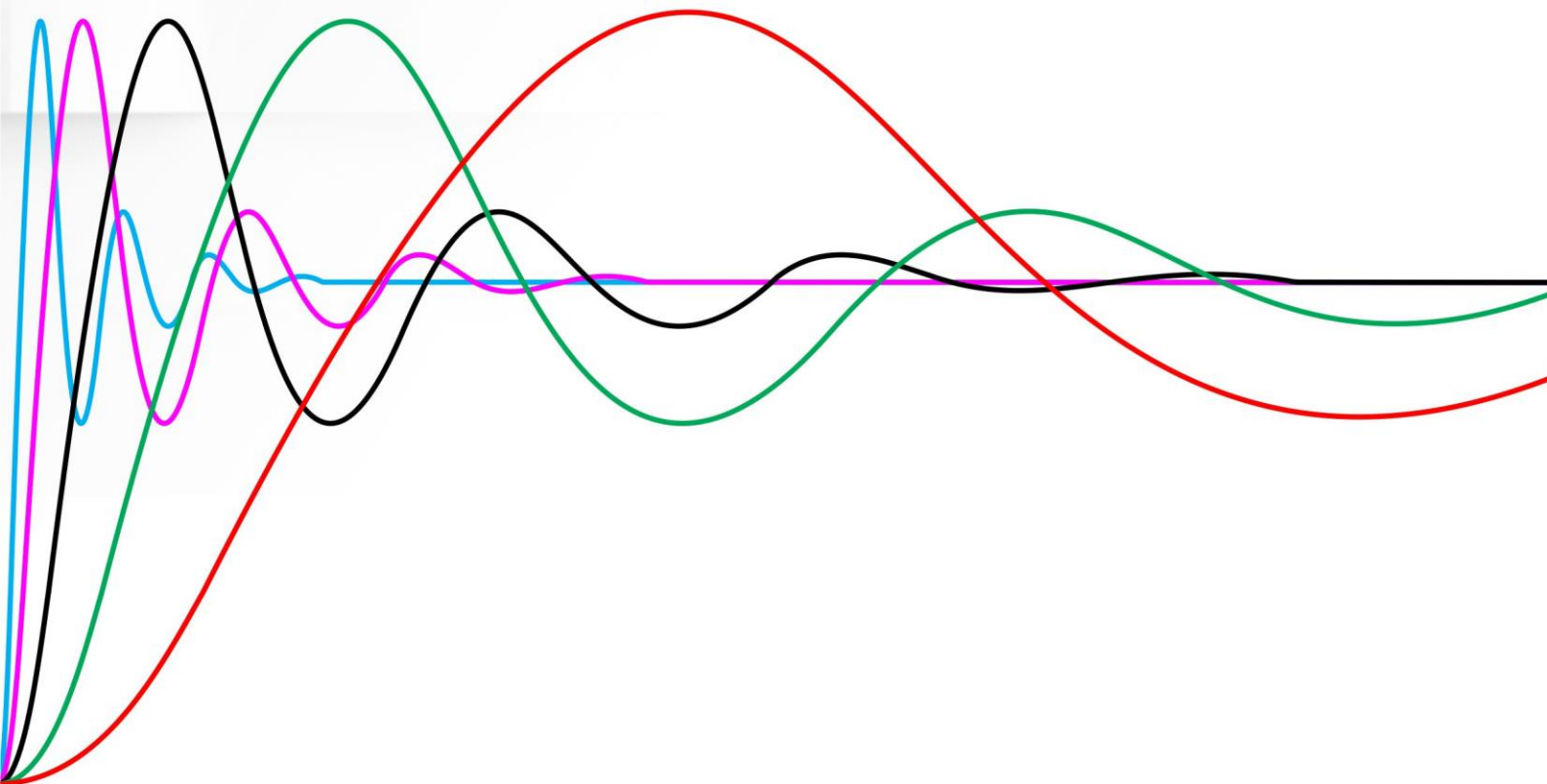


E-ISSN : 2685 - 5313
P-ISSN : 2685 - 4341

Vol. 3, No. 1, Juni 2021

Jurnal Riset Rekayasa Elektro





Jurnal Riset Rekayasa Elektro

Terbit pertama kali tahun 2019

p-ISSN : 2685-4341

Penanggung Jawab/Publisher

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Pemimpin Redaksi/Editor-in-Chief

Arif Johar Taufiq, S.T., M.T

Dewan Redaksi/Editors

Muhamad Taufiq Tamam, S.T., M.T (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
Wakhyu Dwiono, ST, MT (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)

Sekretaris Redaksi/Secretary of Editor

Bayu Aji Kurniawan, A.Md.T (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)

Alamat Redaksi/Address

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. KH Ahmad Dahlan PO Box 202, Purwokerto 53182

<http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE/index>

email: jurnaljrre@ump.ac.id

Jurnal Riset Rekayasa Elektro (JRRE) adalah terbitan berkala ilmiah yang diterbitkan oleh Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto. JRRE menyajikan artikel hasil pemikiran dan penelitian serta perkembangan terkini dari Teknik Elektro. Redaksi mengundang para peneliti, dosen, dan praktisi untuk bertukar pikiran dan memajukan keilmuan di bidang teknik elektro

(JRRE) Electrical Engineering Research Journal is a periodical scientific publication published by Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, Muhammadiyah University of Purwokerto. JRRE presents articles of thought and research as well as the latest developments from Electrical Engineering. Editors invite researchers, lecturers, and practitioners to exchange ideas and advance knowledge in the field of electrical engineering

Jurnal Riset Rekayasa Elektro

Volume 3 No 1 Juni 2021

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
Smart Access Absensi Praktikum Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura Menggunakan RFID Berbasis Internet of Things (IoT) Miftachul Ulum, Achmad Fiqhi Ibadillah, Adi Kurniawan Saputro, Alif Al Hamda	(1 – 14)
Simulasi Alat Pengisi Barang Dan Pengepakan Barang Menggunakan Factory IO Gilang Ramadhani Hidayat, Itmi Hidayat Kurniawan	(15 – 22)
Rancang Bangun Miniatur Sistem Parkir Cerdas Bertingkat Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32 Fakhri Brilians Arpa Putra, Latiful Hayat	(23 – 34)
Perancangan Kebutuhan Daya dan Instalasi Listrik Pada Gedung Askrindo Bogor Ramadan Carles Andriyan, Winarso	(35 – 46)
Perhitungan Faktor Beban Terhadap Jenis Konsumen Rumah Tangga Dan Industri Di Wilayah Musi Banyuasin Fajar Arifin, M. Taufiq Tamam	(47 – 52)
Perbandingan Perbaikan Sistem Pentanahan Instalasi Listrik Dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi Dan Sistem Pentanahan Arang-Garam (Sigarang) Ibnu Muhammad Nur, Itmi Hidayat Kurniawan, Winarso	(53 – 72)
PETUNJUK PENULISAN	ii

Smart Access Absensi Praktikum Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura Menggunakan RFID Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Miftachul Ulum¹, Achmad Fiqhi Ibadillah², Adi Kurniawan Saputro³, Alif Al Hamda⁴

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura

Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

Informasi Makalah

Dikirim, 30 Desember 2020
Direvisi, 19 Februari 2021
Diterima, 1 Maret 2021

Kata Kunci:

Absensi
RFID
K-Nearest Neighbor
Euclidean Distance
Internet of Things

INTISARI

Sistem absensi manual tidak praktis dalam proses perekapan absensi ke server pusat, karena harus diolah secara manual dan banyak kemungkinan human error. Data absensi tidak dapat langsung diupload ke server sehingga diperlukan sistem absensi yang terintegrasi agar dapat meminimalisir kesalahan dan kecurangan. Pada penelitian ini, dirancang alat untuk sistem dengan rfid yang akan mengidentifikasi id data sebagai *input* untuk database. Penulis menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* sebagai klasifikasi, jam masuk dan jam keluar dijadikan sebagai masukkan untuk data uji dan data latih yang diperoleh dari pembacaan id oleh RFID RC522 yang disematkan dalam modul absensi. Bertumpu pada NodeMCU untuk *kebutuhan Internet of Things* dan juga penggerak dari keseluruhan komponen di dalamnya, alat tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk yang simpel dan menarik. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian sistem dan modul absensi mendapatkan skor rata-rata waktu di bawah 10 *second* untuk 1 kali proses absensi, untuk klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dengan *euclidean distance* menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi berturut-turut 66,67% - 100% sesuai dan dapat dikatakan sistem dan modul absensi ini sudah berjalan dengan baik dan efektif.

ABSTRACT

Keyword:

Attendance
RFID
K-Nearest Neighbor
Euclidean Distance
Internet of Things

The manual attendance system is impractical in the process of recording attendance to the central server, because it has to be processed manually and there are many possibilities for human errors. Attendance data cannot be uploaded directly to the server, so an integrated attendance system is needed to minimize errors and fraud. In this study, a tool designed for a system with RFID will identify the data id as input to the database. Using the *K-Nearest Neighbor* method as a classification, the incoming and outgoing hours are used as input for test data and training data obtained from reading IDs by RFID RC522 which is embedded in the attendance module. Relying on NodeMCU for the needs of the *Internet of Things* and also the driving force of all the components in it, this tool can be realized in a simple and attractive form. From the results of tests that have been carried out in the study of the attendance system and module, the average score of time is below 10 seconds for 1 time attendance process, for the classification carried out by the *K-Nearest Neighbor* method produces a high level of accuracy 66.67% successively. - 100% appropriate and it can be said that the attendance system and module have been running well and effectively.

Korespondensi Penulis:

Miftachul Ulum, Achmad Fiqhi Ibadillah, Adi Kurniawan Saputro, Alif Al Hamda

Program Studi S1 Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura

JL. Raya Telang PO Box 2, Kamal-Bangkalan 69162

Email: miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id adi.kurniawan@trunojoyo.ac.id
alhamdaalif@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Universitas atau kampus adalah tempat dimana kita dapat mengembangkan potensi atau *skill* kita dalam persaingan di tempat kerja. Kampus tentunya memberikan kita banyak tempat pengembangan potensi sehingga kita bisa mengasah segala kemampuan kita untuk kepentingan diri sendiri maupun orang lain. Memasuki dunia kampus memberikan kesan tersendiri. Universitas Trunojoyo Madura khususnya Jurusan Teknik Elektro memiliki fasilitas laboratorium dan layanan praktikum. Selama ini, teknik elektro masih menggunakan sistem absensi manual yaitu sistem absensi dimana kertas masih digunakan sebagai media tunggal dalam proses pencatatan absensi daftar kehadiran. Sistem ini tidak praktis, karena setiap kegiatan praktikum, personel terkait akan melakukan proses pencatatan data secara manual, dan itu dilakukan selama 16 pertemuan untuk masing-masing praktikum, memproses data kehadiran secara manual membutuhkan waktu lama dan merepotkan. Salah satu kekurangan dari sistem manual ini adalah pihak-pihak yang kurang bertanggung jawab dapat memanipulasi data ataupun berperilaku tidak pada tempatnya sehingga akan mengurangi kredibilitas yang berpengaruh dalam suatu kegiatan akademik. Selain itu, sistem absensi manual tidak dapat memantau waktu absensi mahasiswa, waktu absensi tidak begitu penting, namun ada juga dosen yang memantau absensi mahasiswa dalam praktikum. Monitoring absensi sangat berguna untuk mengamati kebiasaan absensi mahasiswa, dosen akan mengetahui daftar mahasiswa yang sering terlambat dan tepat waktu, bahkan waktu absensi sendiri dapat dimasukkan dalam salah satu faktor evaluasi yang sebenarnya. Dalam hal ini, sistem absensi digital yang dibuat akan menggunakan teknologi RFID yang dapat memantau absensi mahasiswa pada setiap praktikum. Berdasarkan semangat berkontribusi dalam ruang tersebut untuk melakukan riset dan pengembangan-pengembangan teknologi, yaitu diawali dengan membuat sistem dan alat *smart access* absensi praktikum Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura menggunakan RFID berbasis *Internet of Things* (IoT). Aplikasi RFID akan membutuhkan kemajuan di berbagai bidang: desain tag baru termasuk sensor integrasi, peningkatan untuk menghubungkan (pengkodean, modulasi, dan keanekaragaman), lapisan multi-akses, daya strategi manajemen, dan integrasi dalam jaringan kognitif nirkabel masa depan [1]. *Internet of Things* memiliki potensi untuk mengubah dunia, seperti halnya Internet [2]. Sistem ini dibuat dengan tujuan untuk memudahkan pengambilan dan pengolahan data absensi layanan praktikum yang berjalan di Laboratorium, proses yang selama ini berjalan menggunakan cara manual dengan dua kali verifikasi absensi.

Penelitian ini mempermudah pengolahan dan pemetaan data absensi yang menghasilkan data secara akurat sesuai dengan kebutuhan tanpa harus memberikan usaha lebih. Puncaknya modul dan sistem absensi yang dibuat membawa semangat untuk melakukan budaya jujur terhadap diri sendiri agar memperkecil celah kecurangan yang pada akhirnya sistem akan menghasilkan data yang dapat dipertanggungjawabkan dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN**2.1. K-Nearest Neighbor**

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan metode yang menerapkan algoritma *super-vised* dengan hasil dari *query instance* yang diklasifikasi berdasarkan data mayoritas dari kategori pada *K-Nearest Neighbor*. Algoritma ini bertujuan untuk mengklasifikasikan data atau objek baru berdasarkan *training sample* dan atribut. Klasifikasi yang menggunakan memori data, ditandai dengan titik *query* yang ditentukan dengan sejumlah data *training* atau objek terdekat dengan parameter tersebut. *Classifier* berdasarkan voting terdekat atau terbanyak diantara klasifikasi dari *k* data atau objek. Penerapan Algoritma ini berdasarkan klasifikasi jarak atau biasanya dianalogikan “tetangga terdekat” sebagai nilai prediksi dari *query instance* yang baru. Algoritma

dari metode *K-Nearest Neighbor* sangat sederhana, dengan prinsip kerja berdasarkan jarak terdekat dari *query instance* ke data latih atau *training sample* untuk menentukan klasifikasinya. Data latih diproyeksikan ke ruang dengan dimensi banyak, yang masing-masing dari dimensi akan mempresentasikan fitur dari objek atau data. Ruang tersebut dibagi kedalam bagian-bagian menggunakan klasifikasi data latih atau *training sample*. Sebuah titik pada ruang tersebut ditandai kelas *a*, jika kelas *a* merupakan klasifikasi terdekat atau terbanyak ditemui pada *k* jumlah jarak atau tetangga terdekat dari titik tersebut. Dekat atau banyaknya tetangga dihitung menggunakan *Euclidean Distance* yang dirumuskan pada persamaan 1 sebagai berikut :

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

$d(x, y)$ = Jarak

x_i = Sampel Data

y_i = Data Uji/Testing

i = Variable Data

n = Dimensi Data

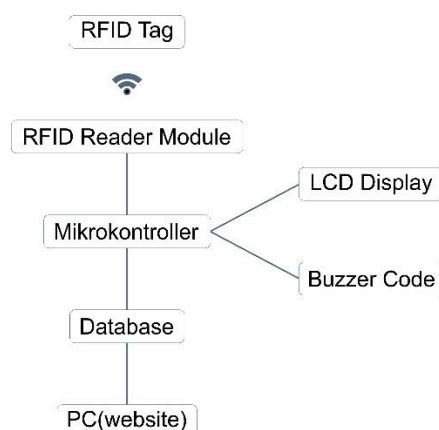
dimana matriks $d(x, y)$ merupakan jarak skala dari dua *vector* x dan y dari matriks dengan ukuran d dimensi [3]. Adapun penerapan metode K-NN melalui beberapa langkah sebagai berikut :

- Tentukan parameter k
- Hitung jarak data yang akan diklasifikasi
- Rankingkan jarak hasil perhitungan.
- Tentukan jarak terdekat (data sebanyak k yang telah ditentukan).
- Klasifikasi kelas yang sesuai. [4]

Metode ini dipilih dan digunakan sebagai penguji klasifikasi dan sebagai metode pengolahan data yang berkelanjutan. Hasil klasifikasi selanjutnya dapat digunakan sebagai algoritma rekomendasi. [5]

2.2. Diagram Blok Sistem

Untuk menjelaskan perancangan sistem yang dilakukan dalam mewujudkan penelitian sistem absensi mahasiswa menggunakan RFID, dilakukan penggambaran secara umum dengan diagram blok sistem kerja. Dalam penelitian ini digunakan RFID tag sebagai kartu identitas mahasiswa. Tag RFID akan dibaca oleh RFID reader yang terpasang di setiap ruangan praktikum, kemudian setelah mahasiswa memindai kartu mereka maka data akan dikirim ke database sehingga bisa ditampilkan pada website. Berikut adalah Diagram blok sistem dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem

1. RFID Tag, sebagai input data absensi
2. RFID Reader Module, digunakan sebagai reader untuk membaca data/id kartu.
3. Mikrokontroller NodeMCU ESP-8266, digunakan sebagai mikrokontroller dan juga *transmitter* data serta *receiver* data dari database server.

4. Database/server, sebagai layanan penyimpanan data
5. Buzzer, sebagai output tone suara module absensi
6. LCD Display, digunakan untuk menampilkan data yang terbaca pada sistem.
7. Pc(website), merupakan media penampil lanjutan hasil pembacaan sistem secara realtime.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan berbagai perancangan dan penggunaan metode yang di terapkan, maka didapatkan sebuah sistem dan modul absensi. Kemudian dilakukan pengujian modul dan sistem serta pengujian klasifikasi pada data absensi yang telah diperoleh. Berikut adalah alat atau selanjutnya disebut modul absensi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Modul Absensi

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil dalam website absensi, dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini :

UID	Nama	Jam Masuk	Jam Keluar	Tanggal	Status	Keterangan
2a-56-50-19-35	Hanifudin Sukri, S.kom., M.kom.	18:20:38	20:18:44	2020-12-04	H	
3a-16-49-19-7c	Kunto Aji, S.T., M.T.	18:18:39	20:18:08	2020-12-04	H	
3a-4b-5b-19-33	Riana	18:19:49		2020-12-04	B	
3a-67-56-19-12	Deni Tri Laksono, S.pd., M.T.	18:16:32	20:19:04	2020-12-04	H	
4a-1c-57-19-18	Koko Joni, S.T., M.Eng.	18:22:51	20:18:35	2020-12-04	H	
7a-ac-4f-19-80	Haryanto, S.T., M.T.	18:19:32	20:20:01	2020-12-04	H	
8a-a1-06-19-04	Rahayu	18:30:22	20:19:51	2020-12-04	T	
ca-49-4d-19-d7	Achmad Fiqhi Ibadillah, S.T., M.Sc.	18:23:57	20:19:31	2020-12-04	H	
ca-8e-4d-19-10	Diana Rahmawati, S.T., M.T.	18:25:01	20:18:56	2020-12-04	H	
da-6f-52-19-fe	Miftachul Ulum, S.T., M.T.	18:20:50	20:17:54	2020-12-04	H	
ea-d5-4b-19-63	Riza Alfita, S.T., M.T.	18:22:39	20:18:18	2020-12-04	H	
ff-ff-88-4b-cb	Achmad Ubaidillah M.a., S.T., M.T.	18:25:38	20:19:23	2020-12-04	H	
fa-22-54-19-95	Alif Al Hamda	18:17:17		2020-12-04	B	
fa-23-5b-19-98	Rusmini	18:31:09	20:19:41	2020-12-04	T	
fa-3b-5b-19-8e	Adi Kurniawan Saputro, S.pd., M.T.	18:19:18	20:22:16	2020-12-04	H	

Gambar 3. Tampilan Website Absensi

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan rekap hasil pengujian yang dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Rekap Jam Masuk dan Jam keluar pada website

UID	Jam Masuk	Jam Keluar	Status
1	18:20:38	20:18:44	H
2	18:18:39	20:18:08	H
3	18:19:49		B
4	18:16:32	20:19:04	H
5	18:22:51	20:18:35	H
6	18:19:32	20:20:01	H
7	18:30:22	20:19:51	T
8	18:23:57	20:19:31	H
9	18:25:01	20:18:56	H
10	18:20:50	20:17:54	H
11	18:22:39	20:18:18	H
12	18:25:38	20:19:23	H
13	18:17:17		B
14	18:31:09	20:19:41	T
15	18:19:18	20:22:16	H

Data tersebut selanjutnya diolah dan digunakan sebagai data latih untuk proses klasifikasi. Berikut adalah tahapan penerapan klasifikasi pada penelitian ini, sebagai berikut :

3.1. Klasifikasi Awal Data Uji

Jam masuk dan jam keluar pada website absensi dikonversikan menjadi nilai detik. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai x_2 dan y_2 yang akan dihitung. Berikut adalah Data latih dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Latih

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status
1	66038	73124	H
2	65919	73088	H
3	65989	0	B
4	65792	73144	H
5	66171	73115	H
6	65972	73201	H
7	66622	73191	T
8	66232	73171	H
9	66301	73136	H
10	66050	73074	H
11	66159	73098	H
12	66338	73163	H
13	65837	0	B
14	66669	73181	T
15	65958	73336	H

3.1.1. Perhitungan *Euclidean Distance* Data Uji

Data latih yang telah didapat akan ditambah dengan data absensi baru yang belum diketahui nilai statusnya. Data tersebut dikonversikan menjadi nilai detik dan selanjutnya disebut sebagai data uji. Berikut adalah data uji dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Data Absensi Baru

No	UID	Jam Masuk	Jam Keluar	Status
1	16	18:23:07	20:01:17	?
2	17	18:30:01	20:20:13	?
3	18	18:10:09		?

Tabel 4. Data Uji

No	UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status
1	16	66187	72077	?
2	17	66601	73213	?
3	18	65409	0	?

Pada tabel 5 adalah pengaturan waktu/jam absensi pada website/sistem yang selanjutnya dikonversikan menjadi nilai detik pada tabel 6 dan digunakan sebagai x_1 dan y_1 perhitungan. Data uji tersebut dihitung terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *euclidean distance* data, sebagai berikut:

Tabel 5. Awal Jam Masuk Absensi dan Akhir Jam Keluar Absensi

Mulai Jam Masuk Absensi	Akhir Jam Keluar Absensi
18:00:00	20:30:00

Tabel 6. Awal Jam Masuk Absensi dan Akhir Jam Keluar Absensi

Mulai Jam Masuk Absensi (Konversi)	Akhir Jam Keluar Absensi (Konversi)
64800	73800

A. Perhitungan Data Uji 1

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 &= \sqrt{(64800 - 66187)^2 + (73800 - 72077)^2} \\
 &= \sqrt{(-1387)^2 + (1723)^2} \\
 &= \sqrt{1923769 + 2968729} \\
 &= \sqrt{4892498} \\
 &= 2211.899184
 \end{aligned}$$

B. Perhitungan Data Uji 2

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 &= \sqrt{(64800 - 66601)^2 + (73800 - 73213)^2} \\
 &= \sqrt{(-1801)^2 + (587)^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{3243601 + 344569} \\
 &= \sqrt{3588170} \\
 &= 1894.246552
 \end{aligned}$$

C. Perhitungan Data Uji 3

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 &= \sqrt{(64800 - 65409)^2 + (73800 - 0)^2} \\
 &= \sqrt{(-609)^2 + (73800)^2} \\
 &= \sqrt{370881 + 5446440000} \\
 &= \sqrt{5446810881} \\
 &= 73802.5127
 \end{aligned}$$

Pada tabel 7 data uji tersebut selanjutnya digabungkan bersama data latih yang sudah dihitung *euclidean distance* nya menggunakan excel dengan x_1 dan y_1 yang sama. Rumus *euclidean distance* $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ diterjemahkan menjadi $= SQRT((tableX_1 - tableX_2)^2 + (tableY_1 - tableY_2)^2)$ untuk mendapatkan nilai *euclidean distance* dan dilakukan proses perankingan keseluruhan data yang ditentukan dari nilai *euclidean distance*.

Tabel 7. Penggabungan dan Perankingan Data Latih dan Data Uji

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
1	66038	73124	H	1410.538904	5
2	65919	73088	H	1326.312557	4
3	65989	0	B	73809.57743	18
4	65792	73144	H	1189.2855	1
5	66171	73115	H	1532.601057	8
6	65972	73201	H	1316.200972	3
7	66622	73191	T	1921.084329	13
8	66232	73171	H	1564.054027	9
9	66301	73136	H	1641.309538	10
10	66050	73074	H	1445.536579	6
11	66159	73098	H	1529.60289	7
12	66338	73163	H	1664.696068	11
13	65837	0	B	73807.28534	17
14	66669	73181	T	1968.837728	14
15	65958	73336	H	1247.501503	2
16	66187	72077	?	2211.899184	15
17	66601	73213	?	1894.246552	12
18	65409	0	?	73802.5127	16

Pada klasifikasi awal dengan data uji yang sudah digabung/dimasukkan, nilai parameter pada penelitian ini ditentukan dengan nilai $k=3$ yang akan digunakan hingga klasifikasi akhir, sebagai berikut :

3.1.2. Klasifikasi Awal Data Uji 1

Pada tabel 8 data yang di ambil adalah data uji 1 dan dua data dengan nilai ranking dibawah data uji tersebut.

Tabel 8. Klasifikasi Awal Data Uji 1

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
16	66187	72077	?	2211.899184	15
18	65409	0	?	73802.5127	16
3	65837	0	B	73807.28534	17

Hasil penggabungan data uji 1 dengan data latih, jarak nilai terdekatnya menunjukkan nilai status yang belum diketahui juga atau jarak nilai terdekatnya juga merupakan data uji

3.1.3. Klasifikasi Awal Data Uji 2

Pada tabel 9 data yang di ambil adalah data uji 2 dan dua data dengan nilai ranking dibawah data uji tersebut.

Tabel 9. Klasifikasi Awal Data Uji 2

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
17	66601	73213	?	1894.246552	12
7	66622	73191	T	1921.084329	13
14	66669	73181	T	1968.837728	14

Hasil penggabungan data uji 2 dengan data latih, jarak nilai terdekatnya menunjukkan nilai status T/Telat.

3.1.4. Klasifikasi Awal Data Uji 3

Pada tabel 10 data yang di ambil adalah data uji 3 dan dua data dengan nilai ranking dibawah data uji tersebut, sebagai berikut :

Tabel 10. Klasifikasi Awal Data Uji 3

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
18	65409	0	?	73802.5127	16
13	65837	0	B	73807.28534	17
3	65989	0	B	73809.57743	18

Hasil penggabungan data uji 3 dengan data latih, jarak nilai terdekatnya menunjukkan nilai status B/Bolos.

3.2. Klasifikasi Akhir Data Uji

Pada klasifikasi akhir ini data uji akan berperan sebagai nilai kunci perhitungan *euclidean distance* sebagaimana penggunaan *K-Nearest Neighbor* diterapkan untuk klasifikasi. Berikut adalah data latih dapat di lihat pada tabel 11 di bawah ini :

Tabel 11. Data Latih

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status
	x_1	y_1	
1	66038	73124	H
2	65919	73088	H
3	65989	0	B
4	65792	73144	H
5	66171	73115	H
6	65972	73201	H
7	66622	73191	T
8	66232	73171	H
9	66301	73136	H
10	66050	73074	H
11	66159	73098	H
12	66338	73163	H
13	65837	0	B
14	66669	73181	T
15	65958	73336	H

Tabel 12. Data Uji

No	UID	Mulai Jam Masuk Absensi (Konversi)	Akhir Jam Keluar Absensi (Konversi)	Status
		x_2	y_2	
1	16	66187	72077	?
2	17	66601	73213	?
3	18	65409	0	?

Pada tabel 12 masing masing dari data uji akan dimasukkan sebagai nilai x_2 dan y_2 dengan x_1 dan y_1 dari nilai data latih.

