

JURNAL ILMIAH ELEKTROKRISNA

Lemari Pengering Pakaian Menggunakan Heater Berbasis Arduino Mega 2560,
Oleh : Lukman Aditya, Didi Wahyudin

Rancang Bangun dan Analisis Kinerja Band Pass Filter Untuk Perangkat Radio
Komunikasi 420 – 430 MHz, Oleh: Slamet Purwo S., Parlaungan Nasution

Rancang Bangun Sistem Absensi Dengan Pemeriksaan Suhu Tubuh Berbasis
Arduino ATmega2560, Oleh: Sri Hartanto , Andre Dwi Prabowo

Analisa Sistem Proteksi Petir Eksternal Tipe Elektrostatis Di PT.
PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK CCOS Cileungsi – Bogor, Oleh:
Nurhabibah Naibaho, Allidlah Imam Sofiyan

Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Banjir Menggunakan Mikrokontroller
ATMEGA8535 Dan Node MCU ESP8266, Oleh: Tri Ongko P., Nurbayan

Analisis Optimasi Keandalan Melalui Looping 3 IBT Di Subsistem Cilegon
Menuju Zero Blackout Provinsi Banten, Oleh: Ujang Wiharja, Sapto
Agung Nugroho

Rancang Bangun Alat *Hand Sanitizer* Otomatis Menggunakan Arduino Uno
R3 ATmega 328 Dan Sensor Infrared, Oleh Abdul Kodir Al Bahar, Farihin
Asyjar Ashfahani

Optimalisasi Trafik Voice Dan ENoneB Dengan Migrasi Media Transmisi
Radio Microwave Menjadi Fiber Optik (Studi Kasus Site Harapan Jaya
Bekasi), Oleh: Teten Dian Hakim, Doni Ramadhan

Penerbit

UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

(Dikelola oleh FT Prodi Teknik Elektro)

SUSUNAN DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab

Dr. Harjono P. Putro, ST., M.Kom.

(Dekan Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana)

Penasehat

Dr. Eng. Irwan Prasetyo. MPM (P2M FT. UNKRIS)

Nazarudin Khuluk, ST., M.Si. (Wadek III FT. UNKRIS)

Pemimpin Redaksi

Ali Khumaidy, S.Kom., M.Kom.

Tim Redaksi

Teten Dian Hakim, ST., MT.

Slamet Purwo Santosa, ST., MT.

Ujang Wiharja, ST., MT.

Abdul Kodir Al Bahar, ST., MT.

Penyunting Ahli

Sri Hartanto, ST., MT.

Ir. Nurmiati Pasra, MT. (Dosen STT-PLN)

Ir. Achmad Rofi,i. MT. (Dosen Univ.17 Agustus Jkt)

Syah Alam, Spd, MT. (Dosen USAKTI)

Kesekretariatan

Yani Mulyani, SE.

ALAMAT PENERBIT

Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Jakarta 13077

Gedung G (Fakultas Teknik) Lantai 2 Ruang Seketariat Prodi Teknik Elektro

Telepon :021-84998529

E-Mail : elektro@unkris.ac.id

PENGANTAR REDAKSI

Bismillahir rahmanir rahiim.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala karena dengan pertolongan-Nya, Jurnal Ilmiah Elektrokrisna akhirnya dapat terbit. Dengan hadirnya Jurnal Ilmiah Elektrokrisna, diharapkan semua tulisan ilmiah yang berkaitan dengan bidang keilmuan Elektro dapat dipublikasikan secara luas, baik di kalangan ilmuwan Elektro, maupun masyarakat pada umumnya. Selanjutnya, dengan hadirnya Jurnal Ilmiah Elektrokrisna dapat menjadi sarana publikasi bagi tulisan-tulisan ilmiah yang dihasilkan oleh civitas academica Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana, baik Dosen maupun Mahasiswa yang telah menyelesaikan penyusunan skripsinya.

Jurnal Ilmiah Elektrokrisna menerima tulisan ilmiah berupa hasil-hasil penelitian, dan atau kajian ilmiah yang menjelaskan konsep keilmuan dan ide-ide baru mengenai bidang keilmuan teknik elektro dengan subbidangnya seperti teknik energi listrik, teknik telekomunikasi, teknik kontrol, teknik elektronika dan instrumentasi, teknik komputer dan teknik informasi multimedia.

Demikianlah prakata dari redaksi, semoga Jurnal Ilmiah Elektrokrisna dapat bermanfaat dan dapat ikut serta berperan dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang elektro.