3.2.1. Klasifikasi Akhir Data Uji 1

Perhitungan dan perankingan data uji 1 diolah secara langsung menggunakan excel. Rumus *euclidean distance* $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ diterjemahkan menjadi $= SQRT((tableX_1 - tableX_2)^2 + (tableY_1 - tableY_2)^2)$ untuk mendapatkan nilai *euclidean distance*, selanjutnya nilai tersebut dirankingkan untuk klasifikasi. Dengan hasil pada tabel 13 di bawah ini:

Tabel 13. Hasil Euclidean dan Perankingan Data Uji 1

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
1	66038	73124	H	1057.549053	5
2	65919	73088	H	1045.918257	4
3	65989	0	B	72077.27196	14
4	65792	73144	H	1137.767111	9
5	66171	73115	H	1038.123307	3
6	65972	73201	H	1144.377997	10
7	66622	73191	T	1195.918475	11
8	66232	73171	H	1094.925112	7
9	66301	73136	H	1065.118303	6
10	66050	73074	H	1006.36872	1
11	66159	73098	H	1021.383865	2
12	66338	73163	H	1096.447445	8
13	65837	0	B	72077.84978	15
14	66669	73181	T	1204.632724	12
15	65958	73336	H	1279.656985	13

Dengan nilai $k=3$ maka data yang diambil adalah data dengan nilai ranking 1-3 sebagai klasifikasi. sebagai berikut :

Tabel 14. Hasil Klasifikasi Data Uji 1

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
10	66050	73074	H	1006.36872	1
11	66159	73098	H	1021.383865	2
5	66171	73115	H	1038.123307	3

Pada tabel 14 didapatkan data dari ranking 1-3 bernilai status H/Hadir, maka dapat diklasifikasi data uji 1 dengan bernilai status H/Hadir.

3.2.2. Klasifikasi Akhir Data Uji 2

Perhitungan dan perankingan data uji 2 diolah secara langsung menggunakan excel. Rumus *euclidean distance* $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ diterjemahkan menjadi $= SQRT((tableX_1 - tableX_2)^2 + (tableY_1 - tableY_2)^2)$ untuk mendapatkan nilai *euclidean distance*, selanjutnya nilai tersebut dirankingkan untuk klasifikasi. Dengan hasil pada tabel 15 di bawah ini :

Tabel 15. Hasil Euclidean dan Perankingan Data Uji 2

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
1	66038	73124	H	569.991.228	9
2	65919	73088	H	6.933.606.565	12
3	65989	0	B	7.321.555.786	14
4	65792	73144	H	8.119.371.897	13
5	66171	73115	H	4.410.260.763	6
6	65972	73201	H	629.114.457	10
7	66622	73191	T	3.041.381.265	1
8	66232	73171	H	3.713.825.521	5
9	66301	73136	H	3.097.240.707	4
10	66050	73074	H	5.682.622.634	8
11	66159	73098	H	4.567.154.475	7
12	66338	73163	H	2.677.106.647	3
13	65837	0	B	7.321.698.618	15
14	66669	73181	T	7.515.317.691	2
15	65958	73336	H	6.546.586.897	11

Dengan nilai $k=3$ maka data yang diambil adalah data dengan nilai ranking 1-3 sebagai klasifikasi. sebagai berikut :

Tabel 16. Hasil Klasifikasi Data Uji 2

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
7	66622	73191	T	30.41381265	1
14	66669	73181	T	75.15317691	2
12	66338	73163	H	267.7106647	3

Pada tabel 16 didapatkan data dari ranking 1-2 bernilai status T/Telat dan data ranking 3 bernilai status H/Hadir, maka dapat diklasifikasi data uji 2 bernilai status T/Telat, karena 2 dari 3 data terdekatnya bernilai T/Telat.

3.2.3. Klasifikasi Akhir Data Uji 3

Perhitungan dan perankingan data uji 3 diolah secara langsung menggunakan excel. Rumus *euclidean distance* $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ diterjemahkan menjadi $= SQRT((tableX_1 - tableX_2)^2 + (tableY_1 - tableY_2)^2)$ untuk mendapatkan nilai *euclidean distance*, selanjutnya nilai tersebut dirankingkan untuk klasifikasi. Dengan hasil pada tabel 17 di bawah ini:

Tabel 17. Hasil Euclidean dan Perankingan Data Uji 3

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
1	66038	73124	H	7.312.670.522	7
2	65919	73088	H	7.308.977.934	4
3	65989	0	B	580	2
4	65792	73144	H	7.314.500.273	9
5	66171	73115	H	7.311.897.065	6
6	65972	73201	H	7.320.316.503	14
7	66622	73191	T	7.320.105.088	13
8	66232	73171	H	7.317.562.825	11
9	66301	73136	H	7.314.143.942	8
10	66050	73074	H	7.307.681.135	3
11	66159	73098	H	7.310.184.747	5
12	66338	73163	H	7.316.889.783	10
13	65837	0	B	428	1
14	66669	73181	T	7.319.184.627	12
15	65958	73336	H	733.380.549	15

Dengan nilai $k=3$ maka data yang diambil adalah data dengan nilai ranking 1-3 sebagai klasifikasi. sebagai berikut :

Tabel 18. Hasil Klasifikasi Data Uji 3

UID	Jam Masuk (Konversi)	Jam Keluar (Konversi)	Status	Euclidean Distance	Rangking
13	65837	0	B	428	1
3	65989	0	B	580	2
10	66050	73074	H	73076.81135	3

Pada tabel 18 didapatkan data dari ranking 1-2 bernilai status B/Bolos dan data ranking 3 bernilai status H/Hadir, maka dapat diklasifikasi data uji 3 bernilai status B/Bolos, karena 2 dari 3 data terdekatnya bernilai B/Bolos.

3.3. Analisis

Dari hasil klasifikasi awal yang fokusnya memilah data dapat diketahui bahwa jarak antar data yang bernilai status sama akan berdekatan atau generik. Selanjutnya pada klasifikasi dengan data uji, yaitu dengan mengambil konsep penggabungan data dapat diketahui 2 data uji mendapat nilai status yang sesuai dan 1 data uji tidak diketahui nilai statusnya yang dianalisa karena keterbatasan data latih, dari 2/3 data yang sesuai mendapat skor kumulatif 66,67%. Dan puncaknya adalah klasifikasi akhir data uji menghasilkan nilai status yang sesuai di semua data uji tersebut, dari 3/3 data yang yang sesuai mendapatkan skor kumulatif 100%. Pada akhirnya dapat dianalisa bahwa pemilihan dan penerapan *K-Nearest Neighbor* pada penelitian ini sudah tepat dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Pemilihan NodeMCU ESP8266 sebagai komponen utama modul absensi sudah cukup mumpuni dan efektif untuk fungsi dan estetika modul. Sinkronisasi modul absensi dan website sudah berjalan dengan baik. Hasil yang didapatkan dari pengujian sistem modul absensi dan perhitungan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dapat dinyatakan sudah tepat dan sangat baik terbukti dengan persentase keakuratan klasifikasi data yang dijabarkan pada analisa hasil pengujian mendapatkan skor kumulatif 66,67% dan 100% berturut-turut. *Internet of Things* yang diimplementasikan pada sistem komunikasi dalam proses pengiriman dan penerimaan data telah berjalan dengan baik, cepat atau lama delay yang terjadi berbanding lurus dengan kecepatan provider internet masing-masing.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tim *Los Labs* dan kepada semua pihak yang telah mengambil keputusan untuk mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. D. a. D. Kaddour, "RFID potential impacts and future evolution for green projects," *Energy Procedia*, vol. 18, pp. 91-98, 2012.
- [2] K. Ashton, "That 'internet of things' thing," *RFID journal*, Vols. 22, No. 7, pp. 97-144, 2009.
- [3] E. S. S. Jordi Irjaya Kartika, "Penentuan Siswa Berprestasi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vols. 1, No. 5, pp. 352-360, Mei 2017.
- [4] N. L. G. P. Suwirmayanti, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbor Untuk Sistem Rekomendasi Pemilihan Mobil," *Techno.COM*, Vols. 16, No. 2, pp. 120-131, 2017.
- [5] P. Y. Y. W. L. P. a. J. L. Wenchao Li, "A New Intrusion Detection System Based on KNN Classification," *Journal of Electrical and Computer Engineering*, p. 8, June 2014.

Simulasi Alat Pengisi Barang Dan Pengepakan Barang Menggunakan Factory IO

Gilang Ramadhani Hidayat¹, Itmi Hidayat Kurniawan²

Program Studi S1 Teknik Elektro

Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 25 Januari 2021

Direvisi, 2 Maret 2021

Diterima, 23 Maret 2021

Kata Kunci:

Industri 4.0,
Factory I/O

Keyword:

Industri 4.0,
Factory I/O

INTISARI

Pada industri 4.0 membutuhkan biaya dan perancangan sistem yang besar maka membutuhkan adanya sebuah simulasi guna meminimalisir resiko kesalahan dalam perancangan sistem di lapangan. Simulasi ini juga berguna untuk mengurangi biaya dalam desain sistem kontrol karena simulasi *Factory I/O* dapat digunakan untuk media simulasi kontrol industri, media pembelajaran e-learning sistem kontrol dengan menggunakan sumber daya perangkat yang minimal. Skala produksi yang besar membutuhkan biaya dan waktu yang besar, maka dari itu untuk merancang sistem terlebih dahulu dapat menggunakan simulasi alat dan menerapkannya dengan menggunakan metodologi yang sesuai dengan kerangka kerja Industri 4.0. Dalam metode penelitian ini, terdapat beberapa input dan output sistem yang di kendalikan oleh *Control I/O* dalam hal pengisian barang dan pengepakan barang. Penggunaan beberapa sensor guna mengontrol kinerja konveyor dan juga mendeteksi barang mampu dilakukan secara otomatis. Hasil dari penelitian ini simulasi dapat dijalankan sesuai program pada *Control I/O* dan dapat di lihat di *software Factory I/O*.

ABSTRACT

Industry 4.0 requires a large amount of money and system design, so it requires a simulation to minimize the risk of errors in system design in the field. This simulation is also useful for reducing costs in control system design because the *Factory I / O* simulation can be used for industrial control simulation media, e-learning learning media for control systems by using minimal device resources. A large scale of production requires large costs and time, therefore to design a system in advance, you can use a simulation tool and apply it using a methodology that is in accordance with the Industry 4.0 framework. In this research method, there are several system inputs and outputs that are controlled by *Control I / O* in terms of stuffing and packing. The use of several sensors to control conveyor performance and also to detect goods can be done automatically. The results of this research simulation can be run according to the program in *Control I / O* and can be seen in the *Factory I / O* software.

Korespondensi Penulis:

Gilang Ramadhani Hidayat

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. K.H. Ahmad Dahlan Dukuhwaluh, Kembaran, Banyumas, 53182

Email: gilangramadhanihidayat86@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pengisian dan pengepakan barang saat ini sudah menjadi salah satu cara untuk melakukan ke praktisan dan kemudahan pada industri 4.0. Pada prosesnya pengisian barang dan pengepakan barang di tampung terlebih dahulu kemudian di lakukan pengepakan. Skala produksi yang besar dan membutuhkan biaya dan waktu yang besar. Menjadi salah satu masalah yang di hadapi ketika membangun pabrik. Salah satu cara ialah dengan membuat simulasi dan dapat membuat alternatif yang mampu meningkatkan kinerja sistem. [1].

Simulasi saat ini banyak digunakan sebagai *tool study*. Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa di pelajari secara ilmiah. Menurut Naylor (1966).

Halaman Web JRRE : <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE>

penggunaan simulasi yaitu dapat mempelajari efek perubahan-perubahan informasi tertentu, dan dilingkungan pengoperasian sistem dengan membuat perubahan sistem serta mengamati efek dari perubahan dan perilaku sistem ada banyak *software* yang dapat digunakan untuk simulasi, salah satunya yaitu Factory I/O.[2].

Factory I/O adalah simulasi pabrik 3D yang mempelajari tentang teknologi otomatisasi. Factory I/O dapat membangun dan mensimulasikan sistem industri dengan menggunakan teknologi otomatisasi yang paling umum. *software* Factory I/O menggunakan teknologi inovatif yang memungkinkan pembuatan sistem industri 3D jadi lebih mudah dan cepat melalui pendekatan *drag and drop*. Sistem yang di bangun oleh Factory I/O dapat di kontrol secara *real time*. [3].

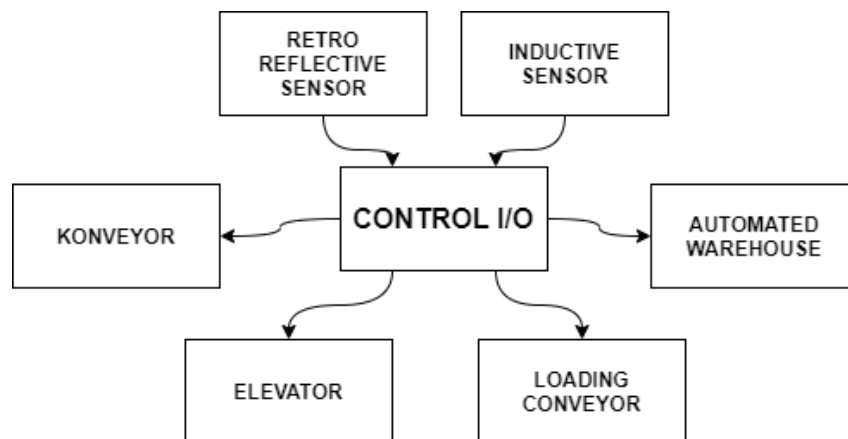
Factory I/O adalah cara untuk mengurangi biaya dalam desain sistem kontrol, Factory I/O bisa digunakan untuk media simulasi kontrol industri, dapat digunakan sebagai media elearning/pembelajaran sistem kontrol dengan menggunakan sumber daya perangkat yang minimal dan meminimalisir resiko terjadinya kegagalan.[4].

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dilakukan penelitian terhadap Simulasi Alat pengisian barang dan pengepakan barang Pada Factory I/O dengan bertujuan untuk mengurangi resiko dalam perancangan industri yang membutuhkan biaya besar, waktu yang lama dan memudahkan pekerjaan dalam melakukan simulasi pengisian barang dan pengepakan barang.[5].

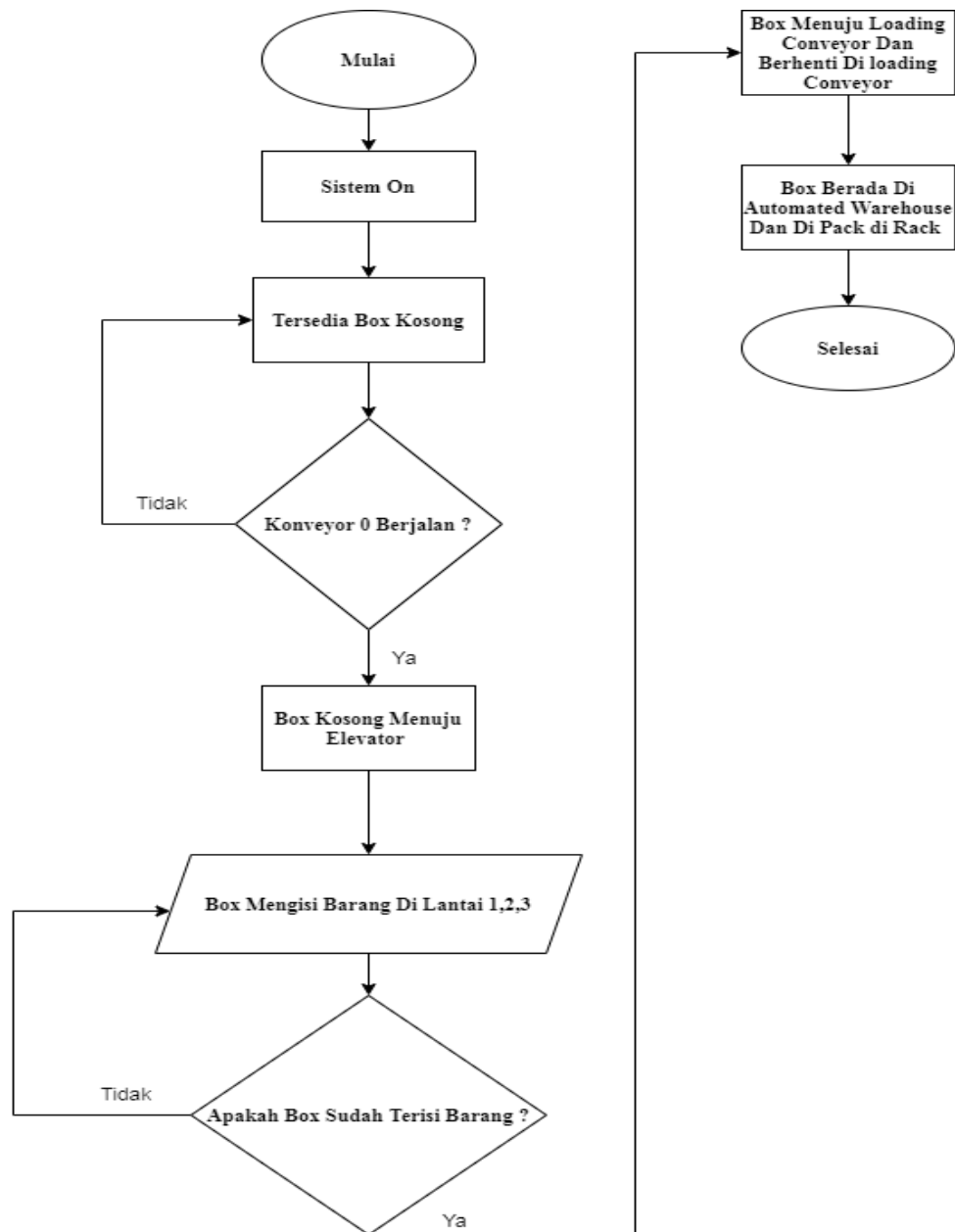
2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini langkah pertama adalah ketika *conveyer on* lalu setelah *coveyer on* maka secara bersamaan *lift* juga *on* lalu *box* akan berjalan menuju *lift* setelah itu *box* akan terisi oleh barang lalu *box* akan mengambil barang dari lantai 1 sampai lantai 3 lalu setelah semua di ambil dari ketiga lantai tersebut maka *box* akan berjalan menuju *loading conveyer* lalu menuju tempat *automated warehouse*.

Pada perancangan alat simulasi ini terdapat satu buah *elevator* yang mana *elevator* berfungsi untuk menaikan dan menurunkan *elavator* mempunyai 3 lantai. Dan terdapat satu buah *Automated Warehouse* yang berfungsi sebagai penyimpan *box*. Untuk perancangan diagram blok dapat dilihat pada Gambar 1 dan diagram alir simulasi dapat dilihat pada Gambar 2.



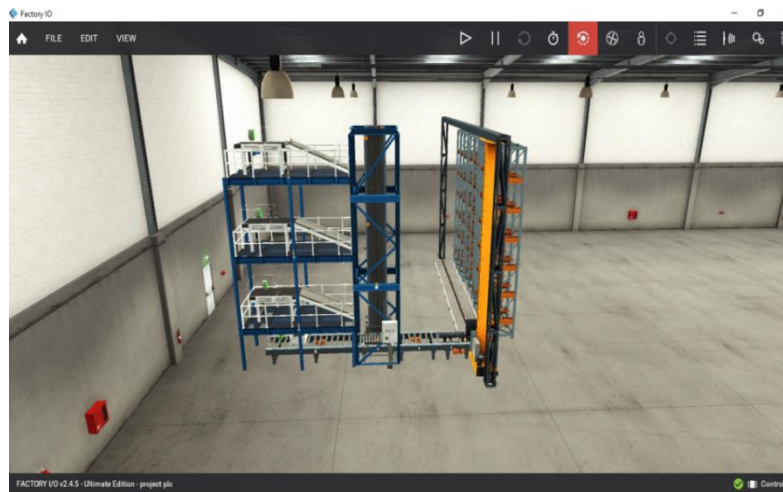
Gambar 1 Diagram Blok Sistem



Gambar 2 Diagram Alir Sistem Box Menuju Automated Warehouse

Pada perancangan simulasi alat pengisi barang dan pengepakan barang terbilang terdapat banyak komponen didalamnya. Input utama dalam sistem ini yaitu Sensor *retro reflektive* yang terletak pada *conveyor* dan *elevator lift* dan *sensor induktive* yang terdapat pada *elevator lift*. Untuk pembuatan skema sistem dilakukan dengan menggunakan *software Factory I/O*, dimana didalamnya terdapat *library* yang tersedia macam-macam alat yang akan dibuat simulasi dan setelah di rangkai maka skema perancangan sistem dapat dibuat.

Skema perancangan sitem yang pertama dimulai dari merancang perangkat keras di dalam simulasi *Factory I/O* Terdapat beberapa langkah yang dibutuhkan yaitu langkah pertama adalah merakit *elevator lift*, *loading conveyor* dan *Automated Warehouse* seluruh perangkat keras pada rangkaian tersebut di hubungkan menjadi satu dalam rangkaian perangkat keras. Selanjutnya menambahkan komponen *lamp warning device*, panel operator pada simulasi guna membantu kinerja dari simmulasi ini. Selanjutnya, mengkoneksikan program *Control I/O* dengan *Factory I/O* guna menjalankan simulasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.

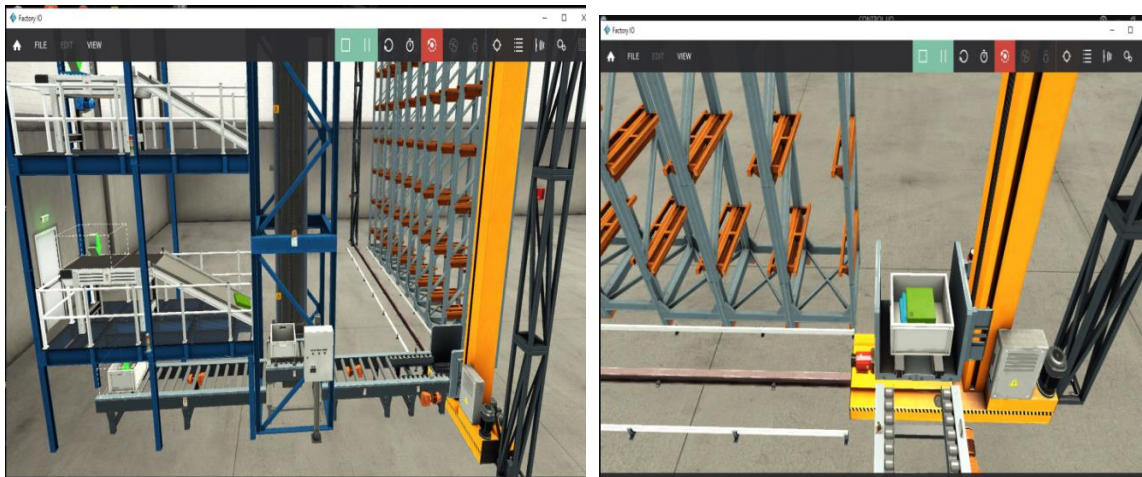


Gambar 3 Rangkaian Simulai Alat Pengisian Barang Dan Pengepakan Barang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem alat pengisian barang dan pengepakan barang berupa *elevator lift*, *conveyor* dan *Automated Warehouse* dapat diakses melalui *software* Factory I/O. Pengujian pada *simulator* Factoty I/O Berdasarkan pengisian barang dan pengepakan barang Menggunakan Control I/O Hasil yang didapatkan tentunya memiliki rerata kesalahan yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti *bug* pada program.

Terdapat *box* yang melakukan pengisian barang pada *elevator lift* kemudian setelah melakukan pengisian maka *box* menuju *Automated Warehouse* untuk melakukan pengepakan guna menata *box*. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Proses Pengisian serta Pengepakan Barang

Pada simulasi Control I/O guna menjalankan simulasi secara otomatis dimana terdapat beberapa input dan output yang digunakan untuk mengontrol proses pengepakan barang dalam simulasi maka diperlukan adanya perintah yang dimasukkan kedalam pemrograman. Selengkapnya program tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Pemrograman pada Control I/O

Pada program Control I/O terdapat input, output dan gerbang logika yang akan di jadikan satu sistem untuk menjadi program Control I/O guna mengendalikan simulasi Factory I/O dalam program ini mengatur *elevator lift*, *conveyor* dan *Automated warehouse*. Blok yang terdapat pada program Control I/O mewakili nilai (*Boolean*, *Integer*, *Float*) atau fungsi antara input dan output (*Counter*, *Timer*). Blok terdapat soket yang digunakan untuk menghubungkan berbagai blok bersama. Dengan menghubungkan blok bersama-sama, untuk membuat data mengalir dari blok paling hulu ke paling hilir (kiri ke kanan). Soket keluaran hanya dapat dihubungkan ke soket masukan tidak dapat membuat umpan balik dengan menghubungkan soket keluaran ke soket masukan secara langsung. Untuk membuat *loop* dalam diagram, harus menggunakan memori. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1

Pada tabel di bawah merupakan tabel mapping I/O yang didalamnya terdapat alamat input dan output pada simulasi Factory I/O yang nantinya akan di masukan pada Program Control I/O guna memprogram sistem simulasi menjadi otomatis.

Tabel 1 Mapping Input dan Output pada Pemrograman Control I/O

INPUT BOOL HIJAU	NO BOOL	OUTPUT BOOL MERAH	NO BOOL
Elavator 1 s1	BOOL 0	Elavator 1 +	BOOL 0
Start	BOOL 2	Stacker Crane Target Position	BOOL 1
Stop	BOOL 3	Elavator turun	BOOL 2
Stacker Crane 1 Left Limit	BOOL 4	Naik	BOOL 4
Lantai 0	BOOL 5	Conveyor 1	BOOL 8
Lantai 1	BOOL 6	Conveyor 2	BOOL 10
Barang Aktif	BOOL 7	Conveyor 0	BOOL 11
Lantai 2	BOOL 8	Emitter 0	BOOL 13
Lantai 3	BOOL 10	Exit conveyor	BOOL 14
Stacker Crane 1 Midle Limit	BOOL 11	Loading Conveyor	BOOL 16
Reset	BOOL 12	Conveyor 3	BOOL 24
Angkat Barang	BOOL 16	Stacker Crane 1 Left	BOOL 30
Stacker Crane 1 Right Limit	BOOL 18	Stacker Crane 1 Right	BOOL 34
Stacker Crane 1 Moving Z	BOOL 19	Stacker Crane 1 Lift	BOOL 35
At 1	BOOL 20		
At 3	BOOL 21		
At 2	BOOL 23		
Stacker Crane 1 Moving X	BOOL 24		
Elavator s2	B00L 1		

3.1. Sistem kerja

Sistem kerja pada penelitian ini adalah ketika *conveyor 0* menyala maka secara otomatis *Emitter* akan terisi *box* kosong lalu *box* kosong tersebut bejalan menuju *lift*. Ketika sampe di *lift* *box* akan meju ke lantai satu setelah itu *box* akan berhenti di lantai 1 kemudian *Emitter 1* secara otomatis akan mendistribusikan barang berwarna biru sebanyak 1 kali. Setelah selesai di lantai 1 maka *box* akan menuju lantai 2 dan *Emitter 2* akan mendistribusikan barang berwarna hijau lalu setelah terisi *box* akan naik ke lantai 3 dan ketika *box* berhenti di lantai 3 maka secara otomatis *box* akan terisi barang berwarna hitam oleh *Emitter 3* setelah terisi di setiap lantai maka *lift* akan turun. Setelah sampe di bawah maka *box* akan bergerak menuju *loading conveyor*. Ketika *box* berada di *loading conveyor* maka *box* akan bergerak menuju *Automated warehouse* setelah tiba di *automated warehouse* maka *loading conveyor* akan berhenti lalu *stacker left* akan bergerak menjemput *box* lalu *stacker left* akan on dan *box* pun terangkat setelah itu *stacker left* akan off. Dan *box* berada di *stacker lift* kemudian *stacker target* posisi akan on dan di isi nomer *rack* yang akan dituju setelah sampe di nomer *rack* maka *stacker right* akan on lalu *stacker left* akan off begitu juga *stacker right* akan off. Setelah itu *stacker target* posisi akan off dan kembali ke tempat awal.