Wassalam,

Redaksi

KETENTUAN PENULISAN

1. Tulisan ilmiah diketik komputer pada kertas A4 (210 x 297 mm) dengan margin atas, bawah = 3 cm, dan margin kanan, kiri = 2,5 cm, spasi = 1 (single) serta bentuk huruf Times New Romans dengan ukuran = 12
2. Jumlah halaman dibatasi antara 7 sampai dengan 10 halaman.
3. Jumlah kata dalam judul Bahasa Indonesia maksimal = 12 kata dan bila dalam Bahasa Inggris, berjumlah maksimal = 10 kata
4. Nama penulis makalah dicantumkan setelah judul, dengan ketentuan
 - a. Nama penulis dicantumkan tanpa gelar, jabatan atau kepangkatan.
 - b. Bila terdapat lebih dari satu nama, maka nama penulis utama dicantumkan terlebih dahulu baru dilanjutkan dengan nama-nama penulis lainnya.
 - c. Jumlah maksimal penulis = 3 orang.
5. Tulisan diawali dengan abstrak berupa satu paragraf dalam Bahasa Indonesia dan satu paragraf berikutnya, merupakan terjemahan dalam Bahasa Inggris. Abstrak adalah esensi isi keseluruhan tulisan secara utuh dan lengkap.
6. Cantumkan kata kunci setelah abstrak untuk membantu keteraksesan tulisan.
7. Sistematika isi tulisan mengikuti kaidah keilmuan, minimal tersusun dari pendahuluan, teori-teori yang mendukung penelitian atau kajian ilmiah, hasil-hasil penelitian atau kajian ilmiah, kesimpulan dan daftar pustaka.
8. Tata letak isi penulisan menggunakan format dua lajur (kolom).
9. Ketentuan mengenai daftar pustaka adalah
 - a. Dicantumkan berurutan, dimana urutan pertama adalah referensi yang dikutip pertamakali dalam isi tulisan, dan seterusnya.
 - b. Diawali dengan nomor urut, yaitu [1], [2] dan seterusnya ke bawah
 - c. Susunannya mengikuti urutan berikut (dipisahkan dengan koma) :
 - 1) Penulis, bila lebih dari tiga penulis, berikutnya ditulis et all (dkk)
 - 2) Judul referensi (judul buku atau judul dalam jurnal ilmiah)
 - 3) Tahun penerbitan buku atau tahun publikasi tulisan ilmiah.
 - 4) Nama penerbit (buku) atau nama jurnal ilmiah referensi (disertai dengan nomor, volume, bulan terbit, dan halaman referensi).

DAFTAR ISI

Sampul Depan.....	i
Susunan Dewan Redaksi.....	ii
Alamat Penerbit.....	ii
Pengantar Redaksi.....	iii
Ketentuan Penulisan.....	iv
Daftar Isi.....	v
1. Lemari Pengering Pakaian Menggunakan Heater Berbasis Arduino Mega 2560, Oleh: Lukman Aditya, Didi Wahyudin	01 – 10
2. Rancang Bangun dan Analisis Kinerja Band Pass Filter Untuk Perangkat Radio Komunikasi 420 – 430 MHz, Oleh: Slamet Purwo S., Parlaungan Nasution	11 - 26
3. Rancang Bangun Sistem Absensi Dengan Pemeriksaan Suhu Tubuh Berbasis Arduino ATmega2560, Oleh: Sri Hartanto , Andre Dwi Prabowo	27 - 40
4. Analisa Sistem Proteksi Petir Eksternal Tipe Elektrostatis Di PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK CCOS Cileungsi – Bogor, Oleh: Nurhabibah Naibaho, Allidlah Imam Sofiyan	41 - 55
5. Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Banjir Menggunakan Mikrokontroller ATMEGA8535 Dan Node MCU ESP8266, Oleh: Tri Ongko P., Nurbayan	56 – 60
6. Analisis Optimasi Keandalan Melalui Looping 3 IBT Di Subsistem Cilegon Menuju Zero Blackout Provinsi Banten, Oleh: Ujang Wiharja, Sapto Agung Nugroho	61 - 76
7. Rancang Bangun Alat <i>Hand Sanitizer</i> Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 ATmega 328 Dan Sensor Infrared, Oleh Abdul Kodir Al Bahar, Farihin Asyjar Ashfahani	77 – 89
8. Optimalisasi Trafik Voice Dan ENoneB Dengan Migrasi Media Transmisi Radio Microwave Menjadi Fiber Optik (Studi Kasus Site Harapan Jaya Bekasi), Oleh: Teten Dian Hakim, Doni Ramadhan	90 - 97

LEMARI PENDING PAKAIAN MENGGUNAKAN HEATER BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Lukman Aditya, Didi Wahyudin

Abstrak - Proses pengeringan khususnya pakaian secara konvensional masih mengandalkan panas dari matahari dan terkadang terkendala dengan kondisi cuaca yang tidak menentu. . Proses tersebut biasanya dilakukan di tempat udara terbuka serta memerlukan ruang yang cukup besar. Dengan dibuat rancang bangun lemari pending pakaian menggunakan Elemen Pemanas dan sensor DHT22 berbasis Arduino Mega 2560. Lemari pending pakaian yang dibuat bekerja dengan menggunakan 2 Elemen Pemanas 220 VAC daya maksimum 550 Watt, 5 kipas 12 VDC, dan sensor DHT22 untuk mengukur temperatur dan kelembapan dalam ruang pengeringan. Dimensi lemari pending yang digunakan dalam perancangan ini adalah tinggi 135 cm, lebar 50 cm dan panjang 50 cm. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa waktu pengeringan pakaian bahan katun 65 Menit dengan suhu yang dicapai 44°C sedangkan waktu pengeringan pakaian bahan jeans 95 menit dengan suhu yang dicapai 44°C.