3.2. Langkah Pemrograman Pada Control I/O

Cara pemrograman hampir sama dengan block diagram pada PLC, menggunakan gerbang logika untuk menghubungkan input satu dengan input lainnya, input Control I/O langsung terhubung dengan Factory I/O sehingga alamat input/output langsung sama. Cara pemrograman pada Control I/O ialah menggunakan logika *function block* diagram, dimana input akan di sambungkan ke output melalui perintah *function blocks* sesuai perintah yang di inginkan. Fungsi yang tersedia mencakup fungsi paling umum yang tersedia di PLC secara umum. *Function block* diagram terbuat dari balok-balok yang dihubungkan oleh tautan. *Block* terbuat dari input dan output yang dihubungkan melalui *function blocks*. Pemrograman Control I/O ini bisa dibuat dengan menyeret *block input*, *output*, dan *function block* ke kanvas sebelah kanan lalu socket yang tersedia di block input di sambungkan dengan panah ke socket yang tersedia di block masukan *function block*. Selanjutnya socket keluaran *function block* disambungkan ke bagian socket masukan *block output*, begitu selanjutnya sampai *function block* diagram menjadi sesuai logika yang diinginkan.

3.3. Langkah Koneksi Dan Konfigurasi Control I/O Dengan Factory I/O

Control I/O adalah fitur dari Factory I/O yang digunakan untuk "konfigurasi" dengan pengontrol eksternal. Dan Control I/O mencakup banyak I/O Drivers, untuk memilih driver di Factory I/O berdasarkan pengontrol yang akan digunakan maka. Selanjutnya, mengkonfigurasi driver ini, sehingga dapat "dikoneksikan" dengan controller.

- Jendela Drivers dibuka lalu file dipilih dan atau Drivers (F4). Sebagai alternatif, jendela Drivers dibuka dengan cara klik kiri driver saat ini yang ditampilkan di status.
- Control I/O driver dipilih dari daftar dengan cara klik kiri di atasnya.
- Tombol Connect ditekan untuk menghubungkan ke Control I/O. Sambungan yang berhasil akan ditunjukkan dengan tanda hijau yang ditampilkan di sebelah daftar driver.
- Tag dipetakan dengan melepaskan tag ke port yang dipilih. Untuk menghapus tag dari port dapat dilakukan dengan cara menyeret kembali ke daftar. Setelah semua tag dipetakan, setel simulasi ke *Run Mode*.

4. KESIMPULAN

Sistem yang dibuat pada penelitian ini sudah dapat bekerja sesuai dengan perencanaan yaitu pada system alat pengisian barang dan pengepakan barang, *sensor Retro reflektive* yang terletak pada konveyor dapat mendeteksi objek berupa *box* lalu apabila sensor tersebut sedang digunakan datanya diproses pada program Control I/O serta disimpan pada *Realtime* guna datanya di simulasikan pada *software* Factory I/O. *Elevator lift* bekerja dengan baik dalam menaikkan dan menurunkan *box* guna mengambil barang pada lantai 1,2 dan 3 kemudian *Automated Warehouse* bekerja dengan baik dapat melakukan pengepakan barang.

Untuk sistem Control I/O dapat mengontrol jalanya simulasi mulai dari mengontrol *elevator lift*, *coveyor* dan *Automated warehouse* yang di kendalikan secara otomatis. Dengan ini maka program Control I/O bekerja dengan baik dalam melakukan perintah sesuai panel operator sehingga sistem dapat bekerja dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eriyadi, M., & Fauzian, I. F. (2019). Desain Prototipe Mesin Sortir Barang Otomatis. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(2), 147. <https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i2.2019.147-156>
- [2] Hikmarika, H., Husin, Z., & Maulidda, R. (2014). Pemrograman Sistem Otomatis Sortir Barang Berdasarkan Warna Menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) Berbasis Mikrokontroler PIC16F877. *Mikrotiga*, 1(3), 17–22.
- [3] Suhanto. (2017). *Rancang Bangun Simulasi Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) Main Distribution Panel (MDP) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)*. 47–57.
- [4] REAL GAMES. 2006 - 2018. Factory I/O – Manual. <https://factoryio.com/docs/manual/>.
- [5] Romero. (2018). Automatización de una planta de almacenaje y distribución de mercancías usando Factory I/O y Codesys.
- [6] R. K. Sadar, A. M. Someshwar, and R. P. Chaudhari, “Load Cell Based Cross Verification of Packaging Material,” Int. Conf. I-SMAC (IoT Soc. Mobile, Anal. Cloud) Load, pp. 460–463, 2017.
- [7] A. C. I. Rukmana and A. Ro’uf, “Aplikasi Sensor Load Cell pada Purwarupa Sistem Sortir Barang 1,” IJEIS, Vol.4, No.1, April 2014, ISSN 2088-3714, vol. 4, no. 1, p. 35~44, 2014
- [8] G. A. Smeu, “Automatic conveyor belt driving and sorting using SIEMENS step 7-200 programmable logic controller,” 2013 - 8th Int. Symp. Adv. Top. Electr. Eng. ATEE 2013, pp. 1–4, 2013.
- [9] A. G. Abdullah, D. L. Hakim, M. A. Auliya, and A. B. Dani, “Low-cost and Portable Process Control Laboratory Kit,” TELKOMNIKA, vol. 16, no. 1, pp. 232–240, 2018.
- [10] O. C. N. F, S. Valentin, and N. F. Adrian, “The industrial process control simulator with Programmable Logic Control,” 11th IEEE Int. Symp. Appl. Comput. Intell. Informatics, pp. 277–282, 2016.

Rancang Bangun Miniatur Sistem Parkir Cerdas Bertingkat Berbasis *Internet of Things* Menggunakan ESP32

Fakhri Brilians Arpa Putra¹, Latiful Hayat²

Program Studi S1 Teknik Elektro

Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 25 Januari 2021

Direvisi, 2 Maret 2021

Diterima, 21 April 2021

Kata Kunci:

IoT
RFID
Sensor infrared
ESP32
Android

Keyword:

IoT
RFID
Sensor infrared
ESP32
Android

INTISARI

Ketiadaan informasi mengenai ketersediaan ruang parkir di tempat umum merupakan kendala tersendiri bagi pemilik kendaraan, terlebih saat ini kebanyakan sistem parkir yang digunakan hanya mengandalkan informasi ketersediaan ruang parkir yang bersumber dari pengamatan visual petugas yang sedang berjaga. Oleh sebab itu, perlu adanya sebuah sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau ketersediaan ruang parkir terkini dan juga melakukan reservasi ruang parkir melalui sebuah aplikasi pada smartphone. RFID digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan yang masuk maupun keluar dari area parkir. Dibandingkan dengan menggunakan karcis parkir, penggunaan RFID dapat menurunkan penggunaan kertas dan data pengguna dapat disimpan. Pada setiap ruang parkir ditanamkan sebuah sensor infrared guna mendeteksi penggunaan ruang parkir, lalu data diproses oleh sebuah mikrokontroler ESP32 dan data disimpan pada Database secara Realtime. Data diakses melalui aplikasi Android oleh pengguna sebagai informasi ketersediaan ruang parkir, sebelum pengguna menuju area parkir. Hasil penelitian menunjukkan apabila sensor pada slot parkir mendeteksi objek, data mampu diproses serta disimpan secara Realtime. ID pengguna digunakan sebagai acuan motor servo membuka portal parkir. RFID juga digunakan pada sistem parkir booking. Aplikasi Android dapat digunakan sebagai informasi ketersediaan slot dan memberi layanan pemesanan slot parkir.

ABSTRACT

The absence of information regarding the availability of parking spaces in public places is an obstacle for vehicle owners, especially now that most of the parking systems used only rely on information on the availability of parking spaces which comes from visual observations of officers on guard. Therefore, there is a need for a smart parking system based on the Internet of Things (IoT) that can monitor the availability of the latest parking spaces and also reserve parking spaces through an application on a smartphone. RFID is used to identify vehicles entering or exiting the parking area. Compared to using a parking ticket, the use of RFID can reduce paper usage and user data can be saved. In each parking space, an infrared sensor is implanted to detect parking space usage, then the data is processed by an ESP32 microcontroller and the data is stored in the Realtime Database. Data is accessed through the Android application by the user as information on the availability of parking spaces, before the user goes to the parking area. The sensor in the parking slot able to detects an object. The data can be processed and stored in real time. The user ID is used as a reference to open the parking portal. RFID is also used in parking booking systems. The Android application can be used as slot availability information and parking slot reservation services

Korespondensi Penulis:

Fakhri Brilians Arpa Putra
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. K.H. Ahmad Dahlan Dukuhwaluh, Kembaran, Banyumas, 53182
Email: fakhribap@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk, maka penggunaan mobil juga meningkat. Dikarenakan semakin banyaknya penggunaan mobil, maka timbul keresahan pada masyarakat ketika hendak meremarkirkan kendaraannya di tempat umum. Hal ini dikarenakan kesulitan dalam mencari ruang parkir yang kosong dan juga pemborosan waktu serta konsumsi bahan bakar yang terbuang percuma. Namun, sebagian besar sistem parkir yang digunakan pada tempat umum masih mengandalkan pengamatan visual dari petugas yang berjaga sehingga sering terjadi kesalahan saat proses pendataan pengemudi yang keluar maupun masuk area parkir

Penerapan parkir menggunakan RFID dapat mengidentifikasi kapasitas parkir kendaraan dan dapat sebagai acuan bagi untuk penentuan penambahan fasilitas parkir[1]. Pada penelitian tersebut belum terdapat adanya suatu sistem khusus pada area parkir untuk mengetahui ruang parkir yang kosong dan menunjukkan informasi tersebut kepada masyarakat yang mencarinya melalui sebuah aplikasi Android pada smartphone dikarenakan penggunaan smartphone saat ini sudah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat.

Penggunaan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) telah banyak diaplikasikan seperti pada sistem absensi, sistem pelacakan, sistem pemantauan parkir, kontrol inventaris, rencana identifikasi (ID) dan kontrol akses, peralatan atau pelacakan personel di rumah sakit dan lainnya. RFID menggunakan medan elektromagnetik untuk mentransfer data guna mengidentifikasi nomor ID dari *tag* RFID. Kemudian, mengirimkan nomor ID ke pengontrol untuk diperiksa datanya. Jika nomor ID valid, pengguna dapat memilih slot parkir [2].

Sensor infrared ialah komponen elektronika yang dimana didalamnya sudah memuat pemancar Infrared dan Phototransistor. Konstruksi dari komponen ini sudah diatur sedemikian rupa sehingga sumber pemancar Infrared dan Phototransistor-nya berada pada arah yang sama. Prinsip kerja dari komponen ini yaitu mampu mendeteksi keberadaan obyek yang mendekat dengan cara mendeteksi pantulan infrared yang terpancar dan memantul pada permukaan obyek tersebut dan selanjutnya pantulan tersebut diterima oleh phototransistor [3].

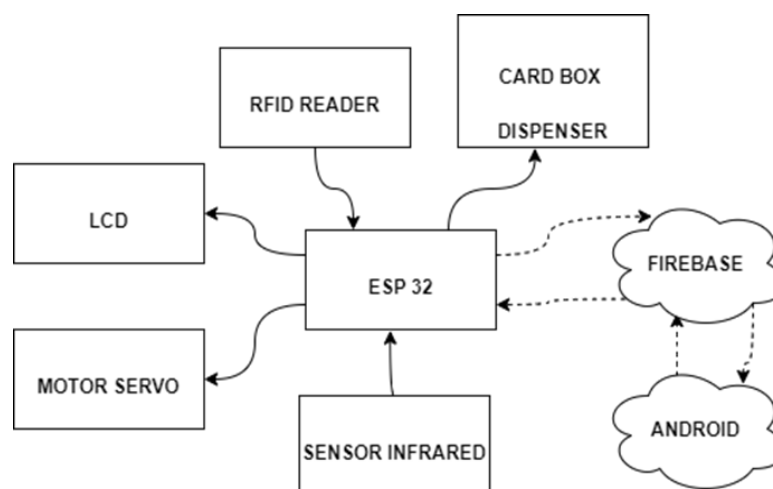
Firestore Realtime Database adalah database yang di-host di cloud. Data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara realtime ke setiap klien yang terhubung. Ketika developer membuat aplikasi lintas platform dengan SDK Android, iOS, dan JavaScript, semua klien akan berbagi sebuah instance Realtime Database dan menerima update data terbaru secara otomatis. Ketika koneksi perangkat pulih kembali, Realtime Database akan menyinkronkan perubahan data lokal dengan update jarak jauh yang terjadi selama klien offline, sehingga setiap perbedaan akan otomatis digabungkan. Pada penelitian ini firestore digunakan sebagai server untuk menyimpan database [4].

Sebuah sistem dengan *Internet of Things* (IoT) dapat menyediakan ruang parkir dan mekanisme alokasi. Sistem parkir membutuhkan sensor dan cloud server. Sistem ini akan dapat diakses melalui aplikasi Android untuk memantau slot kosong yang tersedia di tempat parkir. Hal ini memungkinkan interaksi antara sistem parkir cerdas dan pengguna dengan cara melakukan reservasi. Setiap pengguna memiliki kode OTP unik untuk menempati slot yang dipesan sebelumnya [5].

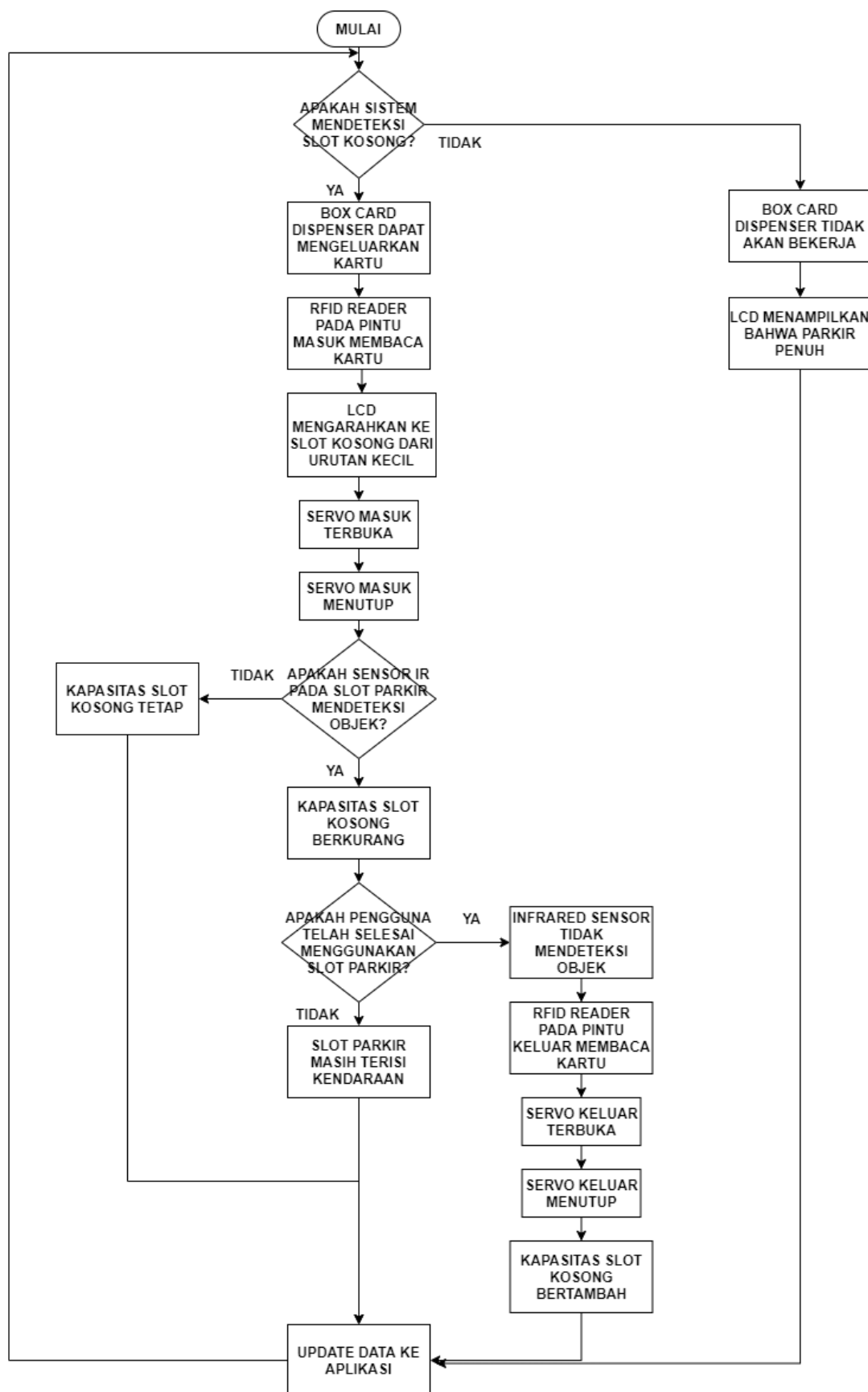
2. METODE PENELITIAN

Pada sistem ini, RFID reader dan sensor infrared menjadi input menuju ESP32, RFID reader akan memindai RFID tag baik bagi pengguna layanan *non booking* dan layanan *booking*. Perbedaannya hanyalah pengguna layanan *non booking* harus mengambil RFID tag pada sebuah *box card dispenser* yang hanya dapat bekerja apabila sistem mendeteksi adanya ketersediaan slot kosong. Untuk dapat membuka portal parkir yang menggunakan motor servo maka pengguna wajib memindai RFID tag ke RFID reader karena disini RFID merupakan input inti dalam sistem sementara sensor infrared hanya akan menjadi input apabila mendeteksi objek saja. Terakhir, untuk sistem *booking* akan menggunakan aplikasi berbasis android dan telah disediakan ruang parkir khusus yang berbeda dengan ruang parkir *non booking*, namun untuk membuka portal parkir wajib mendaftarkan sebuah *barcode* didalam aplikasi Android. Hasil dari pemrosesan data oleh ESP32 akan diunggah menuju firestore dan juga akan ditampilkan pada LCD 20x4 sebagai informasi ketersediaan slot parkir, sesuai blok diagram system dapat ditunjukkan pada gambar 1.

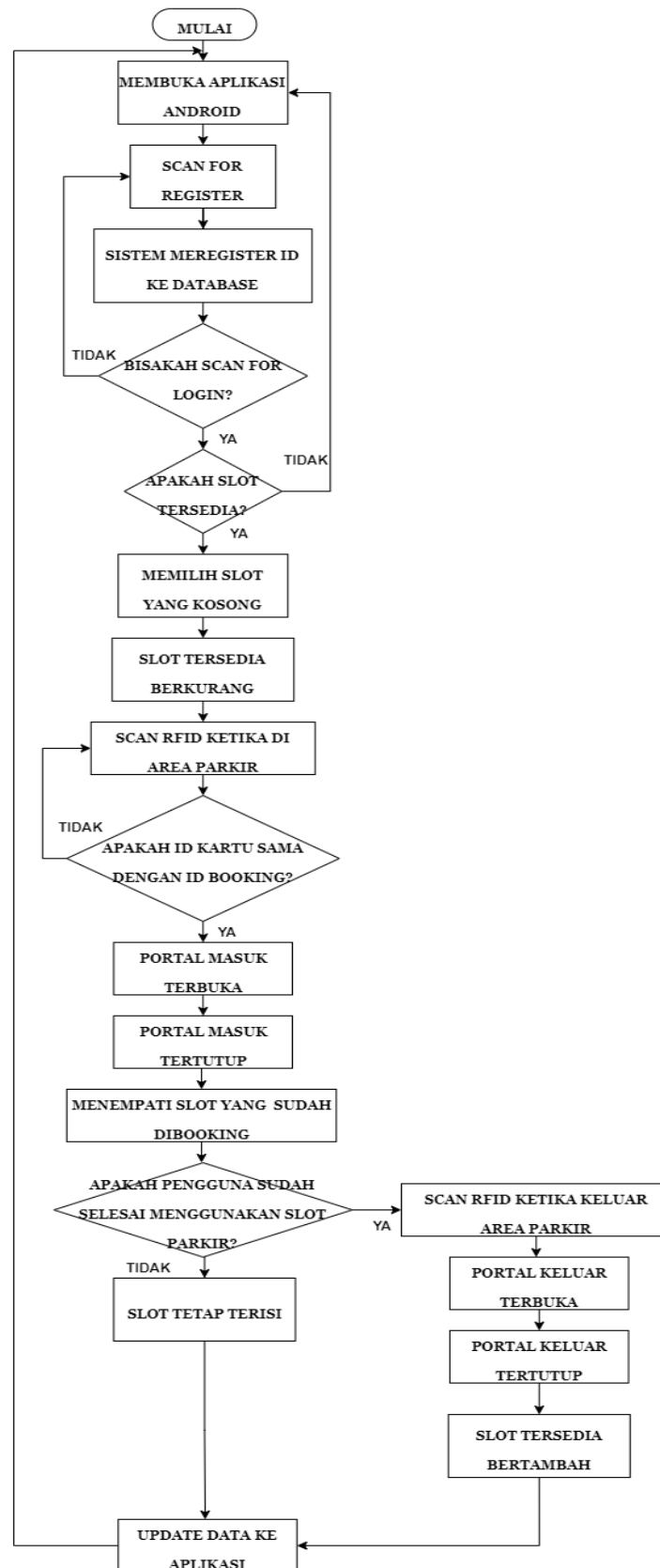
Pemrograman menggunakan Arduino IDE berfungsi untuk mengatur beberapa kondisi untuk ketiga input tersebut agar tidak terjadi kesalahan pada pengaksesan palang pintu parkir dari ketiga input tersebut. Dan juga untuk mengupload program menuju ESP32 sebagai modul pendukung *Internet of Things* (IoT).



Gambar 1 Diagram Blok Sistem



Gambar 2 Diagram Alir Sistem Parkir Non Booking

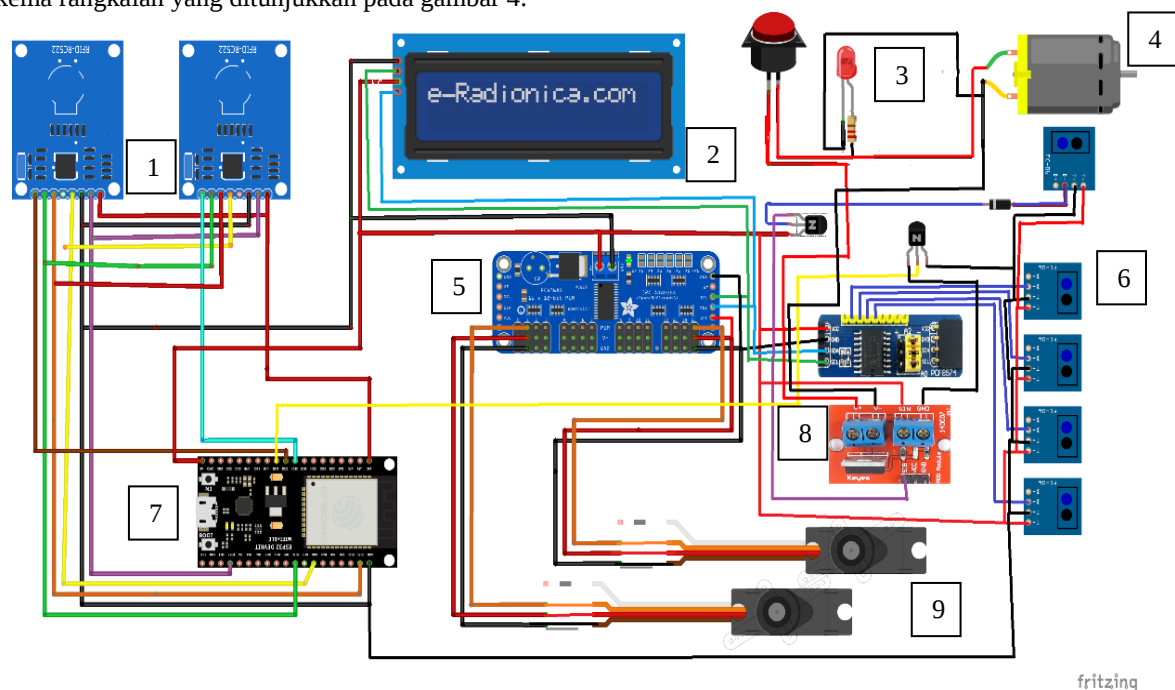


Gambar 3 Diagram Alir Sistem Parkir Booking

Pada perancangan sistem parkir *non booking* terdapat banyak komponen didalamnya. Input utama dalam sistem ini yaitu RFID reader yang terletak pada pintu masuk dan keluar dan sensor infrared yang terdapat pada empat slot parkir. Untuk pembuatan skema sistem dilakukan dengan menggunakan software Fritzing, dimana didalamnya terdapat library yang harus diunduh terlebih dahulu baik dari aplikasi itu sendiri maupun dari sumber lain yang berasal dari internet. Apabila library telah terunduh, maka skema perancangan sistem dapat dibuat. Skema perancangan sistem yang pertama dimulai dari merancang sistem parkir *non booking* dengan diagram alir sesuai dengan gambar 2. Sedangkan sistem parkir *booking* diagram alirnya ditunjukkan pada gambar 3.

Terdapat beberapa langkah yang dibutuhkan yaitu langkah pertama adalah menghubungkan seluruh pin VCC pada seluruh komponen pada rangkaian dan menghubungkan seluruh pin GND pada komponen dalam rangkaian. Selanjutnya menambahkan komponen berupa I2C multiple PWM PCA9685 dan I2C I/O Expander PCF8574 pada rangkaian guna membantu kinerja dari ESP32. Selanjutnya, menghubungkan dua buah RFID reader menuju ESP32. Setelah itu, menghubungkan empat buah sensor infrared menuju I2C I/O Expander PCF8574 dan dua buah servo menuju I2C I/O multiple PWM PCA9685 ke mikrokontroler ESP32.

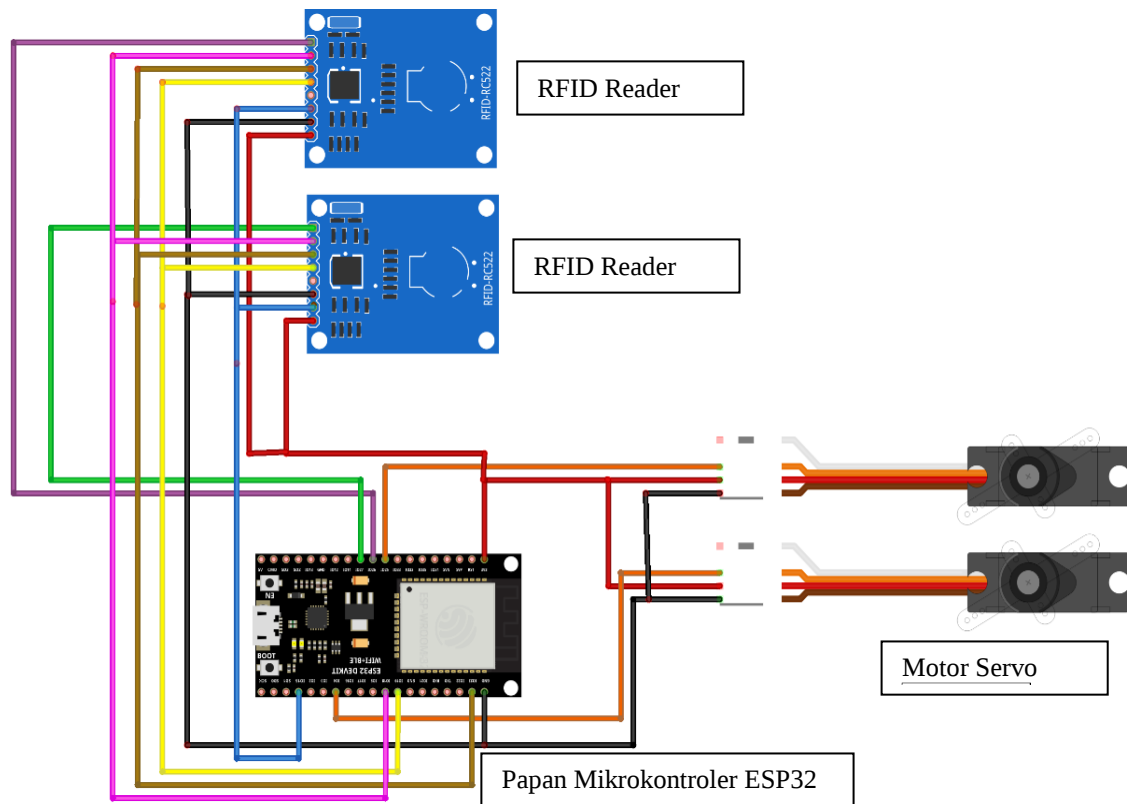
Dikarenakan pada skema parkir sistem *non booking* terdapat sebuah *card box dispenser*, maka terdapat sebuah skema rangkaian tambahan guna menghidupkan *card box dispenser* tersebut yang nantinya terintegrasi dengan ESP 32 sebagai sebuah kesatuan rangkaian. Komponen yang diperlukan dalam rangkaian *card box dispenser* berupa satu buah modul mosfet, satu buah resistor 220 Ω , satu buah dioda 1n4002, satu buah push button, satu buah LED dan dua buah transistor NPN BD 139 yang dihubungkan dengan ESP32 sesuai dengan skema rangkaian yang ditunjukkan pada gambar 4.



1. RFID Reader
2. LCD Karakter 16x2
3. Tombol dispenser RFID & LED indicator
4. Motor DC
5. I2C PWM I/O Expansion
6. Konektor DIL to Screw
7. Papan Mikrokontroler ESP32
8. I2C I/O Expansion (atas) dan Modul MOSFET (bawah)
9. Motor Servo

Gambar 4 Skema Rangkaian Sistem Parkir *Non Booking*

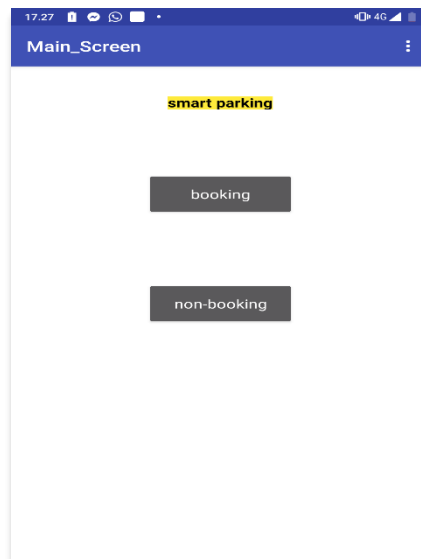
Pada sistem parkir *booking*, dikarenakan komponen pada sistemnya lebih sedikit daripada sistem *non booking* maka perancangan sistemnya terbilang lebih sederhana. Skema system rangkaian *non booking* dapat dilihat pada gambar 5. Langkah awal yang dilakukan yaitu menghubungkan seluruh pin VCC yang terdapat pada semua komponen pada rangkaian dan menghubungkan seluruh pin GND yang terdapat pada semua komponen dalam rangkaian. Selanjutnya, langkah yang dilakukan adalah dalam pembuatan skema rangkaian adalah menghubungkan dua buah RFID reader dan dua buah motor servo ke ESP32.



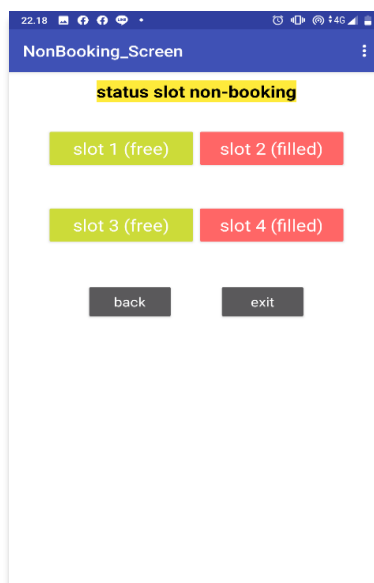
Gambar 5 Skema Sistem Rangkaian Parkir *Booking*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem parkir cerdas berupa pemantauan *slot* parkir kosong dapat diakses melalui *smartphone* Android. Pada aplikasi terdapat dua pilihan menu yaitu sistem parkir *non booking* dan *booking* dimana pada menu *non booking* dapat memantau ketersediaan *slot* parkir tanpa melakukan reservasi dan pada menu *booking* dapat memantau ketersediaan *slot* parkir serta melakukan reservasi pada *slot* parkir yang diinginkan apabila *slot* parkir tersebut kosong. Tampilan menu aplikasi Smart Parking ditunjukkan pada gambar 6.

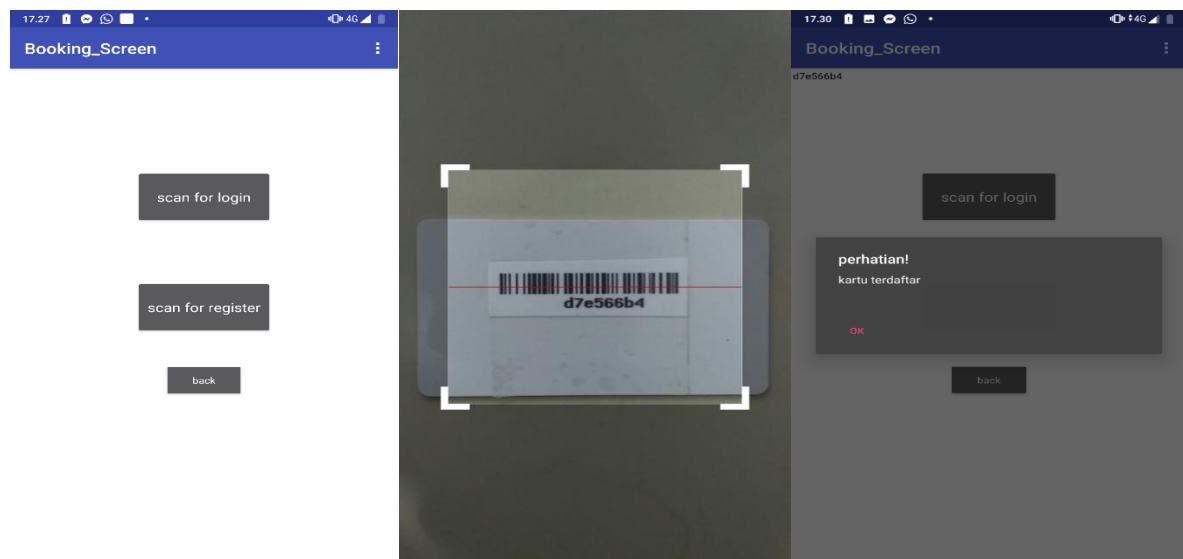


Gambar 6 Tampilan Menu Pada Aplikasi Smart Parking

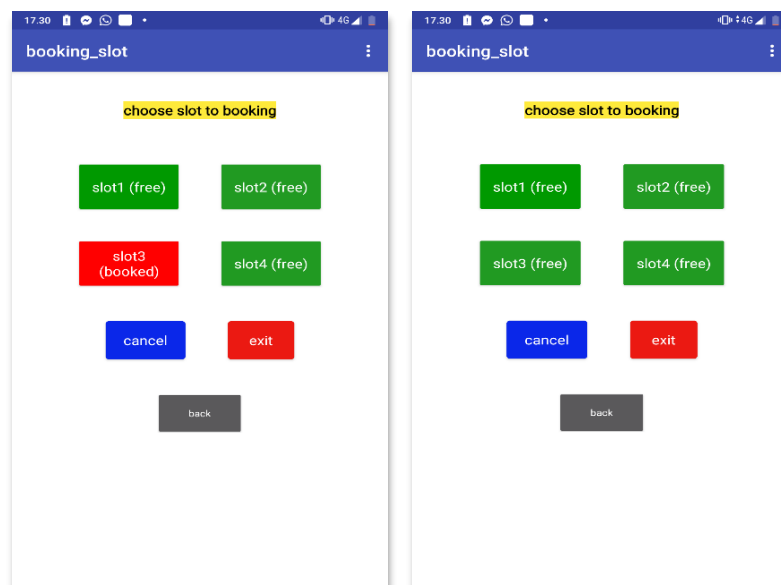


Gambar 7 Tampilan Pemantauan Ketersediaan Slot Parkir *Non Booking*

Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan tampilan pada sistem parkir *non booking*. Terdapat 4 slot parkir dimana slot nomor 1 dan 3 berwarna hijau menandakan bahwa kedua slot parkir tersebut kosong, sedangkan slot nomor 2 dan 4 berwarna merah yang menandakan bahwa slot parkir tersebut sedang digunakan.

Gambar 8 Proses Mendaftarkan ID Kartu pada Sistem Parkir *Booking*

Gambar 8 menjelaskan langkah yang perlu dilakukan untuk mendaftar ID pada kartu guna melakukan reservasi pada sistem parkir *booking*. Dimana pada menu *scan for register* maka pengguna akan diarahkan untuk melakukan pemindaian *barcode* yang tertera pada kartu menggunakan kamera pada *smartphonenya* hingga berhasil dan terdapat notifikasi yang mendandakan bahwa kartu terdaftar.

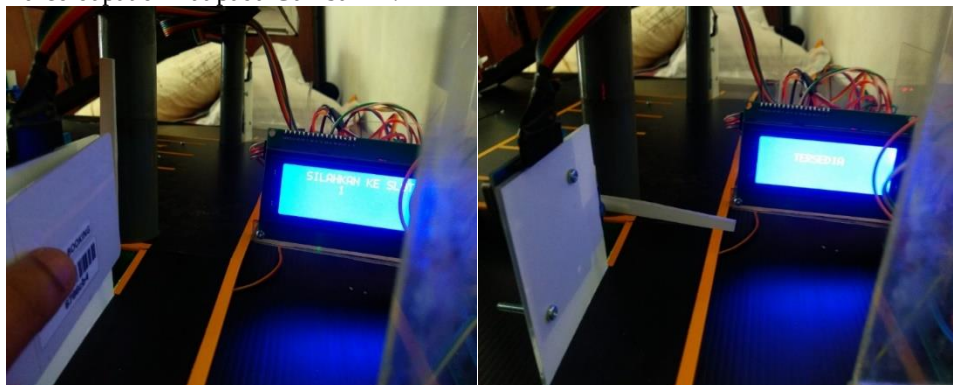
Gambar 9 Proses Reservasi Sistem Parkir *Booking*

Gambar 9 menjelaskan langkah yang perlu dilakukan untuk melakukan reservasi. Pada menu *scan for login* pengguna perlu memindai *barcode* yang tertera pada kartu. Kartu yang dipindai harus memiliki kode yang sama seperti saat melakukan proses registrasi pada menu *scan for register* yang dapat dilihat pada Gambar 8. Apabila telah berhasil memindai *barcode* pada kartu maka pengguna akan diarahkan menuju tampilan untuk melakukan reservasi. Ketika slot parkir kosong yang ditandai dengan indikator berwarna hijau berhasil dilakukan reservasi maka tampilan indikatornya akan berubah menjadi berwarna merah.

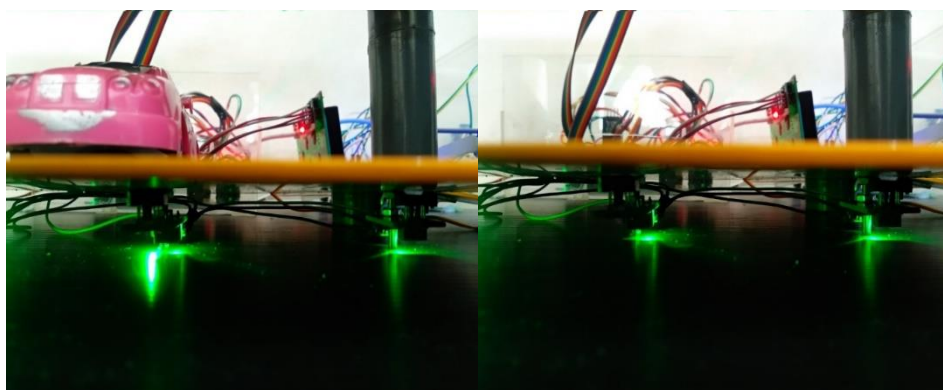
Pada pengujian hardware yang digunakan sistem parkir cerdas dilakukan beberapa pengujian berupa pembacaan kartu oleh *RFID reader* guna membuka motor servo yang digunakan sebagai portal parkir dan pengujian sensitivitas *infrared sensor* guna mendeteksi objek pada setiap slot parkir. Apabila kendaraan memasuki area parkir maka *RFI reader* akan menyimpan ID yang digunakan oleh kendaraan tersebut, setelah

Halaman Web JRRE : <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE>

itu sistem akan merekomendasikan *slot* parkir yang dapat digunakan dengan cara menampilkan rekomendasi pada layar LCD 20x4 dan yang terakhir sensor infrared akan mendeteksi apakah kendaraan telah parkir pada *slot* yang telah ditentukan. Data dari setiap *input* sistem akan diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan disimpan pada *Realtime Database*. Untuk pengujian RFID reader dan motor servo dapat dilihat pada Gambar 10, lalu pengujian sensor infrared dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 10 Sistem Merekomendasikan *Slot* yang Dapat Digunakan oleh Pengguna



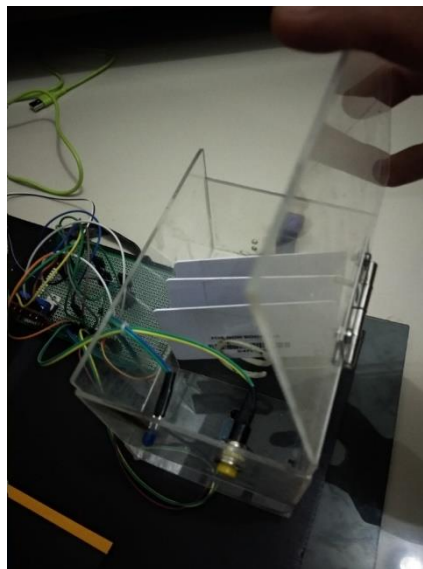
Gambar 11 Pengujian Sensitivitas Sensor Infrared dalam Mendeteksi Objek

Diambil *sample* hasil pengujian yang telah dilakukan percobaan seperti yang tertera pada Gambar 7 yaitu sistem parkir *non booking*. Untuk *sample* dari percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Pemantauan Sistem Parkir *Non Booking*

Nomor <i>slot</i>	ID Kartu	Status Slot Terkini	Keterangan
1.	6706cb4	<i>Free</i>	<i>Slot Tersedia</i> untuk digunakan
2.		<i>Filled</i>	<i>Slot</i> sedang digunakan oleh pengguna lain
3.	2479662c	<i>Free</i>	<i>Slot Tersedia</i> untuk digunakan <i>area</i> parkir
4.		<i>Filled</i>	<i>Slot</i> sedang digunakan oleh pengguna lain

Kartu yang digunakan untuk sistem parkir *non booking* diletakkan pada wadah berupa sebuah *card box dispenser* dimana pengguna wajib menekan *push button* hingga kartu keluar setelah itu ketika kartu keluar maka terdapat sebuah sensor infrared guna mendeteksi apabila sebuah kartu telah dikeluarkan dari *card box dispenser*, apabila kartu masih terdeteksi oleh sensor infrared maka *push button* tidak dapat bekerja walaupun ditekan. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kesalahan dalam pengeluaran kartu secara ganda dan *idealnya* setiap durasi tekanan pada *push button* akan mengeluarkan satu kartu. Untuk bentuk dari *card box dispenser* pada sistem parkir *non booking* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 *Card Box Dispenser* sebagai Wadah Kartu

Pada pengujian sistem parkir *booking* telah diambil sebuah *sample* pengujian untuk layanan reservasi yang terdapat pada Gambar 8 dan Gambar 9. Dapat dilihat hasil dari pengujian tersebut pada Tabel 2.

Tabel 2 Proses Reservasi pada Sistem Parkir *Booking*

Nomor <i>slot</i>	ID Kartu	Status Awal <i>Slot</i>	Status Akhir <i>Slot</i>	Keterangan
1.		<i>Free</i>	<i>Free</i>	<i>Slot Tersedia untuk dibooking pengguna lain</i>
2.		<i>Free</i>	<i>Free</i>	<i>Slot Tersedia untuk dibooking pengguna lain</i>
3.	D7e56684	<i>Free</i>	<i>Booked</i>	Pengguna berhasil melakukan reservasi
4.		<i>Free</i>	<i>Free</i>	<i>Slot Tersedia untuk dibooking pengguna lain</i>

Apabila status awal *slot booked* dan juga status akhir *slot booked*, maka menandakan bahwa *slot* parkir tersebut sedang digunakan dan pengguna lain tidak dapat melakukan reservasi pada *slot* tersebut hingga pengguna yang sedang menggunakan *slot* tersebut keluar dari area parkir. Ketika pengguna telah selesai menggunakan *slot* parkir tersebut maka status *slot* yang awalnya *booked*, akan berubah setatus akhir *slot* menjadi *free*.

4. KESIMPULAN

Sistem yang dibuat pada penelitian ini sudah dapat bekerja sesuai dengan perencanaan yaitu pada sistem parkir *non booking*, sensor infrared yang terletak pada *slot* parkir dapat mendeteksi objek berupa minatur kendaraan lalu apabila *slot* tersebut sedang digunakan datanya diproses pada mikrokontroler ESP32 serta disimpan pada Realtime Database guna diunggah datanya menuju aplikasi Android dan juga LCD 20x4. RFID reader bekerja dengan baik dalam memindai kartu guna mengetahui ID yang digunakan oleh pengguna untuk memasuki area parkir dan juga untuk memberikan perintah kepada motor servo untuk membuka portal parkir.

Untuk sistem parkir *booking* RFID dapat memindai kartu apabila kartu RFID telah *diregister* pada aplikasi dan pengguna telah melakukan *login* guna memesan *slot* parkir. Motor servo dapat membuka portal parkir apabila RFID reader memindai kartu yang telah terdaftar. Aplikasi Android dapat memantau ketersediaan *slot* dan juga dapat melayani pengguna yang ingin melakukan reservasi *slot* parkir.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro dan Dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah memberikan dukungannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Setiadi, Y. Priyandari, and S. I. Cahyono, "Implementation of Parking System Based on Radio Frequency Identification (RFID) at the Faculty of Engineering Sebelas," *ITSMART J. Ilm. Teknol. dan Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 39–44, 2017.
- [2] K. Nan Aye, P. Zin Oo, and W. War Naing, "RFID Based Automatic Multi-Storied Car Parking System," *Int. J. Sci. Eng. Appl.*, vol. 8, no. 7, pp. 172–175, 2019, doi: 10.7753/ijsea0807.1001.
- [3] N. F. C. Reader, P. N. Berbasis, M. Irsyam, M. Si, and A. Wiranata, "untuk mendapatkan tempat parkir yang kosong yang berada di tempat parkir yang luas seperti yang ada di perkantoran maupun pusat perbelanjaan membutuhkan waktu yang cukup lama . Teknologi yang semakin bertumbuh," vol. 3, no. 1, pp. 22–32, 2020.
- [4] D. T. , Uray Ristian, Weldi, "APLIKASI SISTEM KONTROL PORTAL PARKIR MENGGUNAKAN METODE LOCK GPS BERBASIS INTERNET OF THINGS (Studi Kasus: Lahan Parkir Masjid Raya Mujahidin Pontianak)," *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 8, no. 3, p. 40, 2020, doi: 10.26418/coding.v8i3.42956.
- [5] C. Jambotkar, "IoT Based Smart Car Parking System," no. April, pp. 3–6, 2019.

Perancangan Kebutuhan Daya dan Instalasi Listrik Pada Gedung Askrindo Bogor

Ramadan Carles A¹, Winarso²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 26 Januari 2020
Direvisi, 20 Maret 2021
Diterima, 21 April 2021

Kata Kunci:

*Perencanaan
Pencahaya
an
Dialux
Kebutuhan Daya
Drop Voltage
Etap*

INTISARI

Dalam pembangunan sebuah gedung diperlukan perancangan instalasi listrik dan sistem pencahayaan yang matang agar mendapatkan hasil yang maksimal. Perencanaan instalasi listrik dibuat berdasarkan gambar perencanaan konstruksi dan arsitektur gedung dengan software autocad dan perencanaan konsumsi daya listrik gedung menggunakan software ETAP. Perancangan sistem kuat pencahayaan (lux) pada Gedung Askrindo Bogor dibuat berdasarkan standar kuat pencahayaan SNI yaitu dengan perhitungan jumlah armatur lampu dan disimulasikan menggunakan software dialux. Berdasarkan hasil perencanaan, untuk ruang lobby dengan luas 172 m² menggunakan armatur lampu jenis recess mounted sejumlah 12 buah dengan daya lampu led 2 x 9 watt, 1800 Lumen, setelah disimulasikan dengan software dialux menghasilkan kuat pencahayaan sebesar 140 lux. Dari hasil perhitungan semua beban listrik pada gedung konsumsi daya semuanya adalah 106,81 kVA, sehingga daya terpasang gedung ke PLN adalah 131 kVA. Untuk menyalurkan listrik sebesar itu pada gedung menggunakan Panel LVMDP, MDP dan SDP. Dari simulasi menggunakan software ETAP didapatkan drop tegangan pada jarak terjauh 200 meter antara panel LVMDP ke SDP adalah 4.65 %. Untuk melengkapi sistem distribusi daya listrik, dari hasil perhitungan rekapitulasi daya dibutuhkan kapasitor bank sebesar 30 kVAR dan Genset 250 kVA.

ABSTRACT

Keyword:

*Planning
Lighting
Dialux
Power equirements
Drop Voltage
Etap*

In the construction of a building, it is necessary to design a mature electrical installation and lighting system in order to get maximum results. Electrical installation planning is made based on construction planning drawings and building architecture with Autocad software and building electrical power consumption planning using ETAP software. The design of the lighting strength (lux) system at Askrindo Bogor Building is made based on the SNI lighting strength standard, namely by calculating the number of lamp armatures and simulating it using dialux software. Based on the results of the planning, the lobby area with an area of 172 m² uses 12 recess mounted lamp armatures with 2 x 9 watt LED power, 1800 lumens, after being simulated with the software, it produces a lighting strength of 140 lux. From the calculation of all electrical loads in the building, the power consumption is 106.81 kVA, so the building's installed power to PLN is 131 kVA. To distribute that much electricity to the building using the LVMDP, MDP and SDP panels. From the simulation using ETAP software, it was found that the voltage drop at the farthest distance of 200 meters between the LVMDP panel to SDP was 4.65%. To complete the electrical power distribution system, from the calculation of the power recapitulation required a bank capacitor of 30 kVAR and a generator of 250 kVA.

Korespondensi Penulis:

Ramadan Carles Andriyan
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuhwaluh, Purwokerto, 53182
Email: ramadancrls999@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini kebutuhan energi listrik boleh dikatakan kebutuhan yang menduduki peringkat teratas bahkan telah menjadi barometer maju tidaknya suatu daerah. Dengan adanya energi listrik kita dapat memfungsikan segala macam alat-alat elektronik dan berbagai macam peralatan modern di masa sekarang ini. Bahkan kebutuhan energi listrik juga di gunakan berbagai macam proyek pembangunan, perkantoran, perindustrian dan sector-sektor lainnya.

Instalasi tenaga listrik merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam pembangunan gedung atau bangunan untuk melindungi keselamatan manusia dan hewan yang berada di daerah sekitar sehingga aman dari sengatan listrik. Mengingat masih sering terjadinya kebakaran pada suatu bangunan baik rumah, pasar maupun gedung – gedung yang penyebabnya diduga karena hubung singkat atau secara umum karena listrik dan masih banyak ditemukan instalasi listrik pada rumah ataupun bangunan yang mengabaikan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL), Standar Nasional Indonesia (SNI) dan tidak memperhatikan ketentuan dari keamanan dan teknologi modern dan juga estetika keindahan. [1]

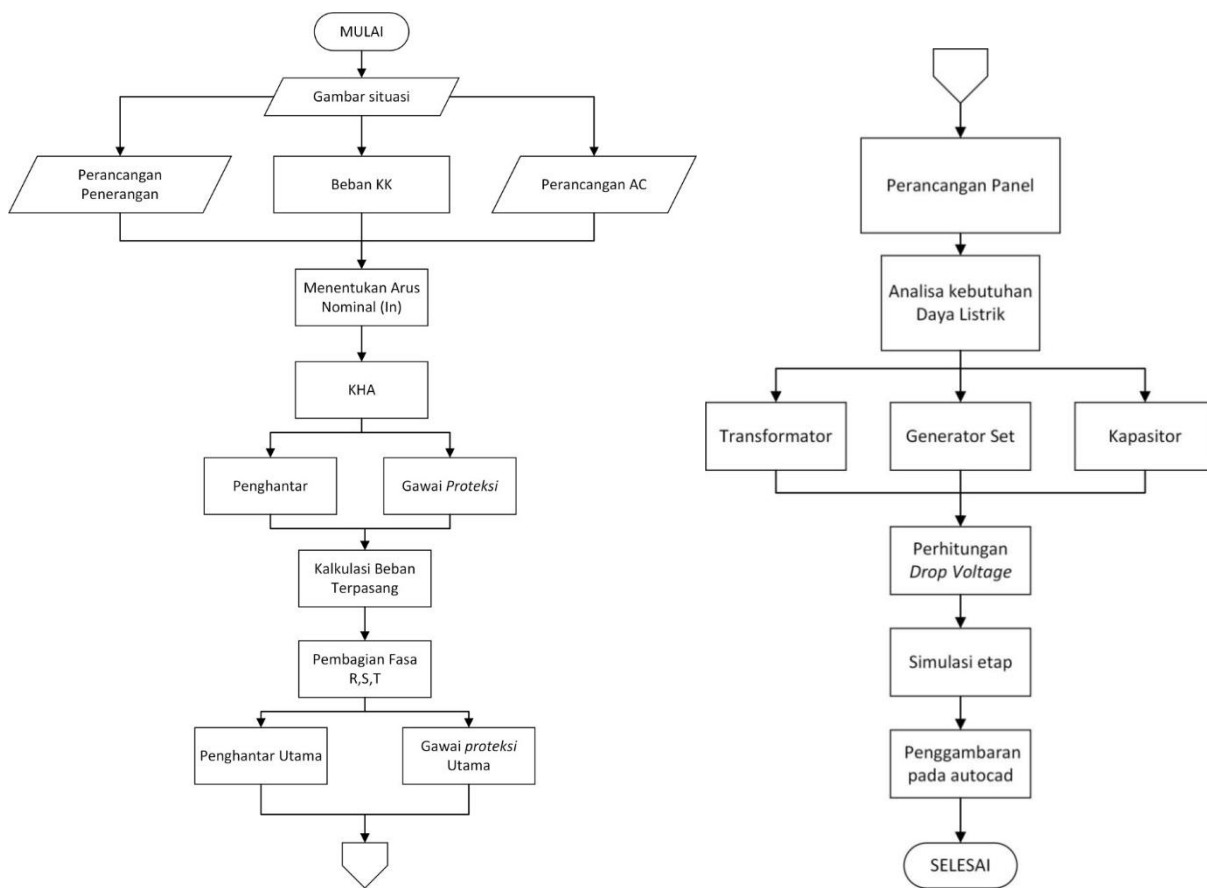
Tenaga listrik adalah hal utama yang diperlukan dalam industri jasa seperti hotel, perkantoran dan instansi lainnya karena banyak peralatan yang beroperasi dengan tenaga listrik. Listrik sangat penting dalam setiap kehidupan manusia, tetapi juga dapat menimbulkan bahaya jika terjadi kecelakaan. Oleh karena itu dalam merancang instalasi listrik untuk gedung juga memerlukan perencanaan khusus.[2]

Di dalam pemasangan instalasi listrik pada suatu gedung perlu di perhatikan berbagai hal seperti kekurangan daya, kepincangan daya, gangguan instalasi dan berbagai gangguan lainnya. Agar instalasi listrik yang terpasang pada gedung tersebut tidak terjadi berbagai kendala. [2]

Pada skripsi ini penulis bermaksud untuk merancang kebutuhan daya dan instalasi listrik pada Gedung Askrindo Bogor sesuai dengan standar kelistrikan dan simulasi aliran daya menggunakan Etap.

2. METODE PENELITIAN**2.1. Diagram Alir**

Perancangan beban penerangan, stop kontak dan AC digunakan untuk menentukan kebutuhan daya terpasang, hasil tersebut digunakan untuk menentukan ukuran kabel, gawai proteksi dan keseimbangan beban setiap panel lalu menentukan kebutuhan kapasitor bank, kapasitas transformator dan kapasitas genset. Alur penelitian lebih jelas terlihat pada Gambar 1 :



Gambar 1. Diagram alir

2.2. Perancangan Penerangan

- a. Menghitung armature lampu: [3]

$$N = \frac{E \times A}{n \times \phi \times kp \times kd}$$

Keterangan:

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan (Lux)

A = Luas permukaan (Meter²)

ϕ = Total nilai pencahayaan (LUMEN)

kd = factor depresiasi 0,8

kp = factor utility 0,5

n = Jumlah Lampu dalam 1 titik

- b. Menghitung Kepadatan Daya [4]:

$$Pa = \frac{W \text{ total}}{A} \text{ (watt/m}^2\text{)}$$

Keterangan:

Pa = Kepadatan Daya

W = Kebutuhan daya semua armature

A = Luas bidang kerja

- c. Simulasi

Melakukan simulasi intensitas pencahayaan (Lux) ruangan 3d yang berdasarkan gambar situasi, spesifikasi lampu serta jumlah armature hasil perhitungan menggunakan software dialux.

2.3. Perancangan AC dan Fan

a. Perancangan kebutuhan AC [5]

$$\text{Kebutuhan AC} = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500 \text{ BTU}$$

Keterangan :

Kapasitas AC berdasarkan PK:

$\frac{1}{2}$ PK = 5000 Btu/h(ukuran ruangan 10 m²)

$\frac{3}{4}$ PK = 7000 Btu/h(ukuran ruangan 14 m²)

1 PK = 9000 Btu/h(ukuran ruangan 18 m²)

1 $\frac{1}{2}$ PK = 12000 Btu/h(ukuran ruangan 24 m²)

2 PK = 18000 Btu/h(ukuran ruangan 36 m²)

b. Perancangan Fan

CMH : volume ruang x ACH

Keterangan:

CMH : Cubic Meter Hour atau kebutuhan sirkulasi udara di dalam ruang

ACH : Air Changer Per Hour (Pergantian udara per jam)

2.4. Kuat Hantar Arus

Untuk sistem 1 fasa :

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \phi} \text{ (ampere)}$$

Untuk sistem 3 fasa :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \text{ (ampere)}$$

$$KHA = 125 \% \times I_n$$

2.5. Drop Voltage

a. Perhitungan

Berikut adalah rumus menghitung drop voltage [3]

$$R = \frac{\rho \times \ell}{A}$$

$$\Delta V = I \times R$$

Keterangan :

ΔV = drop voltage (volt)

I = arus nominal (ampere)

ρ = tahanan jenis (Ωm)

ℓ = panjang penampang (m)

A = luas penampang penghantar (m²)

R = tahanan (Ohm)

b. Simulasi

Drop voltage disimulasikan menggunakan software etap untuk mendapatkan tegangan jatuh berdasarkan jarak, spesifikasi penghantar serta daya terpasang.

2.6. Analisa Beban Terpasang

Berikut adalah rumus menentukan daya maksimum [6]:

$$\text{Daya maksimum} = \frac{\text{Beban terpasang (Watt)} \times \text{faktor kebutuhan}}{\text{Faktor Kebersamaan}}$$

2.7. Perancangan Kapasitor Bank

Berikut adalah langkah menentukan kapasitor bank [7]

a. Menentukan total kebutuhan daya aktif (P)

b. Menentukan Cos ϕ sebelum perbaikan

- c. Menentukan nilai $\cos \phi$ yang ingin dicapai
- d. Menentukan daya reaktif (Q) sebelum perbaikan
 $Q_1 = P \times \tan \phi_1$ (VAR)
- e. Menentukan daya reaktif (Q) setelah perbaikan
 $Q_2 = P \times \tan \phi_2$ (VAR)
- f. Daya reaktif koreksi
 $Q_c = Q_1 - Q_2$ (VAR)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Penerangan

- a. Perhitungan titik lampu

Perhitungan titik lampu bertujuan untuk menentukan nilai daya pencahayaan terpasang. Perhitungan titik lampu ditentukan berdasarkan standar lux ruangan, luas ruangan serta lumen lampu yang digunakan, maka sebagai sample berikut adalah rumus menghitung titik lampu pada Ruang arsip dan mushola :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{E \times A}{n \times \phi \times kp \times kd} \\
 &= \frac{300 \times 475}{2 \times 3600 \times 0,5 \times 0,8} \\
 &= 49,48 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

Dengan memperhitungkan pembulatan dan kerapihan plafon, maka jumlah armature yang dipasang adalah 48 titik. Maka setelah itu dapat dihitung nilai kepadatan daya pencahayaan sebagai berikut :

$$Pa = \frac{Watt \text{ total}}{A} = \frac{36 \times 48}{475} = 3,64 \text{ watt/m}^2$$

Nilai kepadatan daya pencahayaan adalah 3,36 watt/m² yang masih memenuhi standar batas kepadatan daya pencahayaan kantor yaitu 15 wat/m².

Berdasarkan perhitungan titik lampu, maka didapatkan hasil kebutuhan titik lampu untuk lantai 1 adalah 210 titik dengan daya terpasang 5946 watt, kebutuhan titik lampu lantai 2 adalah 179 titik dengan daya terpasang 4944 watt dan kebutuhan lampu lantai 3 adalah 10 titik dengan daya terpasang 304 watt

- b. Simulasi

Simulasi pencahayaan dilakukan menggunakan software dialux berdasarkan hasil perhitungan titik armature lampusp, esifikasi lampu serta gambar situasi ruangan maka didapatkan hasil simulasi gambar 3D dan lux yang dihasilkan pada ruangan tersebut, sebagai sample berikut adalah hasil simulasi pencahayaan ruang arsip dan mushola lantai 1:



Gambar 3. Visualisasi 3D ruang arsip

Height of Room: 2.800 m, Mounting Height: 2.864 m, Light loss factor: 0.80				Values in Lux, Scale 1:321	
Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	113	4.29	304	0.038
Floor	20	97	4.01	247	0.041
Ceiling	70	32	7.99	181	0.250
Walls (6)	65	38	3.88	115	/

Gambar 4. Hasil simulasi ruang arsip

Berdasarkan simulasi, tingkat pencahayaan ruang arsip yang dihasilkan adalah 304 lux, hasil tersebut sudah sesuai dengan perencanaan awal lux standar yang ingin dicapai yaitu 300 lux.

3.2. Perancangan AC dan Fan

a. Perancangan AC

Digunakan 2 jenis AC pada rancangan ini yaitu split wall mount untuk ruangan ukuran sedang dan ceiling mounted 3 phase untuk ruangan dengan ukuran besar. Berikut adalah sample perhitungan kebutuhan AC untuk ruang lobby lantai 1 dengan luas 175 m²:

$$\begin{aligned}
 AC &= \frac{p \times l \times t}{3} \times 500 \\
 &= \frac{172 \times 2,8}{3} \times 500 \\
 &= 80267 \text{ BTU}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan AC untuk ruang lobby adalah 80.260 BTU sehingga kapasitas AC yang terpasang harus lebih besar atau sama dengan hasil rumus kebutuhan AC sesuai dengan spesifikasi AC yang dijual dipasaran.

Berdasarkan Perhitungan AC, maka didapatkan total kebutuhan AC pada lantai 1 adalah 435400 BTU dengan daya terpasang adalah 36790 Watt dan kebutuhan AC pada lantai 2 adalah 412533 BTU dengan daya terpasang adalah 38300 watt

b. Perancangan Fan

Fan dirancang untuk memperlancar sirkulasi udara pada ruangan yang membutuhkan sirkulasi udara tetapi tidak memerlukan AC. Berikut adalah sample perhitungan fan untuk ruang arsip lantai 1 dengan ketentuan standar Air Changer Per Hour (ACH) untuk ruang arsip adalah 6:

$$CMH = ACH \times \text{Luas} \times \text{Tinggi} = 6 \times 389,5 \times 2,8 = 6544 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Maka kebutuhan CMH untuk ruang arsip lantai 1 adalah 6544 m³/jam

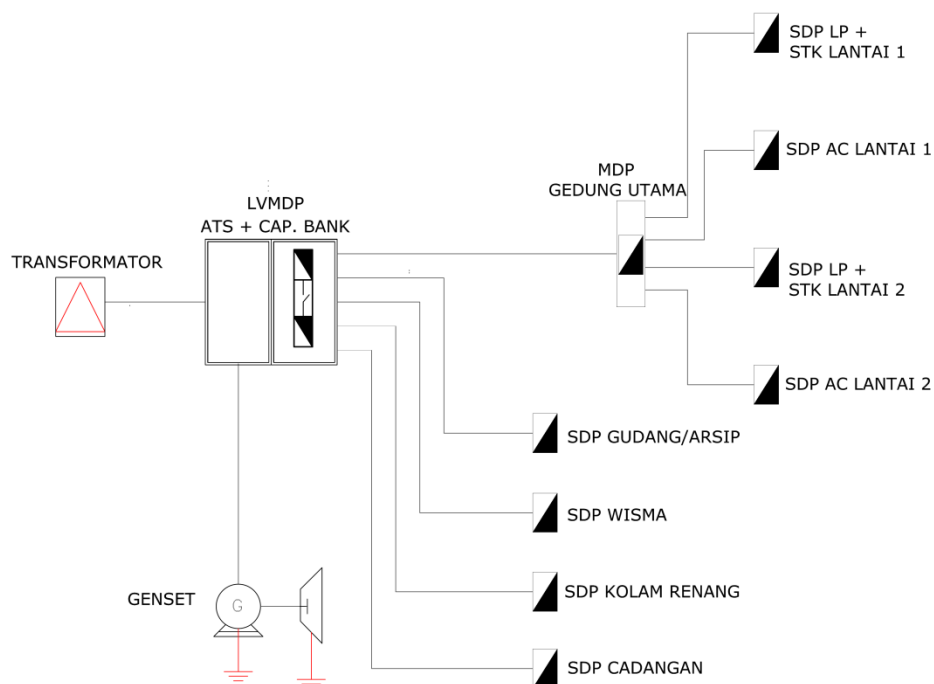
Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan kebutuhan fan lantai 1 adalah 7980 CMH dengan total daya terpasang adalah 408 watt dan kebutuhan fan lantai 2 adalah 6544 CMH dengan total daya terpasang adalah 408 watt

3.3. Perancangan Stop Kontak

Berdasarkan gambar situasi dan fungsi ruangan dan dengan mengasumsikan daya stop kontak adalah 110 watt maka didapatkan hasil perancangan kebutuhan stop kontak pada lantai 1 adalah 52 titik dengan total daya terpasang 5720 watt dan perancangan kebutuhan stop kontak pada lantai 2 adalah 22 titik dengan total daya terpasang 2420 watt

3.4. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

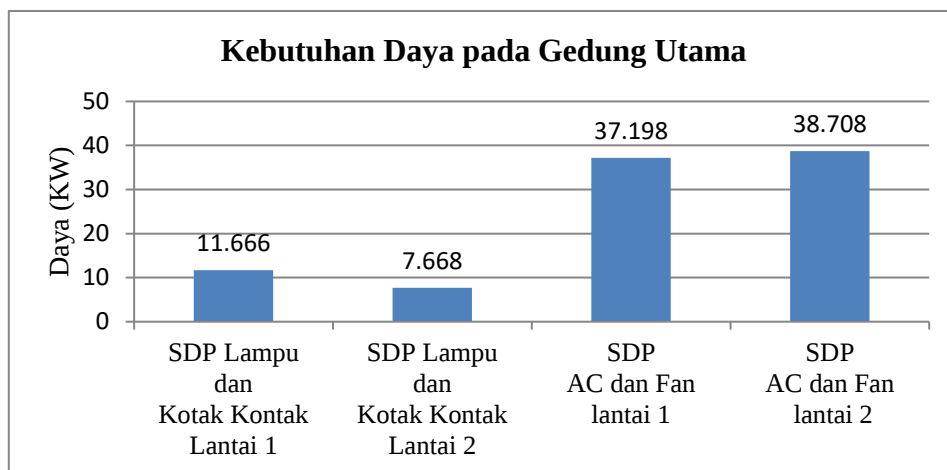
Sistem pendistribusian tenaga listrik pada gedung askrindo bersumber dari transformator dengan genset sebagai daya cadangan untuk mensupply panel LVMDP, panel LVMDP terdiri dari MDP Gedung Utama, SDP Gudang, SDP Wisma dan SDP Kolam renang. Sedangkan MDP Gedung Utama terdiri dari 4 SDP, yaitu: SDP lampu dan stop kontak lantai 1, SDP lampu dan stop kontak lantai 2, SDP AC dan fan lantai 1, SDP AC dan fan lantai 2. Untuk lebih jelasnya pendistribusian tenaga listrik pada gedung askrindo terdapat pada gambar berikut :



Gambar 5. Distribusi Tenaga listrik

3.5. Analisa Kebutuhan Daya Gedung Utama

Beban terpasang pada gedung utama meliputi beban penerangan, AC dan stop kontak dengan total beban terpasang adalah 95240 watt dengan rincian daya yang dijelaskan pada grafik berikut:



Gambar 6. Grafik kebutuhan daya pada gedung utama

Setelah diketahui daya terpasang pada gedung utama, maka dapat dianalisa kebutuhan daya maksimumnya, yaitu sebagai berikut:

Gedung Askrindo tergolong beban komersial yang memiliki factor – factor beban sebagai berikut :

- 1) Faktor kebutuhan : 90%
- 2) Faktor diversitas (F_d) : 1,1
- 3) Faktor beban : 30%
- 4) Faktor kebersamaan (F_c) : 0,9
- 5) $\cos \phi$: 0,85

$$\text{Daya maksimum} = \frac{\text{Beban terpasang (Watt)} \times \text{faktor kebutuhan}}{\frac{1}{F_c}}$$

$$\text{Daya maksimum} = \frac{95240 \times 90\%}{\frac{1}{0,9}} = 77924 \text{ watt}$$

Maka daya maksimum Gedung Utama adalah 77924 watt, angka inilah yang digunakan untuk menentukan kabel *feeder* dan gawai pengaman utama Gedung Utama.

3.6. LVMDP

Panel LVMDP terdiri dari semua beban terpasang pada gedung askrindo yaitu terdiri dari MDP Gedung Utama, SDP Gudang, SDP Wisma dan SDP Kolam renang dengan rincian ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Data beban terpasang pada LVMDP

MDP	Total Beban (VA)
MDP Gedung Utama	91.675
SDP Gudang	7.700
SDP Wisma	3.500
SDP Kolam Renang	16.500
Total beban terpasang	119.375

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan total daya terpasang pada gedung askrindo adalah 119375 VA. Maka dapat dihitung penghantar dan gawai proteksinya, yaitu sebagai berikut:

a. Arus Nominal : $\frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{119573}{\sqrt{3} \times 380} = 181,4 \text{ A}$

b. KHA = $125 \% \times I_n : 226,7 \text{ A}$

Dengan mempertimbangan potensi perkembangan dan bertambahnya kebutuhan daya, maka kabel penghantar yang digunakan adalah NYFGbY 4 x 95 mm² dan gawai pengaman menggunakan MCCB 200 A 4 pole.

c. Kabel Grounding

1) Jenis kabel grounding yang dipilih (sesuai PUIL 2000) adalah BCC (Bare Copper Conductor) Inti 1

2) Luas penampang (AGrounding) = $\frac{1}{2} \text{ AFeeder}$ (untuk A Feeder >35mm²) Maka, AGrounding = 50 mm²

3.7. Analisa Drop Voltage

a. Perhitungan Drop Voltage

Jarak transformator dengan panel panel distribusi berkisar dari 11 sampai dengan 1 meter, maka dibutuhkan perhitungan drop voltage untuk mengetahui apakah drop voltage masih dibawah batas maksimal ketentuan PUIL 2010 yaitu 5%. Sebagai sample, berikut adalah perhitungan drop voltage transformator – MDP Gedung Utama yaitu sebagai berikut:

Tegangan kerja = 380 volt

Penghantar = NYY 4 x 70 mm²

Tahanan jenis (ρ) = $1,68 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$

Panjang penampang (ℓ) = 90 m

Luas Penampang (A) = 70 mm² = $70 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Hambatan (R)} &= \frac{\rho \times \ell}{A} \\ &= \frac{1,68 \times 10^{-8} \times 90}{70 \times 10^{-6}} \\ &= 0,022 \Omega \end{aligned}$$

Arus bolak balik 3 fasa (I)= 139,3 A

Turun tegangan pada penghantar :

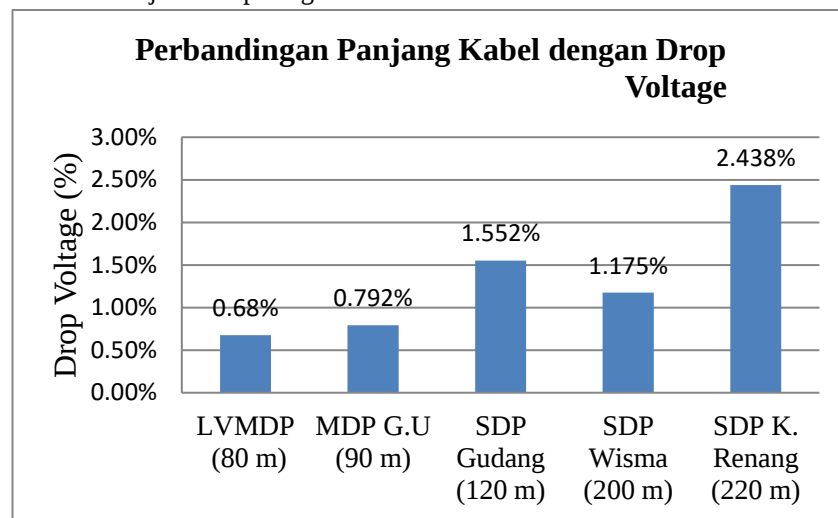
$$\begin{aligned}\Delta V &= I \times R \\ &= 139,3 \times 0,022 \\ &= 3,01 \text{ volt}\end{aligned}$$

Presentase turun tegangan :

$$\begin{aligned}(\% \Delta V) &= \frac{\Delta V}{V} \times 100 \% \\ &= \frac{3,01}{380} \times 100 \% \\ &= 0,792 \%\end{aligned}$$

Presentase drop voltage dari transformator ke panel MDP gedung utama adalah 0,792 %, nilai tersebut masih dibawah batas maksimal drop voltage yang ditentukan PUIL yaitu 5%.

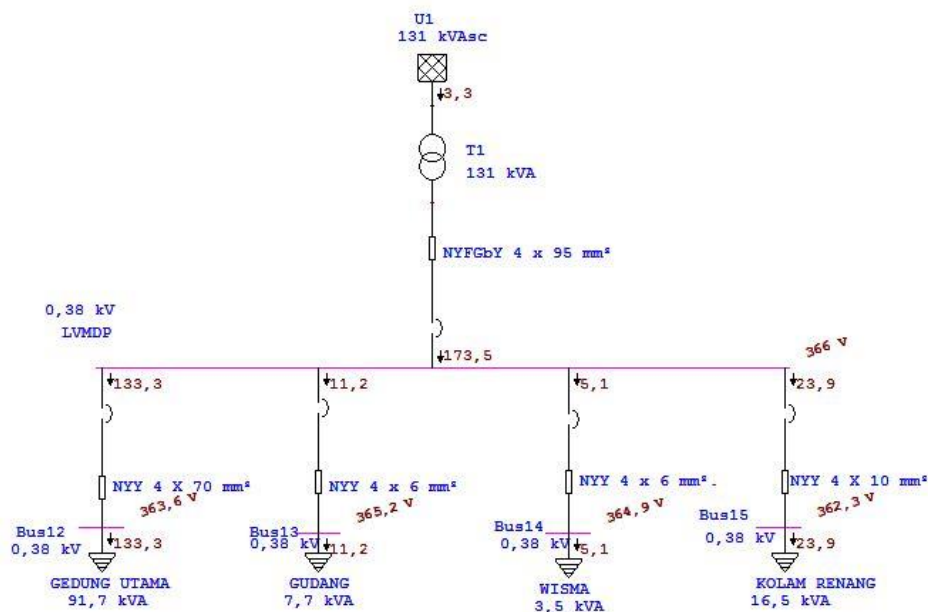
Perbandingan panjang penghantar dengan drop voltage antara transformator dengan panel – panel distribusi akan dijelaskan pada grafik berikut:



Gambar 7. Grafik perbandingan panjang kabe dengan drop voltage

b. Simulasi

Simulasi drop voltage menggunakan software etap menghasilkan load flow sebagai berikut:



Gambar 8. Analisa drop voltage menggunakan etap

Dari hasil simulasi etap diatas dan dibandingkan dengan perhitungan, didapatkan presentasi drop voltage sebagai berikut:

Tabel 2. Drop Voltage hasil simulasi etap

Beban	Drop voltage	
	Simulasi etap	Perhitungan
Transformator – LVMDP	3,6 %	0,68 %
Transformator – MDP Gedung Utama	4,3 %	0,792 %
Transformator – SDP Gudang	3,8 %	1,552 %
Transformator – SDP Wisma	3,9 %	1,175 %
Transformator – SDP Kolam renang	4,65%	2,438 %

Hasil simulasi etap dengan hasil perhitungan *drop voltage* memiliki selisih yang cukup signifikan, tetapi *drop voltage* hasil perhitungan maupun hasil simulasi etap masih memenuhi standar yaitu kurang dari 5%.

3.8. Perancangan Kapasitor Bank

Faktor daya yang bagus adalah factor daya yang mendekati 1 agar mengurangi kerugian daya akibat factor daya yang buruk yang dapat mengakibatkan naiknya biaya listrik, maka harus dilakukan perbaikan factor daya sebagai berikut:

$$\text{Daya Semu (S)} = 119375 \text{ VA}$$

$$\cos \phi \text{ awal} = 0,85$$

$$\text{Daya Aktif (P)} = S \times \cos \phi = 119375 \times 0,85 = 101469 \text{ W}$$

$$\text{Daya Reaktif (Q)} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$= \sqrt{119375^2 - 101469^2} = 62885 \text{ VAR}$$

$$\cos \phi \text{ yang diinginkan} = 0,95$$

$$\text{Daya Semu 1 (S1)} = \frac{P}{\cos \phi \text{ yang diinginkan}}$$

$$= \frac{101469}{0,95} = 106809 \text{ VA}$$

$$\text{Daya Reaktif 1 (Q1)} = \sqrt{S1^2 - P^2}$$

$$= \sqrt{106809^2 - 101469^2} = 33351 \text{ VAR}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas Kapasitor Bank} &= Q - Q_1 \\ &= 62885 - 33351 = 29533 \text{ VAR}\end{aligned}$$

Kapasitor Bank yang digunakan = 30 KVAR

Nilai kapasitor bank yang dipasang untuk memperbaiki dan mencapai factor daya yang diinginkan adalah 30 KVAR.

3.9. Perencanaan Transformator dan Genset

Trafo dan Genset difungsikan sebagai penyuplai daya untuk gedung Askrindo Bogor. Untuk menentukan kapasitas trafo dan genset adalah sebagai berikut :

- Beban normal maksimum (S) setelah ditambahkan kapasitor bank = 106809 VA
- Kapasitas minimal trafo dan genset = 106809 VA + 15 % = 122830 VA
- Kapasitas daya trafo PLN yang dijual oleh PLN (berdasarkan brosur) = 131 KVA
- Kapasitas genset yang digunakan (berdasarkan brosur) = 250 KVA

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan perhitungan total kebutuhan beban pada gedung utama, didapatkan rincian sebagai berikut:
 - Beban penerangan : 11.194 watt
 - Beban stop kontak : 8.140 watt
 - Beban AC dan fan : 75.906 watt
- Dengan menggunakan factor kebutuhan 90% dan factor diversitas 1,1 maka didapatkan kebutuhan beban maksimum panel MDP gedung utama sebesar 77924 watt
- Total beban panel LVMDP Gedung askrindo adalah 119375 VA sehingga menggunakan kabel feeder NYFGbY 4 x 95 mm² dan pengaman utama yaitu MCCB 200 A 4 pole
- Faktor daya awal diasumsikan 0,85 dan faktor daya yang diinginkan adalah 0,95 maka dipasang kapasitor bank sebesar 30 KVAR untuk menghasilkan nilai faktor daya yang diinginkan.
- Kapasitas kapasitas daya trafo yang dipasang sesuai dengan ketentuan PLN adalah 131 kVA dan kapasitas genset yang dipasang sesuai dengan brosur dan dengan pertimbangan beban emergensi tambahan seperti suatu acara berskala besar maka dipilih genset dengan kapasitas 250 kVA
- Nilai drop voltage dari trafo ke panel SDP kolam renang dengan panjang kabel 200 m dengan menggunakan perhitungan adalah 2,438%, sedangkan dengan menggunakan simulasi etap adalah 4,65%. Kedua nilai tersebut memiliki selisih yang cukup signifikan tetapi masih dibawah batas maksimal ketentuan drop voltage sesuai PUIL 2000 yaitu 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen.(2018).Penataan dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik Unsrat 2017. Jurnal Teknik Elektro,7(3): 207-218.
- Valenti,saidila.(2012).Perancangan Instalasi Listrik Gedung Clubhouse di Dago Bandung,Skripsi.Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hasanah,Nur.(2017).Pengukuran Iluminasi penerangan Lampu FL Pada Ruang Perkuliahan.*Jurnal Sains dan Teknologi*.7(2):1-7.
- Rahma,Sielvya.(2018).Analisis Intensitas Konsumsi Energi RS Medirossa Cikarang.*Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2(1): 20-3.
- Fitriana,Saghifa.(2019).Analisa menentukan rekomendasi penyejuk udara yang tepat menggunakan metode moora .*Jurnal Evolusi*, 7(1): 89-95.
- Januar,Akbar.(2017).Studi Evaluasi Perencanaan Kebutuhan Daya Pada Instalasi Listrik Di Gedung Harco Glodok Jakarta. Universitas Pakuan Bogor.
- Sugianto,Abdul Mu'is.(2017).Perencanaan Sistem Distribusi Listrik Pelaksanaan Proyek Apartemen.Sinusoida,19(2): 69-77.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik.Sandar Nasional Indonesia.2011.

Perhitungan Faktor Beban Terhadap Jenis Konsumen Rumah Tangga Dan Industri Di Wilayah Musi Banyuasin

Fajar Arifin¹, M. Taufiq Tamam²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 07 Januari 2021
Direvisi, 20 Maret 2021
Diterima, 1 Juni 2021

Kata Kunci:

Prediksi Faktor beban,
Pelanggan rumah tangga,
Pelanggan industri

Keyword:

Load factor prediction,
household customers, industrial
customers.

INTISARI

Faktor beban adalah perbandingan besarnya beban rata-rata untuk selang waktu tertentu terhadap beban puncak dalam selang waktu yang sama. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui seberapa besar nilai beban rata-rata dan nilai beban puncak kemudian mencari nilai faktor beban yang terjadi di sektor rumah tangga dan industri di wilayah Musi Banyuasin dan melakukan perbandingan faktor beban antara jenis konsumen rumah tangga dan jenis konsumen industri. Metode yang digunakan adalah dengan menghitung rata-rata pemakaian beban konsumen dari P.T. Muba Electric Power selama satu bulan dan menghitung faktor bebannya. Hasil dari evaluasi dan perhitungan didapat faktor beban pada bulan Juli 2020, faktor beban pada sektor industri terbesar pada konsumen 105600 VA sebesar 55,766%, untuk yang terkecil pada konsumen 53000 VA sebesar 2,22%. Kemudian faktor beban pada sektor rumah tangga terbesar pada konsumen 4400 VA sebesar 29,726% sedangkan untuk terkecil di konsumen 6600 VA sebesar 11,14%. Dari hasil analisis perhitungan, bahwa faktor beban pada jenis konsumen rumah tangga dan jenis konsumen industri terbilang masih kecil, masih perlu ditambahkan lagi pelanggan/konsumen di sektor rumah tangga maupun di sektor industri agar daya yang disediakan tidak terbuang sia-sia. Sehingga daya yang disediakan oleh pihak PT MEP dapat digunakan secara efisien dan maksimal.

ABSTRACT

The load factor is the ratio of the average load for a certain time to the peak load in the same time interval. The purpose of this research is to find out how much the average load value and the peak load value, then to find the value of the load factor that occurs in the household and industrial sectors in the Musi Banyuasin area and to compare the load factors between the types of household consumers and the types of industrial consumers. The method used is to calculate the average consumer load usage from P.T. Muba Electric Power for one month and calculates the load factor. The results of the evaluation and calculations obtained the load factor in July 2020, the load factor in the largest industrial sector at 105 600 VA consumption was 55.766%, for the smallest at 53000 VA consumption was 2.22%. Then the load factor in the largest household sector was 4400 VA consumption at 29.726%, while for the smallest consumption was 6600 VA at 11.14%. From the results of the calculation analysis, that the load factor on the types of household consumers and the types of industrial consumers is still relatively small, it is still necessary to add more customers / consumers in the household sector as well as in the industrial sector so that the power provided is not wasted. So that the power provided by P.T. MEP can be used efficiently and optimally.

Korespondensi Penulis:

Fajar Arifin
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. K.H. Ahmad Dahlan Kembaran Banyumas 53182
Email: fajar.arifin226@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kondisi penyediaan tenaga listrik di Pulau Sumatera mencakup kondisi sistem tenaga listrik di wilayah daratan dan kepulauan Sumatera. Total kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik pada tahun 2018 sekitar 13.417 MW yang terdiri dari pembangkit PT PLN (Persero) sekitar 7.656 MW, IPP sekitar 2.368 MW, PPU sekitar 844 MW, Pemerintah sekitar 10 MW dan IO Non BBM sekitar 2.539 MW. Panjang jaringan transmisi di Pulau Sumatera adalah sekitar 16.888 kms dan gardu induk sekitar 386 unit dengan total kapasitas sekitar 23.358 MVA. Panjang jaringan distribusi tenaga listrik sebesar 248.236 kms dan gardu distribusi berjumlah 105.929 unit dengan total kapasitas 10.604 MVA. Adapun konsumsi tenaga listrik termasuk konsumsi di luar wilayah usaha PT PLN (Persero) mencapai sekitar 47 TWh [1].

Sistem distribusi memiliki tujuan utama, yaitu menyalurkan listrik dari gardu induk ke pelanggan. Faktor utama dalam perancangan sistem distribusi, yaitu karakteristik di berbagai beban. Karakteristik beban listrik pada suatu gardu induk tergantung pada jenis beban yang dilayaninya. Karakteristik beban mempunyai peranan penting dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian, analisis rugi-rugi dan menentukan kapasitas pembebanan pada suatu gardu induk. Faktor yang menentukan karakteristik beban diantaranya faktor beban, faktor beban harian, faktor beban harian rata-rata, dan faktor penilaian beban. Faktor beban merupakan penyederhanaan penting dari suatu data penggunaan energi listrik dan tergantung pada rasio permintaan rata-rata terhadap permintaan puncak [2].

Ismarala (2018) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa nilai faktor beban terbesar pada jenis pelanggan R1/450 VA yaitu 27,96 %. Nilai daya rata-rata terbesar yaitu 17.534.660,80 kW pada jenis pelanggan R1 M/900 VA dan nilai beban puncak 9 terbesar yaitu 103.548.960 kW pada jenis pelanggan R1 M/900 VA. Nilai faktor beban terendah pada jenis pelanggan R1/900 VA adalah 30,90 %. Nilai daya rata-rata terendah pada jenis pelanggan R3/6600 VA ke atas, yaitu 1.978.028, sedangkan nilai beban puncak terendah pada jenis pelanggan R3/6600 VA yaitu 11.701.840 [3].

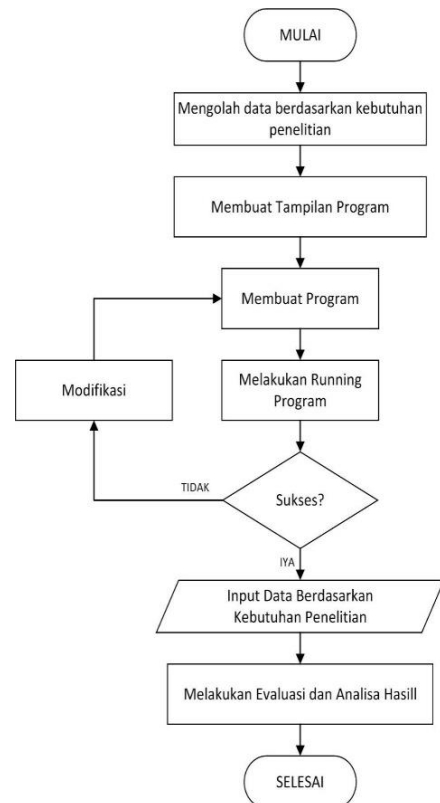
Mahardiko (2019) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa semakin besar faktor beban yang dihasilkan maka semakin baik sehingga daya yang diberikan PLN terpenuhi dan sebaliknya. Faktor beban pada sektor industri masih sangatlah kecil bahkan dapat dilihat pada hasil perhitungan dari yang terbesar 58,8% dan yang terkecil 10,4%. Diantara hasil perhitungan di atas faktor beban pada pelanggan industri I.3 < 200 KVA memiliki faktor beban yang lebih baik dari golongan lainnya. Mengenai berapa banyak sedikit faktor beban tergantung pada daya yang diberikan oleh pihak penyedia dan jumlah konsumsi KWH [4].

2. METODE PENELITIAN

Gambar 1 menjelaskan diagram alir penelitian yang digunakan sedangkan Gambar 2 menjelaskan diagram alir pengolahan data.



Gambar 1 Diagram Alir Proses Penelitian



Gambar 2 Diagram Alir Program MATLAB

Berdasarkan dari data-data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif persentase untuk memberi deskripsi atau pembahasan dari hasil penelitian yang dilakukan yang masih bersifat data kuantitatif sehingga diperoleh gambaran kualitatif dari hasil penelitian. Penelitian ini menggunakan cara perhitungan menggunakan aplikasi MATLAB. Dalam penelitaian ini rumus yang dipergunakan adalah:

$$f_{\text{faktor beban}} = \frac{\text{beban rata-rata}}{\text{beban puncak}} \dots\dots\dots(1)$$

Faktor beban dihitung dengan menggunakan rumus faktor beban pada persamaan 1, faktor beban dapat dihitung mulai dari periode harian, bulanan maupun tahunan. Beban rata-rata dan beban puncak mempunyai satuan kilowatt, kilovolt-ampere, ampere dan sebagainya, satuan dari keduanya harus sama. Faktor beban harian tergantung pada daerah pembebanan dan tergantung pada keadaan cuaca. Faktor beban harian rata-rata merupakan faktor perhitungan rata-rata dari total beban selama satu tahun. Faktor penilaian adalah faktor yang memberikan gambaran mengenai karakteristik beban, baik dari segi kuantitas, pembebanannya maupun dari segi kualitasnya. Faktor-faktor ini sangat berguna dalam menentukan karakteristik beban untuk masa yang akan datang atau dalam menentukan efek pembebanan terhadap kapasitas sistem secara menyeluruh. Demand adalah rata-rata beban pada terminal penerima pada selang waktu tertentu [5].

Beban maksimum adalah beban rata-rata terbesar yang terjadi pada suatu interval demand tertentu. Jadi maximum demand ditentukan untuk waktu tertentu dari suatu interval waktu tertentu, misal maximum demand 1 jam pada T = 24 jam, berarti besarnya beban rata-rata terbesar untuk interval waktu T = 24 jam. Definisi dari faktor beban ini dapat dituliskan dalam persamaan 2.

$$\text{beban rata - rata} = \frac{\text{konsumsi listrik dalam periode tertentu}}{\text{waktu penggunaan dalam periode tertentu}} \dots\dots(2)$$

Beban puncak (Pmax) adalah nilai terbesar dari pembebanan sesaat pada suatu interval demand tertentu, dituliskan dalam persamaan 3.

$$\text{beban puncak (pp)} = P \times \cos \theta \dots\dots\dots(3)$$

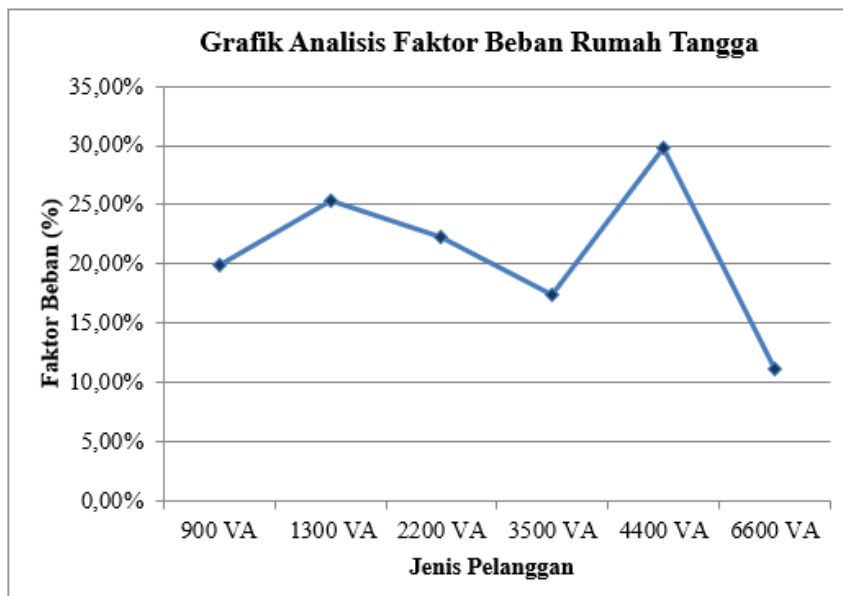
Keterangan:

P = Daya Listrik (VA)

Cos θ = Faktor daya (0,8)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

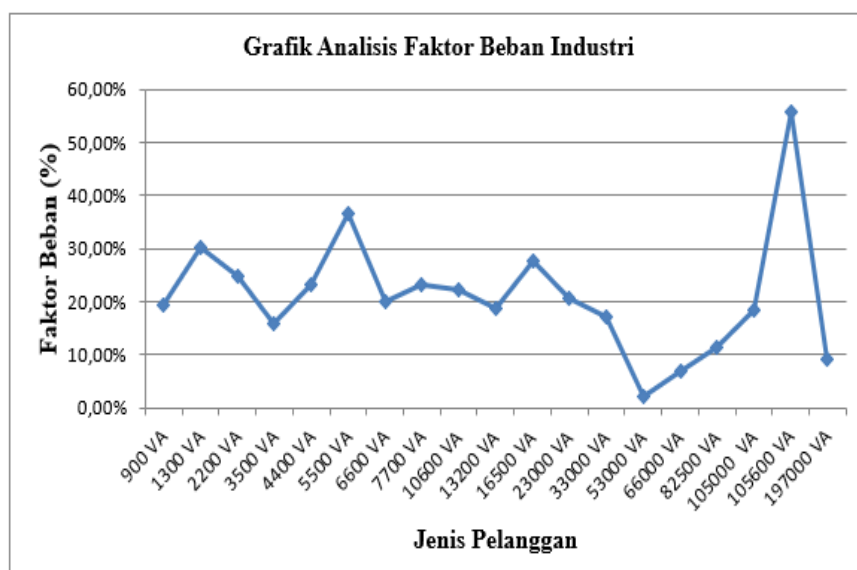
Hasil Faktor Beban Pelanggan Rumah Tangga



Gambar 3 Grafik Perbandingan Faktor Beban Pada Pelanggan Rumah Tangga

Data tersebut menyatakan nilai faktor beban bagi konsumen R1 (900 VA) sejumlah 19,894 %, nilai beban rata-rata 6.486,6278 kW, nilai beban puncak 32.605.200 kW. Nilai faktor beban bagi konsumen R1 (1300 VA) sejumlah 25,3343 %, nilai beban rata-rata 273,4889 kW, nilai beban puncak 1.079.520 kW. Nilai faktor beban konsumen R1 (2200 VA) sejumlah 22,0528 %, nilai beban rata-rata 58,2194 kW, nilai beban puncak 264.000 kW. Nilai faktor beban konsumen R1 (3500 VA) sejumlah 17,3907 %, nilai beban rata-rata 2,4347 kW, nilai beban puncak 14.000 kW. Nilai faktor beban konsumen R1 (4400 VA) sejumlah 29,7259 %, nilai beban rata-rata 8,3708 kW, nilai beban puncak 28.180 kW. Nilai faktor beban konsumen R2 (6600 VA) sejumlah 11,1402 %, nilai beban rata-rata 1,1764 kW, nilai beban puncak 10.560 kW.

Hasil Faktor Beban Pelanggan Industri



Gambar 4 Grafik Perbandingan Faktor Beban Pada Pelanggan Industri

Nilai faktor beban bagi tertinggi terjadi pada konsumen R2 (105600 VA) sejumlah 55,766 %, dengan nilai beban rata-rata 47,1111 kW dan nilai beban puncak 84.480 kW. Sedangkan nilai faktor beban terendah pada konsumen R2 (53000 VA) sejumlah 2,2209 % dengan nilai beban rata-rata 1.8833 kW dan nilai beban puncak 84.800 kW.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil evaluasi dan analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Nilai faktor beban terbesar pada jenis pelanggan Rumah Tangga yaitu R2/4400 VA yaitu 29,7259 %. Nilai daya rata-rata terbesar yaitu 6.486,6278 kW pada jenis pelanggan R1/900 VA dan nilai beban puncak terbesar yaitu 32.605.200 kW pada jenis pelanggan R1/900 VA.
- b. Nilai faktor beban terkecil pada jenis pelanggan Rumah Tangga R2/6600 VA adalah 11,1402 %. Nilai daya rata-rata terendah pada jenis pelanggan R2/6600 VA yaitu 1,1764 kW sedangkan nilai beban puncak terendah pada jenis pelanggan R2/6600 VA yaitu 10560 kW.
- c. Nilai faktor beban terbesar pada jenis pelanggan industri yaitu R2/105600 VA yaitu 55,766 %. Nilai daya rata-rata terbesar yaitu 123,6833 kW pada jenis pelanggan R2/10600 VA dan nilai beban puncak terbesar yaitu 559.680 kW pada jenis pelanggan R2/10600 VA.
- d. Nilai faktor beban terkecil pada jenis pelanggan Industri R2/53000 VA adalah 2,2209 %. Nilai daya rata-rata terendah pada jenis pelanggan R2/53000 VA yaitu 1,8833 kW sedangkan nilai beban puncak terendah pada jenis pelanggan R1/1300 VA yaitu 15600 kW.
- e. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin besar nilai faktor beban yang dihasilkan maka semakin baik sehingga daya yang diberikan PT MEP terpenuhi dan sebaliknya.
- f. Dari hasil penelitian didapat bahwa nilai suatu faktor beban tergantung pada daya yang diberikan oleh pihak penyedia dan jumlah konsumsi KWH.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KEPMEN ESDM). (2019). Rencana umum ketenagalistrikan nasional tahun 2019 sampai dengan tahun 2038.
- [2] Sen, T. (2010). Electrical and Production Load Factors. Texas A&M University.
- [3] Ismarala, M. N. Sultan, A. R. (2018). Analisis faktor beban tenaga listrik di PLN area Makassar Selatan dengan objek pelanggan rumah tangga. Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- [4] Mahardiko, R. D. (2019). Evaluasi perhitungan faktor beban tenaga listrik pada sektor industri di wilayah Surakarta. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [5] Turan, Gonen. (1986). Electric Power Distribution Sistem Engineering. New York: McGraw-Hill Book Company.

Perbandingan Perbaikan Sistem Pentanahan Instalasi Listrik Dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi Dan Sistem Pentanahan Arang-Garam (Sigarang)

Ibnu Muhammad Nur¹, Itmi Hidayat Kurniawan², Winarso³

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 27 Januari 2021
Direvisi, 2 Maret 2021
Diterima, 2 Juni 2021

Kata Kunci:

Perbaikan pentanahan
Arang-garam (SIGARANG)
Bentonit aktivasi

INTISARI

Sistem pentanahan pada sistem tenaga listrik bertujuan untuk meminimalkan tegangan lebih akibat adanya petir atau sistem switching. Sistem pentanahan yang baik adalah sistem pentanahan yang memiliki resistansi tanah yang kecil. Tujuan dari penelitian adalah membandingkan pentanahan mana yang paling rendah resistansi tanahnya. Penelitian tahanan tanah ini dilakukan di dua lokasi dengan struktur jenis tanah yang berbeda yaitu di struktur tanah kering dan struktur tanah sawah. Metode perbaikan tahanan tanah dengan cara menambahkan media arang-garam (SIGARANG) dan media bentonit aktivasi. Elektroda yang digunakan adalah *single rod* dan *triple rod*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai tahanan tanah di lokasi tanah kering tanpa perbaikan menghasilkan nilai rata-rata 58,7 Ω untuk *single rod* dan 19,6 Ω untuk *triple rod*, dengan metode arang-garam menghasilkan nilai rata-rata 38,6 Ω dan 17,6 Ω untuk *single rod* dan *triple rod*, menggunakan bentonit aktivasi menghasilkan nilai rata-rata 40,1 Ω dan 18,3 Ω untuk *single rod* dan *triple rod*. Pada lokasi tanah sawah nilai tahanan tanah tanpa perbaikan menghasilkan nilai rata-rata 11,6 Ω untuk *single rod* dan 4,2 Ω untuk *triple rod*, dengan metode SIGARANG menghasilkan nilai rata-rata 8,4 Ω dan 4,1 Ω untuk *single rod* dan *triple rod*. Menggunakan bentonit aktivasi menghasilkan nilai rata-rata 9,3 Ω dan 4,1 Ω untuk *single rod* dan *triple rod*. Hasil akhir dari penelitian ini adalah bahwa sistem pentanahan menggunakan garam-arang nilai resistansi lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan bentonit aktivasi dan pentanahan tanpa perbaikan dengan persentase yaitu 64,7%-72,4%.

ABSTRACT

Keyword:

Repairing grounding system
charcoal-salt (SIGARANG),
activated bentonite

The grounding system in the electric power system aims to minimize overvoltage due to lightning or the switching system. A good grounding system is a grounding system that has a small soil resistance. The aim of the study was to compare which grounding had the lowest soil resistance. This soil resistance study was conducted in two locations with different soil types, namely dry soil and paddy soil structures. The method of improving soil resistance by adding charcoal-salt media (SIGARANG) and activated bentonite media. The electrodes used are *single rod* and *triple rod*. Based on the research results, it is found that the value of soil resistance in dry soil locations without improvement produces an average value of 58.7 Ω for *single rod* and 19.6 Ω for *triple rod*, with the charcoal-salt method yields an average value of 38.6 Ω and 17, 6 Ω for *single rod* and *triple rod*, using activated bentonite yields an average value of 40.1 Ω and 18.3 Ω for *single rod* and *triple rod*. At paddy field locations, the soil resistance value without improvement results in an average value of 11.6 Ω for *single rod* and 4.2 Ω for *triple rod*, With the SIGARANG method it produces an average value of 8.4 Ω and 4.1 Ω for *single rod* and *triple rod*. Using activated bentonite yields an average value of 9.3 Ω and 4.1 Ω for *single rod* and *triple rod*. The final result of this study is that the grounding system using charcoal-salt resistance value is smaller than using activated bentonite and grounding without improvement with a percentage of 64.7% -72.4%.

Korespondensi Penulis:

Ibnu Muhammad Nur
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuwaluh, Purwokerto, 53182
Email: ibnu2424@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sistem pentanahan yang baik adalah sistem pentanahan yang memiliki resistansi tanah yang kecil. Semakin kecil nilai resistansi dari grounding tersebut maka kualitas grounding semakin baik, karena arus gangguan listrik akan lebih mudah mengalir ke tanah melalui tempat yang memiliki hambatan sekecil mungkin. Nilai standar yang sering dipakai adalah maksimal 5 Ohm dilakukan dengan menggunakan alat ukur *earth tester* dan daerah yang resistansi resistansi jenis tanahnya sangat tinggi, resistansi pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 Ohm [1].

Resistivitas pada tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa penyebab seperti jenis tanah itu sendiri, komposisi kimia pada tanah, kelembaban udara, konsentrasi garam yang terlarut dalam air pada tanah, temperatur pada tanah, kepadatan dan tekanan tanah. Dengan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi resistivitas tanah maka dengan perkembangan teknologi saat ini ditemukan beberapa metode untuk perbaikan sistem pentanahan yang berguna untuk menurunkan nilai resistansi pada tanah.

Alternatif yang pertama adalah dengan sistem pentanahan yang dimodifikasi dengan campuran arang dan garam diharapkan akan memperbaiki sistem pentanahan instalasi listrik. Alternatif yang kedua adalah dengan sistem pentanahan yang dimodifikasi dengan pemberian bentonit yang telah teraktivasi yang diharapkan dapat memperbaiki sistem pentanahan instalasi listrik.

SIGARANG (Sistem *grounding* arang-garam) adalah suatu sistem pentanahan menggunakan arang dan garam. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan perhitungan terhadap data resistivitas tanah yang telah diberikan perlakuan fisik berupa penambahan air, garam dan arang yang bertujuan untuk mencari nilai resistivitas yang rendah dari tanah tersebut. Penelitian karakteristik tanah ini dilakukan dengan penambahan air, arang dan larutan garam dan mengikuti beberapa langkah [2].

Menurunkan tahanan pentanahan dengan cara menambahkan bentonit kedalam tanah, tetapi sebelum digunakan bentonit terlebih dahulu diaktivasi. Aktivasi bentonit ini berfungsi untuk memurnikan bentonit dari pengotornya. Lalu untuk meningkatkan daya serap dilakukan modifikasi pada bentonit dengan cara pilarisasi. Bentonit terpillar memiliki kestabilan termal, luas permukaan yang besar, dan sifat menyerap secara mikro atau meso. Aktivasi bentonit dilakukan dengan menjadikan bentonite terpillar ferri oksida (Fe_2O_3). Bentonit yang telah teraktivasi ditanam bersama batang elektroda [3].

Menurunkan tahanan pentanahan dengan cara lain adalah menggunakan banyak elektroda. melakukan Penelitian terkait Pengaruh Panjang Elektroda Sangkar Delta pada Nilai Resistansi Pentanahan di Lokasi Sempit. Penelitian ini menggunakan metode yaitu elektroda sangkar delta dengan sisi 1 meter, dengan tiga batang dan enam batang penyusun 0,5 m, 1 m, dan 1,5 m (diameter 10 mm) mengelilingi satu elektroda batang silinder pejal dengan panjang 1,5 meter. [4]

Pada ketiga penelitian yang sudah pernah dilakukan yang terdiri dari penelitian perbaikan sistem pentanahan menggunakan bentonit teraktivasi, perbaikan sistem pentanahan menggunakan arang-garam dan perbaikan sistem pentanahan menggunakan sangkar delta. Maka dapat di ketahui masing-masing penelitian tersebut dapat menurunkan nilai resistansi pentanahan. Penelitian menggunakan bentonit teraktivasi menurunkan nilai resistansi 79,44%-85,07%, menggunakan arang-garam menurunkan nilai resistansi 65%-75%, dan menggunakan metode batang penyusun sangkar delta menurunkan nilai resistansi 44,44%.

Pada sistem pentanahan di tanah sekitar Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto pada saat pengukuran waktu praktikum mata kuliah instalasi listrik Oktober 2019, didapatkan nilai resistansi pentanahan yang cukup tinggi yaitu 70 Ω pada satu batang elektroda, pada 2 batang elektroda yang diparalel didapatkan nilai resistansi yaitu 40 Ω . Dapat disimpulkan bahwa resistansi tanah tadi sangat jauh dari nilai standar yang di tetapkan pada PUIL 2000 yaitu sebesar 5 Ω .

Berdasarkan data terukur tersebut, dapat dilakukan untuk memperbaiki nilai tahanan pentanahan. Pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan sistem pentanahan menggunakan bentonit teraktivasi dan sistem

pentanahan arang-garam (SIGARANG). Dalam melakukan perbaikan sistem pentanahan tersebut ditambahkan juga yaitu dengan *single rod* dan *triple rod* (rod delta).

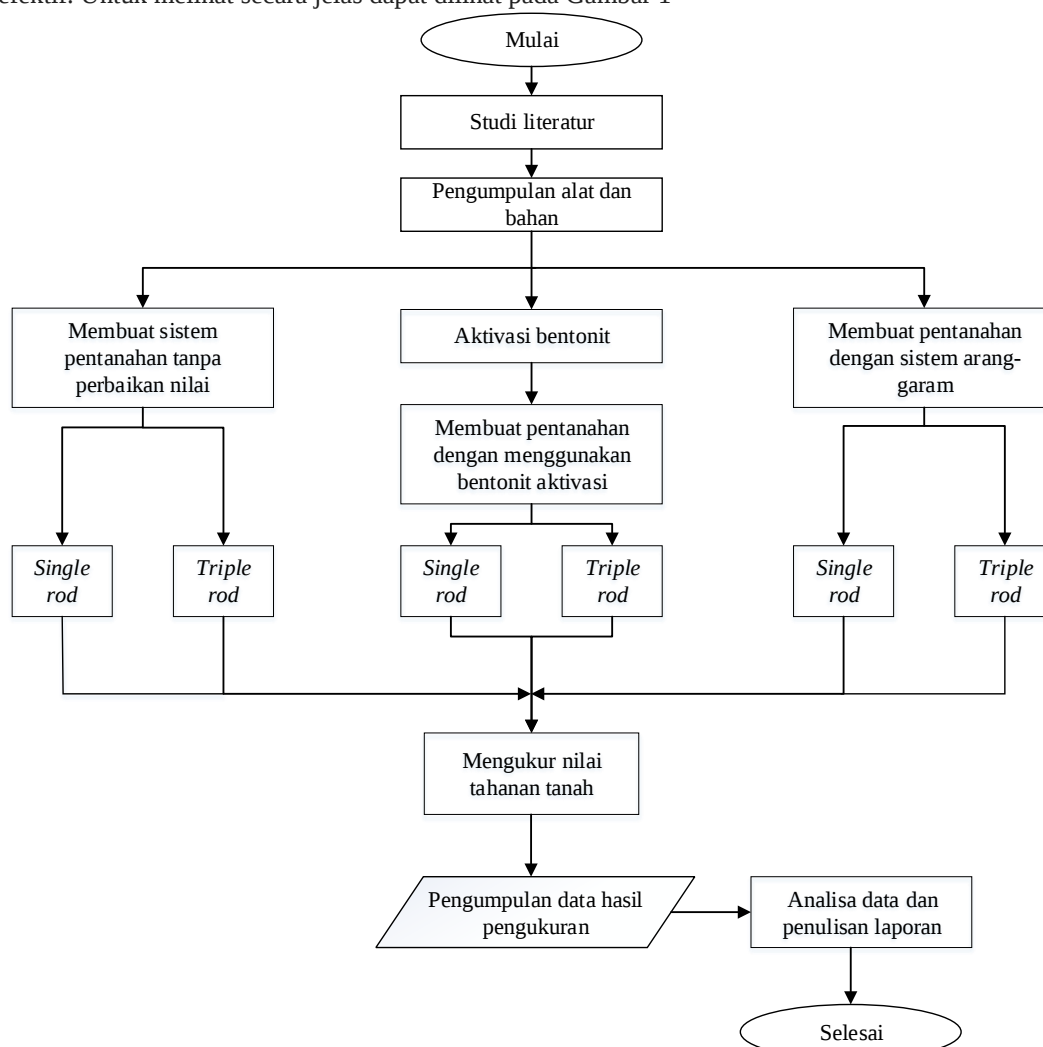
2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Untuk alat dan bahan dalam penelitian tugas akhir tentang Perbandingan Perbaikan Sistem Pentanahan Instalasi Listrik dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi dan Sistem Pentanahan Arang-Garam (SIGARANG). Untuk alat yang digunakan meliputi Laptop / *computer*, avo meter, *earth resistance tester* (satu set alat pengukuran), timbangan, lemari asam, oven, toples kaca, labu ukur dan capit buaya. Sedangkan untuk bahan yang digunakan meliputi Batang elektroda diameter 10 mm, kawat atau kabel penghantar, bentonite, arang, garam, H_2SO_4 (asam sulfat), $FeCl_3$ (ferri klorida) dan pipa galvania.

2.2. Alur Penelitian

Dalam melakukan pembuatan perbaikan sistem pentanahan pada tugas akhir ini penulis membuat rancangan jadwal pelaksanaan kegiatan, supaya penulis mampu memaksimalkan waktu agar lebih efisien dan efektif. Untuk melihat secara jelas dapat dilihat pada Gambar 1

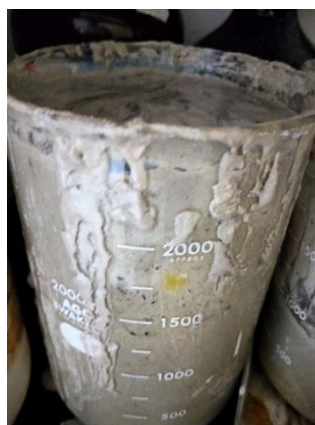


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.3. Aktivasi Bentonit

Berikut adalah tahapan untuk pengaktifasian bentonit:

- Merendam bentonit 1 kg bentonitn dalam 2 liter larutan H_2SO_4 selama 24 jam.



Gambar 2 Proses perendaman menggunakan H_2SO_4
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

- b. Mendektansi yaitu memisahkan larutan dan endapan bentonit.
- c. Mengeringkan endapan bentonit didalam oven dengan menggunakan suhu $60^\circ C$.



Gambar 3 Pengeringan dengan suhu 60°
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

- d. Menghaluskan bentonit yang telah kering.
- e. Merendam kembali bentonit yang telah kering dengan larutan pemisahanya yaitu larutan $FeCl_3$ selama 24 jam.



Gambar 4 Perendaman menggunakan $FeCl_3$
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

- f. Mendektansi kembali.
- g. Mencuci endapan dengan aquades sampai kandungan kloritnya hilang.
- h. Mengeringkan kembali dengan dimasukan ke dalam oven dengan suhu $60^\circ C$.



Gambar 5 Bentonit yang telah kering
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

- i. Menghaluskan bentonit yang telah kering dan dipanaskan pada suhu 120°C.

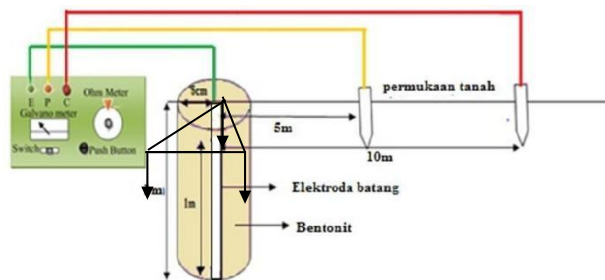
2.4. Pengujian Tahanan Tanah

a. Sistem Pentanahan Menggunakan bentonit

- 1) Membuat lubang pentanahan sebanyak 1 buah lubang untuk rod utama dan 3 buah lubang untuk rod delta.
- 2) Memasukan pipa galvania pada lubang utama, dan menanam batang elektroda sepanjang 1 meter pada pipa tersebut.
- 3) Menanam elektroda penyusun atau sangkar disekeliling elektroda utama dengan panjang sisi 1 meter berbentuk segitiga sama sisi dengan ukuran panjang elektroda masing-masing 1 meter.
- 4) Memberikan bentonit yang telah teraktivasi pada elektroda utama sebanyak 2 kg pada minggu pertama dan seterusnya 1 kg pada setiap 10 hari.
- 5) Menguji menggunakan alat ukur *earth resistance tester* model 4105. Alat ukur ini dihubungkan dengan elektroda utama dan dengan menggunakan metode 3 titik yaitu dengan menggunakan 2 elektroda bantu yang mana elektroda bantu pertama berjarak 5 meter dari elektroda utama, dan elektroda bantu kedua berjarak 10 meter dari elektroda utama.
- 6) Pengukuran dilaksanakan 30 hari, dimana setiap 10 hari 1 kg bentonit ditambahkan ke dalam lubang pentanahan elektroda utama.

b. Sistem Pentanahan Arang-Garam (SIGARANG)

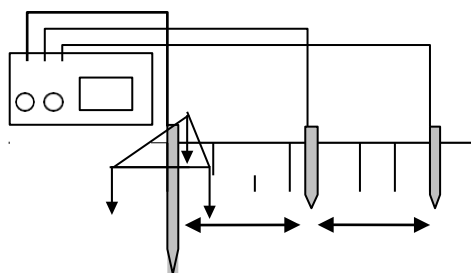
- 1) Membuat lubang pentanahan sebanyak 1 buah lubang untuk rod utama dan 3 buah lubang untuk rod delta.
- 2) Memasukan pipa galvania pada lubang utama, dan menanam batang elektroda sepanjang 1 meter pada pipa tersebut.
- 3) Menanam elektroda penyusun atau sangkar disekeliling elektroda utama dengan panjang sisi 1 meter berbentuk segitiga sama sisi dengan ukuran panjang elektroda masing-masing 1 meter.
- 4) Memberikan arang, air, dan garam dengan komposisi 1kg arang dan 0,5 kg garam setiap 10 hari pada elektroda utama.
- 5) Menguji menggunakan alat ukur *earth resistance tester* model 4105. Alat ukur ini dihubungkan dengan elektroda utama dan dengan menggunakan metode 3 titik yaitu dengan menggunakan 2 elektroda bantu yang mana elektroda bantu pertama berjarak 5 meter dari elektroda utama, dan elektroda bantu kedua berjarak 10 meter dari elektroda utama.
- 6) Pengujian dilakukan selama 30 hari.



Gambar 6 Skematik pengujian sistem perbaikan pentanahan

c. Sistem Pentanahan Tanpa Perbaikan

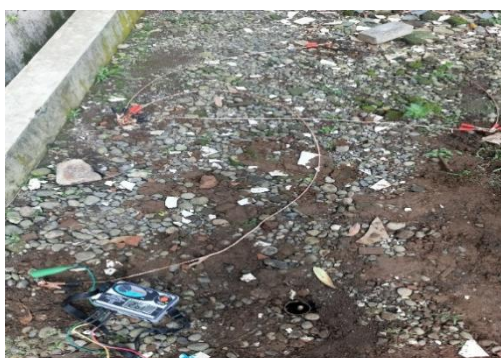
- 1) Membuat lubang pentanahan sebanyak 1 buah lubang untuk rod utama dan 3 buah lubang untuk rod delta.
- 2) Menanam batang elektroda sepanjang 1 meter pada pipa tersebut.
- 3) Menanam elektroda penyusun atau sangkar disekeliling elektroda utama dengan panjang sisi 1 meter berbentuk segitiga sama sisi dengan ukuran panjang elektroda 1,0 m, 1,0m, 1,0 m.
- 4) Menguji menggunakan alat ukur *earth resistance tester* model 4105. Alat ukur ini dihubungkan dengan elektroda utama dan dengan menggunakan metode 3 titik yaitu dengan menggunakan 2 elektroda bantu yang mana elektroda bantu pertama berjarak 5 meter dari elektroda utama, dan elektroda bantu kedua berjarak 10 meter dari elektroda utama.
- 5) Pengujian dilakukan selama 30 hari.



Gambar 7 Skematik pengujian pentanahan tanpa perbaikan

2.5. Desain Sistem

Penelitian ini dilakukan pada dua lokasi berbeda dengan desain sistem seperti berikut:



Gambar 8 Desain lokasi pertama
(Sumber: Dokumentasi pribadi)



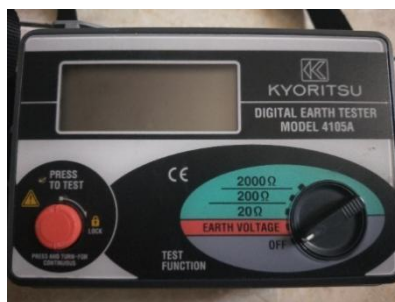
Gambar 9 Desain lokasi kedua
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pengukuran pada penelitian ini meliputi 2 tempat dan memiliki jenis kondisi tanah yaitu:

- Pada Gambar 8 bertempat di belakang Fakultas Teknik dan Sains (FTS) Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP) yang memiliki kondisi jenis tanah yaitu tanah kering dan berbatu.
- Pada Gambar 9 bertempat di Techno Park Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang memiliki kondisi jenis tanah yaitu tanah padas (tanah persawahan).

Peralatan pengukuran yang digunakan dalam proses pengukuran pada penelitian adalah KYORITSU *Digital Earth Resistance Tester*. Alat ini memiliki fungsi menampilkan nilai tahanan tanah yang terukur dan spesifikasi teknis pada alat ini, yaitu:

- Memiliki jumlah terminal 3 buah yaitu E (hijau), P (kuning) dan C (merah).
- Range pengukuran atau batas ukur untuk tahanan tanah yaitu 0 sampai 20 Ω , 0 sampai 200 Ω dan 0 sampai 2000 Ω .



Gambar 10 Kyoritsu 4105
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

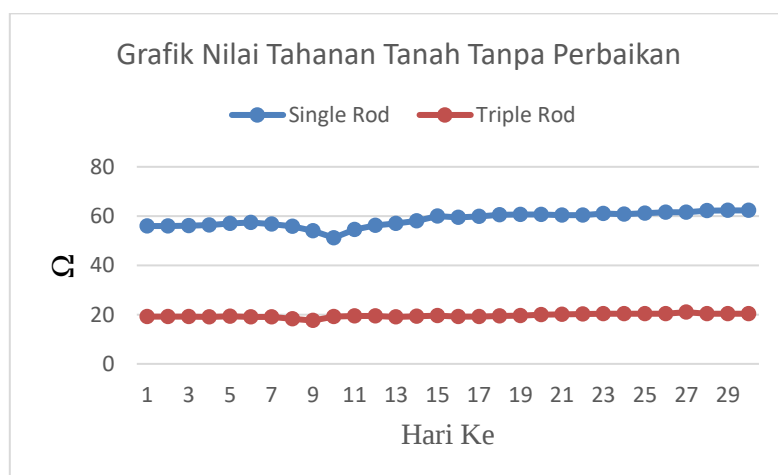
3.1. Pentanahan Tanpa Perbaikan

Pada penelitian ini sistem pentanahan dilakukan dengan pentanahan tanpa adanya perbaikan pada lokasi pertama di tanah belakang Fakultas Teknik dan Sains (FTS) Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP) dan lokasi kedua di tanah *Techno Park* Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Pengukuran dengan menggunakan alat Kyoritsu *digital earth resistance tester* dengan jarak antar probe 5 meter. Pengukuran dilakukan di hari ke 1 tanggal 16 November 2020 sampai hari ke 30 pada tanggal 15 Desember 2020. Pengukuran dilakukan pada pukul 08.00-10.00 WIB.

Tabel 1. Nilai pentanahan lokasi pertama pada tanah FTS UMP

Hari Ke	Tanpa Perbaikan		Hari Ke	Tanpa Perbaikan	
	<i>Single Rod</i>	<i>Triple Rod</i>		<i>Single Rod</i>	<i>Triple Rod</i>
1.	56 Ω	19,2 Ω	16.	59,5 Ω	19,2 Ω
2.	56 Ω	19,2 Ω	17.	59,8 Ω	19,2 Ω
3.	56,1 Ω	19,2 Ω	18.	60,5 Ω	19,4 Ω
4.	56,4 Ω	19 Ω	19.	60,6 Ω	19,6 Ω
5.	57 Ω	19,3 Ω	20.	60,6 Ω	20 Ω
6.	57,3 Ω	19 Ω	21.	60,4 Ω	20,1 Ω
7.	56,8 Ω	19 Ω	22.	60,3 Ω	20,2 Ω
8.	55,8 Ω	18,3 Ω	23.	61 Ω	20,3 Ω
9.	54 Ω	17,6 Ω	24.	60,8 Ω	20,3 Ω
10.	51,2 Ω	19,2 Ω	25.	61,2 Ω	20,3 Ω
11.	54,5 Ω	19,4 Ω	26.	61,5 Ω	20,3 Ω
12.	56,2 Ω	19,4 Ω	27.	61,5 Ω	21 Ω
13.	57 Ω	19,1 Ω	28.	62,2 Ω	20,4 Ω
14.	58,1 Ω	19,3 Ω	29.	62,3 Ω	20,4 Ω
15.	60 Ω	19,6 Ω	30.	62,3 Ω	20,4 Ω

Pada Tabel 1 dinyatakan bahwa nilai tahanan tanah pada lokasi pertama yang bertempat pada belakang Fakultas Teknik dan Sains (FTS) Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP), nilai yang dihasilkan cukup fluktuatif yang dapat dilihat pada grafik Gambar 11.



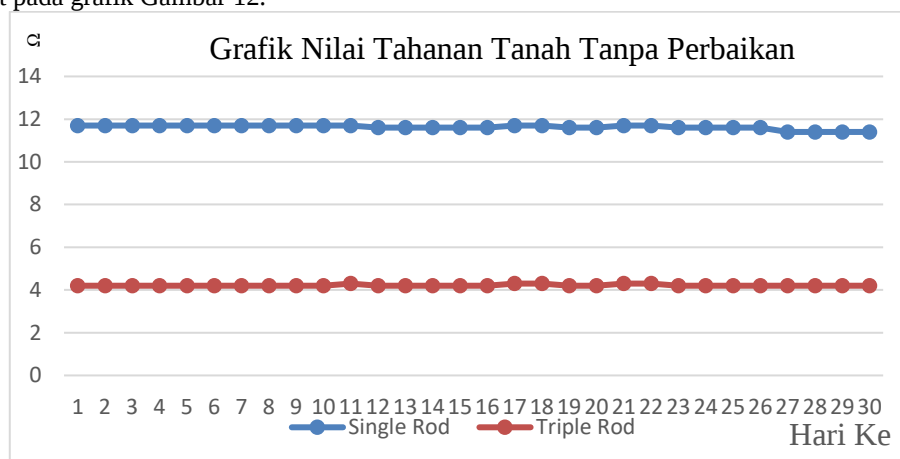
Gambar 11. Grafik nilai tahanan tanah lokasi pertama tanah FTS UMP

Tabel 2. Nilai pentanahan lokasi kedua tanah Techno Park UMP

Hari Ke	Tanpa Perbaikan		Hari Ke	Tanpa Perbaikan	
	<i>Single Rod</i>	<i>Triple Rod</i>		<i>Single Rod</i>	<i>Triple Rod</i>
1.	11,7 Ω	4,2 Ω	16.	11,6 Ω	4,2 Ω
2.	11,7 Ω	4,2 Ω	17.	11,7 Ω	4,3 Ω
3.	11,7 Ω	4,2 Ω	18.	11,7 Ω	4,3 Ω
4.	11,7 Ω	4,2 Ω	19.	11,6 Ω	4,2 Ω
5.	11,7 Ω	4,2 Ω	20.	11,6 Ω	4,2 Ω
6.	11,7 Ω	4,2 Ω	21.	11,7 Ω	4,3 Ω
7.	11,7 Ω	4,2 Ω	22.	11,7 Ω	4,3 Ω
8.	11,7 Ω	4,2 Ω	23.	11,6 Ω	4,2 Ω
9.	11,7 Ω	4,2 Ω	24.	11,6 Ω	4,2 Ω

Hari Ke	Tanpa Perbaikan		Hari Ke	Tanpa Perbaikan	
	<i>Single Rod</i>	<i>Triple Rod</i>		<i>Single Rod</i>	<i>Triple Rod</i>
10.	11,7 Ω	4,2 Ω	25.	11,6 Ω	4,2 Ω
11.	11,7 Ω	4,3 Ω	26.	11,6 Ω	4,2 Ω
12.	11,6 Ω	4,2 Ω	27.	11,4 Ω	4,2 Ω
13.	11,6 Ω	4,2 Ω	28.	11,4 Ω	4,2 Ω
14.	11,6 Ω	4,2 Ω	29.	11,4 Ω	4,2 Ω
15.	11,6 Ω	4,2 Ω	30.	11,4 Ω	4,2 Ω

Pada Tabel 2. dinyatakan bahwa nilai tahanan tanah pada lokasi kedua yang berlokasi di *Techno Park* Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP), menunjukan nilai yang dihasilkan tidak terlalu fluktuatif dapat dilihat pada grafik Gambar 12.



Gambar 12. Grafik nilai tahanan tanah lokasi kedua *techno park* UMP

Pada hasil penelitian diketahui bahwa nilai tahanan tanah tanpa adanya perbaikan hasilnya mengalami kenaikan dari hari pertama hingga hari ke tiga puluh. Ini disebabkan karena adanya cuaca yang mempengaruhi kelembaban tanah. Dari hasil tersebut dapat dilihat untuk lokasi pertama sangat fluktuatif dan cenderung naik dari hari ke hari karena tanah pada lokasi pertama merupakan jenis tanah kering dan berbatu sehingga tekstur tanah di dalamnya tidak ada air saat cuaca panas dan basah ketika cuaca hujan. Nilai pentanahan tanpa perbaikan mendapatkan kenaikan nilai 10% untuk *single rod* dan 5,9% untuk *triple rod*. Berikut ini perhitungan rata-rata nilai tahanan tanahnya, yaitu :

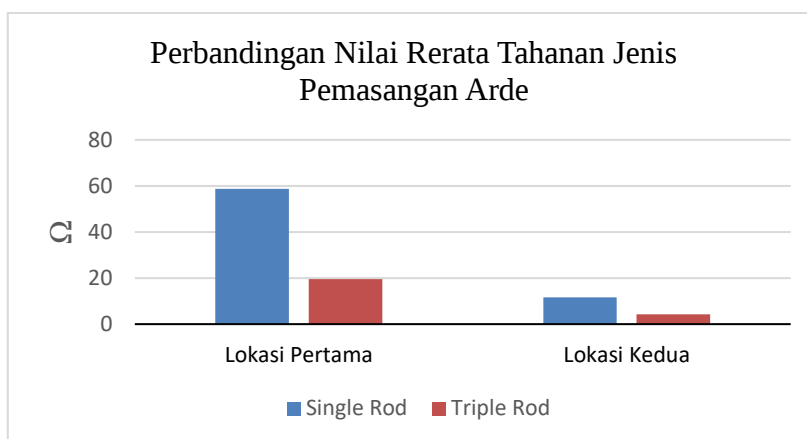
1. *Single rod*

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{\sum \text{total nilai tahanan}}{\sum \text{hari}} \\ \text{Rata-rata} &= \frac{1757,1}{30} \\ &= 58,7 \, \Omega \end{aligned}$$

2. *Triple rod*

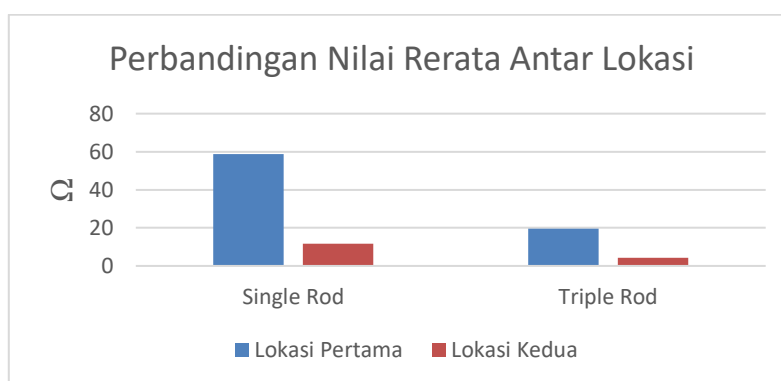
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{\sum \text{total nilai tahanan}}{\sum \text{hari}} \\ \text{Rata-rata} &= \frac{586,9}{30} \\ &= 19,6 \, \Omega \end{aligned}$$

Pada hasil penelitian di lokasi kedua diketahui bahwa nilai tahanan tanah tanpa perbaikan mengalami penurunan pada *single rod* dan pada *triple rod* nilainya fluktuatif bahkan cenderung *flat* nilainya dari hari pertama sampai hari ke tiga puluh. Ini disebabkan karena adanya kondisi tanah yang merupakan tanah wadas atau tanah persawahan yang memiliki tekstur tanah yang lembab dan berair, itu yang membuat nilai tahanan tanah tidak terlalu mengalami penurunan dan kenaikan yang tajam bahkan cenderung sama nilai tahanan dari hari ke-1 sampai hari ke-30 pada *triple rod*. Nilai persentase penurunan pada *single rod* yaitu 2,6% dan pada *triple rod* yaitu 0% (tidak ada penurunan). Dapat diartikan bahwa dengan kondisi jenis tanah persawahan yang berair maka nilai tahanan dari hari ke-1 sampai ke-30 nilainya sama saja walaupun mengalami penurunan hanya kurang dari 3%.



Gambar 13. Grafik perbandingan nilai rerata tahanan kedua lokasi

Dari Gambar 13 diperlihatkan grafik nilai rerata tahanan tanah kedua lokasi, dari lokasi pertama perbandingan antara *single rod* dan *triple rod* yaitu 19,1 Ω dan pada lokasi kedua perbandingan antara *single rod* dan *triple rod* yaitu 7,4 Ω . Jika di persentase maka untuk lokasi pertama perbandingannya adalah 33,4% dan untuk lokasi kedua adalah 36,2%.

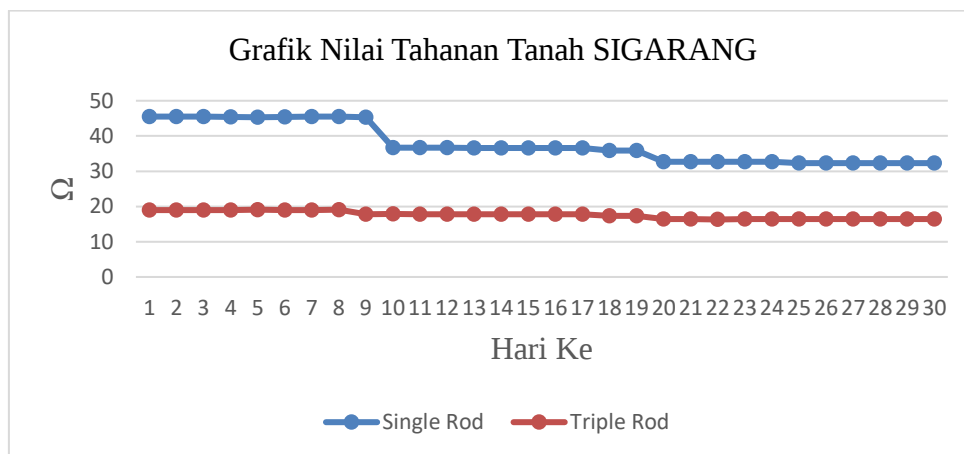


Gambar 14 Grafik nilai rerata tahanan antar lokasi

Pada Gambar 14 memperlihatkan perbandingan nilai untuk elektroda *single rod* dan *triple rod* antar kedua lokasi. Untuk *single rod* memiliki selisih 47,11 Ω dan untuk *triple rod* memiliki selisih 15,4 Ω . Untuk persentase nilai *single rod* pada antar lokasi adalah 19,8% dan untuk *triple rod* pada antar lokasi adalah sebesar 21%.

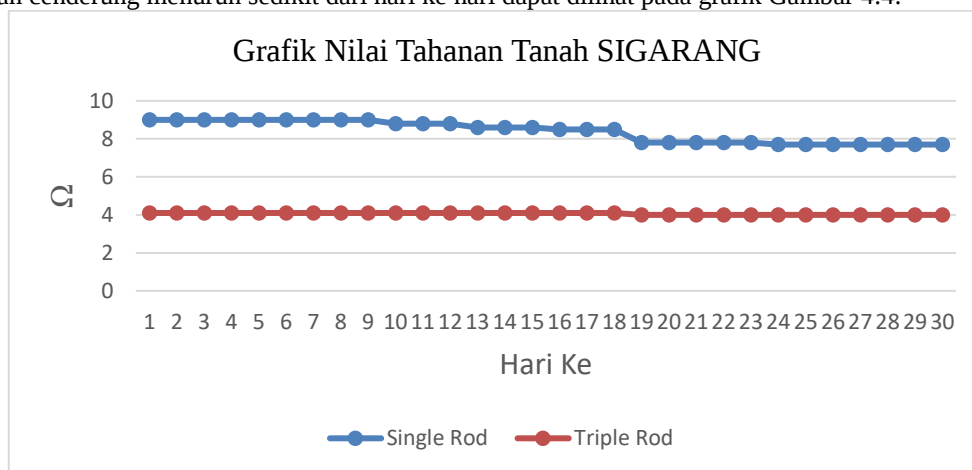
3.2. Sistem Pentanahan Arang-Garam (SIGARANG)

Pada penelitian ini sistem pentanahan dilakukan dengan menggunakan pentanahan arang-garam pada lokasi pertama di tanah belakang Fakultas Teknik dan Sains (FTS) dan lokasi kedua di tanah *Techno Park* Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP). Pengukuran dengan menggunakan alat Kyoritsu digital earth resistance tester dengan jarak antar probe 5 meter. Pengukuran dilakukan mulai 16 November 2020 sampai 15 Desember 2020. Pengukuran dilakukan pada pukul 08.00-10.00 WIB. Pada Gambar 15 menunjukkan bahwa nilai tahanan tanah menggunakan sistem arang-garam (SIGARANG) pada lokasi pertama bertempat di belakang Fakultas Teknik Sains (FTS) Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP), menunjukkan nilai yang cenderung menurun.



Gambar 15 Grafik nilai tahanan tanah SIGARANG lokasi pertama tanah FTS UMP

Pada Gambar 16. menunjukkan bahwa nilai tahanan tanah SIGARANG (sistem pentanahan arang-garam) pada lokasi kedua bertempat di *Techno Park Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP)*, nilai tahanan yang dihasilkan cenderung menurun sedikit dari hari ke hari dapat dilihat pada grafik Gambar 4.4.



Gambar 16. Nilai tahanan tanah SIGARANG lokasi kedua *techno park UMP*

Hasil penelitian pada lokasi pertama menggunakan metode perbaikan arang-garam mengalami penurunan dari hari pertama sampai hari ke tiga puluh. Itu dikarenakan setiap 10 hari ditambahkan garam-arang dengan perbandingan garam dan arang yaitu 2:1 dengan spesifiknya 1kg garam dan 0,5 kg arang. Dengan adanya penambahan tersebut pada elektroda utamanya (*single rod*) menyebabkan adanya penurunan nilai tahanan yang cukup signifikan, akan tetapi pada *triple rod* tidak mengalami penurunan yang signifikan. Persentase total nilai penurunan dari hari pertama hingga hari ke tiga puluh adalah seperti berikut:

1. *Single rod*

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Kondisi Awal} - \text{Kondisi Akhir}}{\text{Kondisi Awal}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{45,5 - 32,3}{45,5} \times 100\% = 29\%$$

2. *Triple rod*

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Kondisi Awal} - \text{Kondisi Akhir}}{\text{Kondisi Awal}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{19 - 16,4}{19} \times 100\% = 13,7\%$$

Hasil penelitian pada lokasi kedua dengan metode perbaikan menggunakan arang-garam menunjukkan nilai tahanan tanah mengalami penurunan pada *single rod* yang cukup signifikan akan tetapi pada *triple rod* hanya mengalami penurunan satu kali. Sama halnya pada lokasi pertama di lokasi kedua menggunakan sistem

setiap 10 hari ditambahkan garam dan arang. Dengan perbandingan 2:1 atau 1 kg garam dan 0,5 kg arang. Penambahan dilakukan pada hari ke 10, 20, dan 30.

Tabel 3. Total nilai rata-rata tahanan SIGARANG lokasi pertama tanah FTS UMP

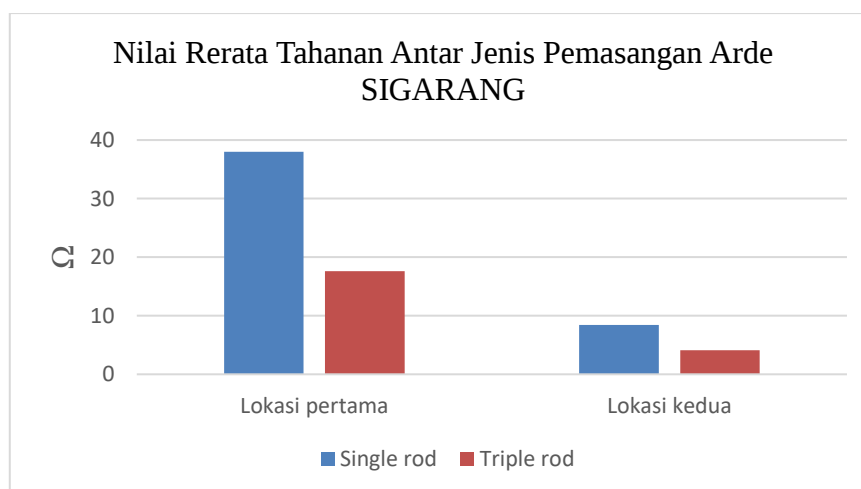
Hari Ke	Single rod (Ω)	Triple rod (Ω)
1-10	45,5	18,8
11-20	36,1	17,6
21-30	32,5	16,4
Rata-rata	38	17,6

Tabel 4. Total nilai rata-rata tahanan SIGARANG lokasi kedua tanah *Techno Park UMP*

Hari Ke	Single rod (Ω)	Triple rod (Ω)
1-10	8,9	4,1
11-20	8,5	4,1
21-30	8,7	4
Rata-rata	8,4	4,1

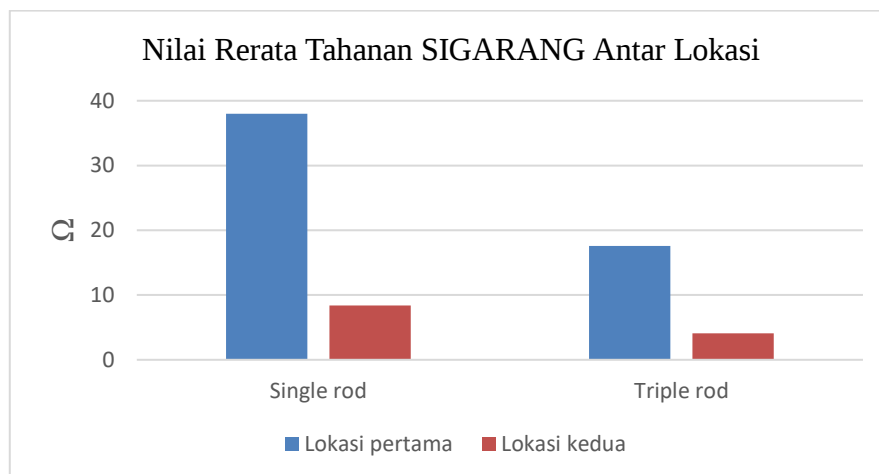
Tabel 5. Perbandingan nilai rerata tahanan antar jenis pemasangan arde SIGARANG

Tempat	Single Rod Nilai Rerata Tahanan (Ω)	Triple Rod Nilai Rerata Tahanan (Ω)
Lokasi Pertama	38	17,6
Lokasi Kedua	8,4	4,1



Gambar. 17 Grafik nilai rerata tahanan antar jenis pemasangan arde SIGARANG

Gambar 17 memperlihatkan grafik nilai rerata tahanan kedua elektrode, terlihat bahwa antara *single rod* dan *triple rod* nilainya amat jauh berbeda. Dari lokasi pertama perbandingan selisih nilai tahanan antara *single rod* dan *triple rod* yaitu 20,4 Ω dan pada lokasi kedua perbandingan selisih nilai tahanan antara *single rod* dan *triple rod* yaitu 4,3 Ω . Jika di persentase maka untuk lokasi pertama perbandingannya adalah 46,3% dan untuk lokasi kedua adalah 48,8%.

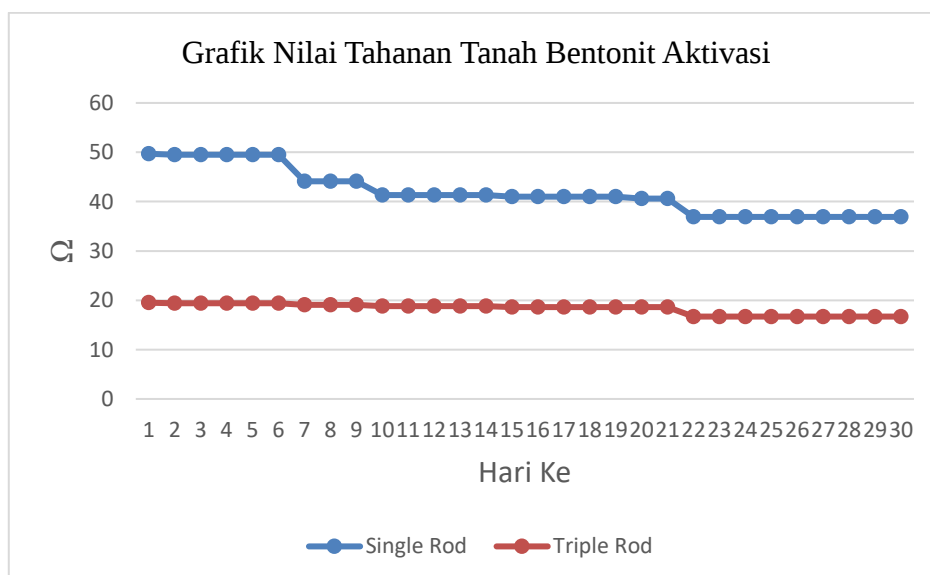


Gambar 18 Grafik nilai rerata tahanan SIGARANG antar lokasi

Gambar 18, memperlihatkan perbandingan nilai tahanan SIGARANG *single rod* dan *triple rod* antar lokasi. Untuk *single rod* memiliki selisih nilai tahanan 29,6 Ω dan untuk *triple rod* memiliki selisih nilai tahanan 13,5 Ω. Untuk persentase nilai *single rod* pada antar lokasi adalah 22,1% dan untuk *triple rod* pada antar lokasi adalah sebesar 23,3%.

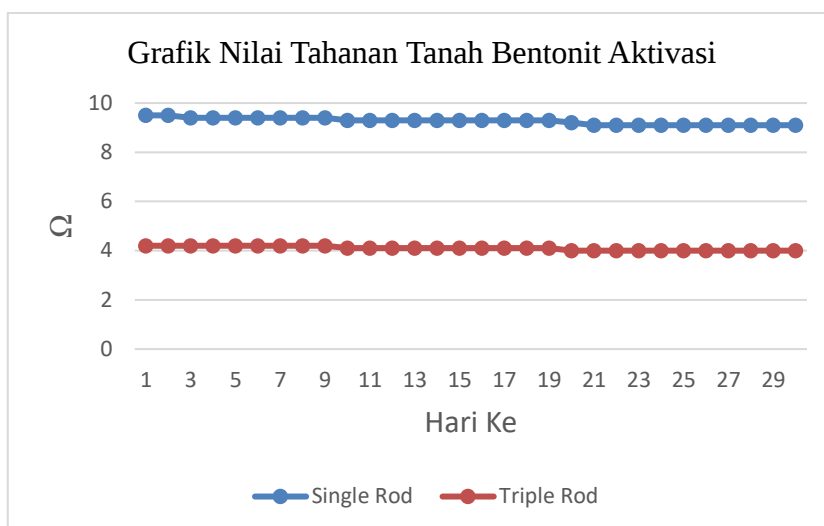
3.3. Sistem Pentanahan Menggunakan Bentonit Aktivasi

Pada penelitian ini sistem pentanahan dilakukan dengan menggunakan bentonit aktivasi pada lokasi pertama di tanah belakang Fakultas Teknik dan Sains (FTS) dan lokasi kedua di tanah *Techno Park* Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Pengukuran dengan menggunakan alat Kyoritsu *digital earth resistance tester* dengan jarak antar probe 5 meter. Pengukuran dilakukan mulai tanggal 16 November 2020 sampai 15 Desember 2020. Pengukuran dilakukan pada pukul 08.00-10.00 WIB. Pada Gambar 19, menunjukkan bahwa nilai tahanan tanah menggunakan bentonit aktivasi pada lokasi pertama bertempat di belakang gedung Fakultas Teknik dan Sains (FTS) Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP), menunjukkan nilai tahanan tanah mengalami penurunan pada *single rod*.



Gambar 19 Nilai tahanan tanah bentonit aktivasi

Pada Gambar 20, menunjukkan bahwa nilai tahanan tanah menggunakan bentonit aktivasi pada *Techno Park* Universitas Muhammadiyah Purwokerto (UMP), menunjukkan nilai tahanan tanah tersebut mengalami sedikit penurunan.



Gambar 20 Nilai tahanan tanah bentonit aktivasi lokasi kedua *techno park UMP*

Pada hasil penelitian lokasi pertama menggunakan bentonit aktivasi mengalami penurunan dari hari pertama hingga hari ke tiga puluh, dikarenakan di setiap 10 hari diberi penambahan bentonit aktivasi yaitu sebesar 1 kg di elektroda utamanya. Untuk mengetahui berapa nilai rata-ratanya per 10 hari, ditampilkan pada Tabel 6 dan Tabel 7

Tabel 6. Rata-rata nilai tahanan *single rod*

Hari ke	Nilai Tahanan (Ω)	Hari ke	Nilai Tahanan (Ω)	Hari ke	Nilai Tahanan (Ω)
1	49,7	11	41,3	21	40,6
2	49,5	12	41,3	22	36,9
3	49,5	13	41,3	23	36,9
4	49,5	14	41,3	24	36,9
5	49,5	15	41	25	36,9
6	49,5	16	41	26	36,9
7	44,1	17	41	27	36,9
8	44,1	18	41	28	36,9
9	44,1	19	41	29	36,9
10	41,3	20	40,6	30	36,9
Rata-rata= 47,1		Rata-rata= 41		Rata-rata= 32,3	

Tabel 7. Rata-rata nilai tahanan *triple rod*

Hari ke	Nilai Tahanan (Ω)	Hari ke	Nilai Tahanan (Ω)	Hari ke	Nilai Tahanan (Ω)
1	19,5	11	18,8	21	18,6
2	19,4	12	18,8	22	16,7
3	19,4	13	18,8	23	16,7
4	19,4	14	18,8	24	16,7
5	19,4	15	18,6	25	16,7
6	19,4	16	18,6	26	16,7
7	19,1	17	18,6	27	16,7
8	19,1	18	18,6	28	16,7
9	19,1	19	18,6	29	16,7
10	18,8	20	18,6	30	16,7
Rata-rata= 19,3		Rata-rata= 18,7		Rata-rata= 16,9	

Untuk persentase total nilai penurunan dari hari pertama hingga hari ke tiga puluh adalah seperti berikut:

1. *Single rod*

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Kondisi Awal} - \text{Kondisi Akhir}}{\text{Kondisi Awal}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{49,7 - 36,9}{49,7} \times 100\% = 25,8\%$$

2. *Triple rod*

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Kondisi Awal} - \text{Kondisi Akhir}}{\text{Kondisi Awal}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{19,5 - 16,7}{19,5} \times 100\% = 14,4\%$$

Untuk mengetahui nilai perbandingan nilai rata-rata antar elektrode maka harus diketahui dulu total nilai rata-ratanya, dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9

Tabel 8. Total nilai rata-rata tahanan bentonit aktivasi lokasi pertama FTS UMP

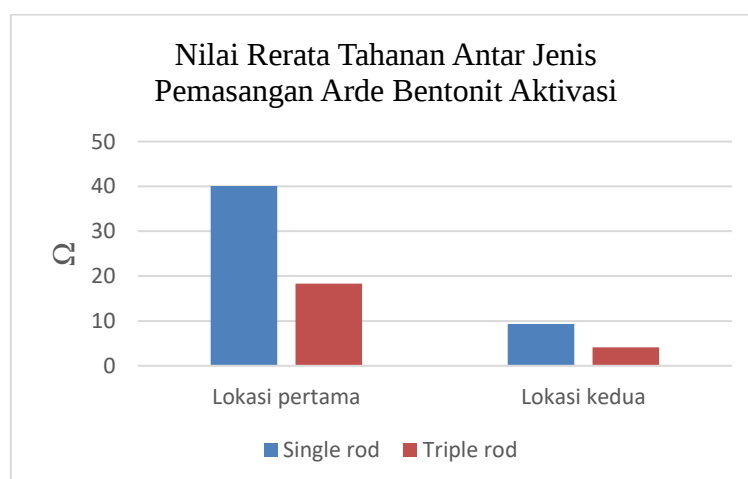
Hari Ke	<i>Single rod</i> (Ω)	<i>Triple rod</i> (Ω)
1-10	47,1	19,3
11-20	41	18,7
21-30	32,3	16,9
Rata-rata	40,1	18,3

Tabel 9. Total nilai rata-rata tahanan bentonit aktivasi lokasi kedua tanah *techno park UMP*

Hari Ke	<i>Single rod</i> (Ω)	<i>Triple rod</i> (Ω)
1-10	9,4	4,2
11-20	9,3	4,1
21-30	9,1	4
Rata-rata	9,3	4,1

Tabel 10. Perbandingan nilai rerata tahanan antar jenis elektrode dengan bentonit aktivasi

Tempat	<i>Single Rod</i> Nilai Rerata Tahanan (Ω)	<i>Triple Rod</i> Nilai Rerata Tahanan (Ω)
Lokasi Pertama	40,1	18,3
Lokasi Kedua	9,3	4,1

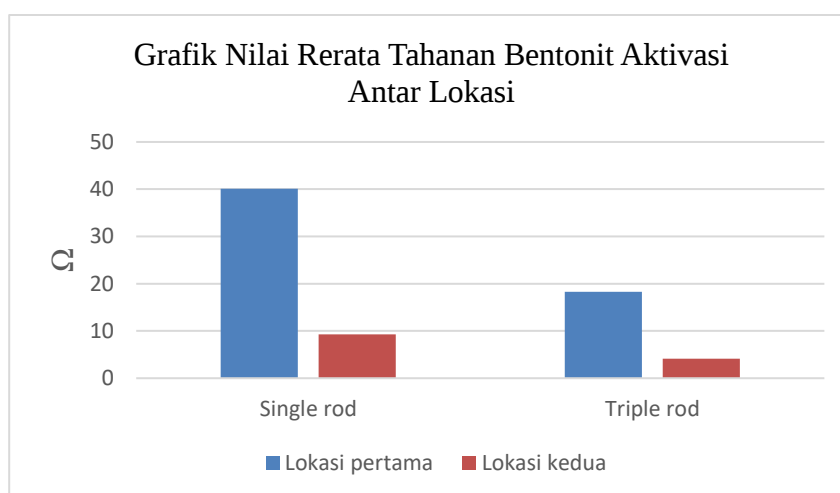


Gambar 21. Grafik nilai rerata tahanan antar jenis pemasangan arde bentonit aktivasi

Gambar 21, memperlihatkan grafik nilai rerata tahanan kedua jenis elektrode, dari grafik tersebut terlihat bahwa antara *single rod* dan *triple rod* nilainya amat jauh berbeda. Dari lokasi pertama perbandingan selisih nilai tahanan antara *single rod* dan *triple rod* yaitu 21,8 Ω dan pada lokasi kedua perbandingan selisih nilai tahanan antara *single rod* dan *triple rod* yaitu 5,2 Ω . Jika di persentase maka untuk lokasi pertama perbandingannya adalah 45,6% dan untuk lokasi kedua adalah 44,1%. Untuk perbandingan nilai tahanan tanah antar lokasi dapat di lihat pada tabel 11.

Tabel 11. Nilai rerata tahanan bentonit aktivasi antar lokasi

Jenis Sistem Rod	Lokasi Pertama	Lokasi Kedua
	Nilai Rerata Tahanan (Ω)	Nilai Rerata Tahanan (Ω)
<i>Single Rod</i>	40,1	9,3
<i>Triple Rod</i>	18,3	4,1



Gambar 22 Grafik nilai rerata tahanan bentonit aktivasi antar lokasi

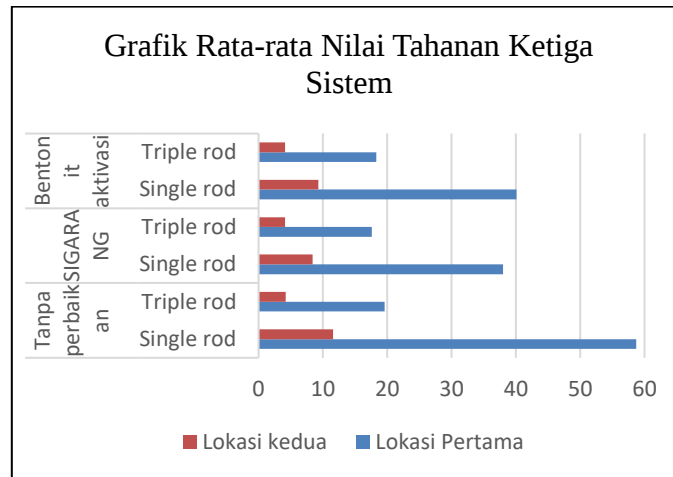
Gambar 22 memperlihatkan perbandingan nilai tahanan bentonit aktivasi *single rod* dan *triple rod* antar lokasi. Bahwasanya lokasi sangat mempengaruhi nilai tahanan tanah. Untuk *single rod* memiliki selisih nilai tahanan 30,8 Ω dan untuk *triple rod* memiliki selisih nilai tahanan 14,2 Ω . Untuk persentase nilai *single rod* pada antar lokasi adalah 23,2% dan untuk *triple rod* pada antar lokasi adalah sebesar 22,4%.

3.4. Perbandingan Ketiga Sistem Pentanahan

Untuk melihat perbandingan ketiga sistem pentanahan yaitu pentanahan tanpa perbaikan, menggunakan garam-arang, dan bentonit aktivasi, memerlukan total rata-rata nilai dari ketiga sistem pentanahan tersebut. Rata-rata nilai pentanahan ditampilkan pada Tabel 12

Tabel 12. Nilai rata-rata ketiga sistem pentanahan

Tempat	Tanpa perbaikan		SIGARANG		Bentonit aktivasi	
	<i>Single rod</i>	<i>Triple rod</i>	<i>Single rod</i>	<i>Triple rod</i>	<i>Single rod</i>	<i>Triple rod</i>
Lokasi Pertama	58,7	19,6	38	17,6	40,1	18,3
Lokasi kedua	11,6	4,2	8,4	4,1	9,3	4,1



Gambar 23 Grafik nilai rata-rata nilai tahanan ketiga sistem

3.5. Analisa Statistisk

Untuk analisa statistiknya disini membandingkan nilai tahanan tanah murni dengan sistem perbaikan pentanahan pada kedua lokasi. Dari lokasi pertama maupun kedua sistem perbaikan pentanahan yang terbaik adalah menggunakan sistem garam-arang. Dan untuk perbandingan menggunakan metode eksperimen pentanahan *single rod* tanpa perbaikan dengan sistem pentanahan *single rod* menggunakan garam-arang. Uji statistik menggunakan dua sampel berpasangan dengan satu populasi yang sama dengan taraf kepercayaan 95%, maka alpha yang diperoleh adalah $5\% = 0,05$. Hipotesis yang akan diuji adalah pada lokasi pertama dan kedua dengan elektrode *single rod* tanpa perbaikan dan dengan perbaikan garam-arang

- a. Untuk hasilnya pada lokasi pertama adalah sebagai berikut:

$H_0 = (\mu_1 - \mu_2) = 0$ (Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tanpa perbaikan dengan sesudah perbaikan)

$H_1 = (\mu_1 - \mu_2) \neq 0$ (Terdapat perbedaan yang signifikan antara tanpa perbaikan dengan sesudah perbaikan)

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n} \right\}}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{29} \left\{ 14793,42 - \frac{(626)^2}{30} \right\}}$$

$$s = 7,72$$

$$t = \frac{\frac{\sum D}{n}}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, \quad t = \frac{\frac{626}{30}}{\frac{7,72}{\sqrt{30}}} \quad t = 14,80$$

$$t_{\text{tabel}} = t(0,05; 29) = 2,045$$

Penentuan nilai aturan penolakan H_0 yaitu H_0 ditolak dengan ketentuan jika $|t\text{-hitung}| > t\text{-tabel}$. Keputusan dari hipotesis pada kasus sampel lokasi pertama adalah sebagai berikut:

$$|t\text{-hitung}| = |14,80| = 14,80$$

$$t\text{-tabel} = 2,045$$

$$|t\text{-hitung}| > t\text{-tabel}, \text{ maka tolak } H_0$$

Dapat disimpulkan karena H_0 , maka terima H_1 yang artinya terdapat perbedaan nilai statistika yang signifikan pada pentanahan tanpa perbaikan dengan perbaikan tahanan tanah menggunakan sistem garam-arang pada lokasi pertama.

- b. Untuk hasil pada lokasi kedua adalah sebagai berikut:

$H_0 = (\mu_1 - \mu_2) = 0$ (Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tanpa perbaikan dengan sesudah perbaikan)

$H_1 = (\mu_1 - \mu_2) \neq 0$ (Terdapat perbedaan yang signifikan antara tanpa perbaikan dengan sesudah perbaikan)

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n} \right\}}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{29} \left\{ 321,49 - \frac{(97,1)^2}{30} \right\}} \quad , \quad s = 0,5$$

$$t = \frac{\frac{\sum D}{n}}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad , \quad t = \frac{\frac{97,1}{30}}{\frac{0,5}{\sqrt{30}}}$$

$$t = \frac{3,24}{0,09} = 36$$

$$t_{\text{tabel}} = t(0,05;29) = 2,045$$

Penentuan nilai aturan penolakan H_0 yaitu H_0 ditolak dengan ketentuan jika $|t\text{-hitung}| > t\text{-tabel}$.

Keputusan dari hipotesis pada kasus sampel lokasi pertama adalah sebagai berikut:

$$|t\text{-hitung}| = |36| = 36$$

$$t\text{-tabel} = 2,045$$

$|t\text{-hitung}| > t\text{-tabel}$, maka tolak H_0

Dapat disimpulkan karena H_0 , maka terima H_1 yang artinya terdapat perbedaan nilai statistika yang signifikan pada pentanahan tanpa perbaikan dengan perbaikan tahanan tanah menggunakan sistem garam-arang pada lokasi pertama.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa perbaikan pentanahan menggunakan sistem pentanahan arang-garam memiliki persentase pada lokasi pertama yaitu 46,3% dan 48% antara single rod dan triple rod dan juga memiliki selisih 20,4 Ω dan 4,3 Ω . Sedangankan untuk antar lokasi memiliki persentase 22,1% untuk single rod dan 23,3% untuk triple rod dan untuk selisihnya yaitu 29,6 Ω single rod 13,5 Ω triple rod.
2. Pentanahan menggunakan bentonit aktivasi memiliki persentase pada lokasi pertama yaitu 45,6% dan 44,1% antara single rod dan triple rod dan juga memiliki selisih 21,8 Ω dan 5,2 Ω . Sedangankan untuk antar lokasi memiliki persentase 23,2% untuk single rod dan 22,4% untuk triple rod dan untuk selisihnya yaitu 30,8 Ω single rod 14,2 Ω triple rod.
3. Berdasarkan ketiga sistem pentanahan (tanpa perbaikan, arang-garam, dan bentonit aktivasi) yang memiliki nilai rata-rata tahanan terkecil pada kedua lokasi adalah pentanahan menggunakan sistem arang-garam.
4. Berdasarkan analisis statistika diketahui bahwa pentanahan sebelum adanya perbaikan dan sesudah adanya perbaikan sistem pentanahan dengan sistem garam-arang memiliki perbedaan nilai yang signifikan baik pada lokasi pertama dan lokasi kedua.
5. Dari hasil penelitian bahwa lokasi kedua memiliki nilai tahanan yang lebih kecil dibandingkan dengan lokasi pertama itu dikarenakan lokasi kedua memiliki tanah yang berjenis tanah wadas (sawah) yang memiliki sifat tanah itu lembab dan berair sehingga dapat menghasilkan tahanan yang kecil dan sesuai standar dari PUIL 2000.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Bartien, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2000, no. Puil, pp. 1–133, 2000.
- [2] Z. Abidin, "Karakteristik Batang Pentanahan Sistem Arang-Garam (Sigarang) Sebagai Upaya Perbaikan Sistem Pentanahan," *J. ECOTIPE*, vol. 4, no. 1, pp. 12–16, 2017, doi: 10.33019/ecotipe.v4i1.13.
- [3] D. Andini, Y. Martin, and H. Gusmedi, "Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi," *J. Electrician*, vol. 10, pp. 45–53, 2016.
- [4] H. Stephanus, "Pengaruh Panjang Elektrode Sangkar Delta pada Nilai Resistans Pentanahan di Lokasi Sempit," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.22146/jnteti.v5i2.237.

PETUNJUK PENULISAN

1. KETENTUAN UMUM

Artikel yang diterima yaitu artikel yang belum pernah dipublikasikan dalam jurnal apapun berupa atau tidak dalam status telah diterima (accepted) untuk dipublikasikan

2. PENULISAN ARTIKEL

- a. Diketik dengan spasi 1 dalam kertas ukuran A4 dengan jenis huruf Time New Roman 10. Tulisan yang akan dimuat menggunakan bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris yang baik.
- b. Susunan artikel terdiri dari : Judul (Bahasa dan English), Nama Penulis, Abstrak (Bahasa dan English), Kata Kunci (maksimal 5), Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima kasih (optional) dan Daftar Pustaka.
- c. Ketentuan Penulisan Artikel :
 1. **Judul** : Judul dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris (Kapital setiap kata)
 2. **Nama Penulis** : ditulis lengkap tidak disingkat tanpa gelar, disertai nama dan alamat institusi, beserta email korespondensi
 3. **Abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, terdiri dari 100-250 kata dan memuat tentang : Latar belakang singkat jika ada, Tujuan dan atau ruang lingkup penelitian, Metode (singkat) yang digunakan, Ringkasan hasil /finding, Simpulan. Abstrak ditulis dengan font time new roman 9
 4. **Kata kunci** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, maksimal 5 kata
 5. **Pendahuluan** : berisi kondisi atau masalah yang melatar belakangi atau menginspirasi pelaksanaan kegiatan penelitian. Berisi kajian review literatur atau penelitian sebelumnya secara singkat. Data – data yang mendukung penelitian dari paper-paper yang lain dan paragraph terakhir berisi tujuan penelitian (tidak memuat tinjauan teori). Pernyataan kesenjangan (orisinalitas) atau kontribusi kebaruan (novelty statement) atau beda unik penelitian ini dibanding penelitian penelitian sebelumnya , juga dari sisi penting tidaknya penelitian tersebut dilakukan .
 6. **Metode Penelitian** : menguraikan cara yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Meliputi alat, bahan dan metode yang digunakan dalam pemecahan masalah
 7. **Hasil dan Pembahasan** : Menjelaskan tentang hasil atau luaran peneliti yang membahas tentang perbedaan antara hasil dengan teoritis ataupun dengan penelitian lain yang relevan. Penjelasan dapat menggunakan tabel, gambar dan *chart* yang memudahkan pembaca dalam memahami isi artikel.
 8. **Kesimpulan** : ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi kesimpulan hasil penelitian dan rekomendasi dari hasil penelitian. Kesimpulan menjawab permasalahan atau tujuan penelitian atau menghasilkan sebuah teori baru
 9. **Ucapan Terima Kasih** : ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak yang pantas , terutama kepada lembaga atau orang yang benar benar membantu penelitian , misalnya : kepada pemberi dana penelitian , fasilitas , bahan , atau saran
 10. **Daftar Pustaka** : Daftar pustaka dan citation ditulis dengan font time new roman 9. Daftar Pustaka disusun berdasarkan urutan sitasi dalam artikel dan diberi nomor, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*