Kata Kunci : Pemanas, Sensor DHT22, Arduino Mega 2560, Kelembapan, Suhu

Abstract - The drying process, especially conventional clothing, still relies on heat from the sun and is sometimes constrained by erratic weather conditions. . This process is usually carried out in an open air and requires a large enough space. With the design of a clothes dryer using a heater and a DHT22 sensor based on Arduino Mega 2560, a clothes dryer that is made to work using 2 heaters 220 VAC with a maximum power of 550 Watt, 5 fans 12 VDC, and a DHT22 sensor to measure temperature and humidity in the drying room . The dimensions of the drying cabinet used in this design are 135 cm high, 50 cm wide and 50 cm long. Based on the tests conducted, the results show that the drying time for cotton clothes is 65 minutes with a temperature reached 44°C while the drying time for jeans is 95 minutes at a temperature. achieved 44 C.

Keyword : Heater, Sensor DHT22, Arduino Mega 2560, Humidity, Temperature

I. PENDAHULUAN

Pengeringan pakaian merupakan kegiatan yang biasa dilakukan sehari-hari yang memanfaatkan energi panas matahari untuk proses penguapan kandungan air pada

pakaian selang waktu tertentu sampai pakaian dapat dikatakan kering dan siap untuk digunakan. Hampir seluruh masyarakat Indonesia mengandalkan energi panas matahari untuk proses pengeringan pakaian. Meskipun demikian, proses pengeringan dengan energi matahari tetap memiliki kekurangan. Kondisi cuaca yang tidak menentu seperti

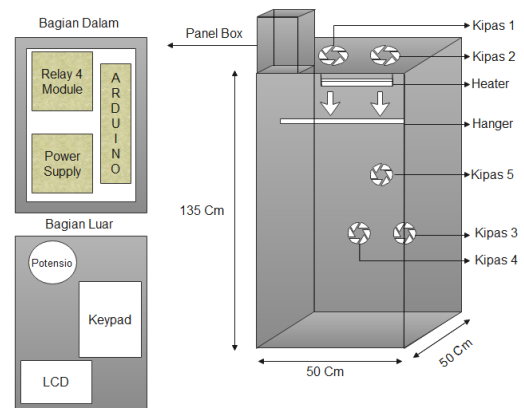
turunnya hujan secara tiba-tiba membuat proses pengeringan dengan energi matahari tidak dapat dilakukan kapan saja oleh karena itu aktivitas manusia untuk mengeringkan pakaian cukup terganggu dan menjadi sangat merepotkan apabila pakaian yang telah dicuci tidak kering selama sehari-hari sehingga tidak dapat dipergunakan. Selain itu kondisi tempat atau lokasi yang tersedia sempit juga menjadi kendala lain karena proses pengeringan pakaian menggunakan energi matahari membutuhkan tempat atau lokasi yang luas.

Dengan adanya Lemari Pengering Pakaian diharapkan menghasilkan konsep yang mampu menjawab permasalahan dalam mengeringkan pakaian secara konvensional menggunakan sinar matahari dan menjaga kualitas pakaian yang dijemur keadaan baik. Dari konsep tersebut lemari pengering pakaian menggunakan panas yang dihasilkan oleh *heater* sebagai pengganti panas sinar matahari serta menggunakan sensor DHT22 dikembangkan dengan mengetahui rancangan yang tepat dan cara kerja yang sesuai dan aman digunakan. Kelebihan mengeringkan pakaian berbasis arduino ini dapat mempersingkat waktu dan mempermudah dalam pengeringan dalam cuaca hujan. Dalam pengembangan konsep dilakukan proses penelitian dan percobaan hingga perakitan alat sampai hasil yang didapat maksimal.

II. TEORI DASAR

Sistem lemari pengering pakaian merupakan sebuah proses pengeringan pakaian dimana pakaian

yang akan dikeringkan tidak perlu panasnya sinar matahari. Pada proses pengeringan pakaian bisa dilakukan secara otomatis dan manual. Perancangan alat ini menggunakan sistem kendali menggunakan Arduino dengan panas yang dihasilkan melalui *heater*. Pengendalian ini mengontrol hidup dan mati *heater* dan kipas dengan 2 sistem yaitu otomatis dan manual diharapkan dengan alat ini bisa mempercepat proses pengeringan. Lemari pengering pakaian ini dalam sistem otomatis mengandalkan sensor DHT22 sebagai pembaca kondisi pakaian kering atau basah dalam proses pengeringan dan dalam sistem manual mengandalkan timer.



Gambar 2.1 Desain Alat

2.1. Heater



Gambar 2.2 Heater Tubular

Heater digunakan sebagai pemanas dan menciptakan perbedaan tekanan udara yang akan mempercepat proses pengeringan pakaian. Udara kering akan membantu proses pengeluaran

air dari serat kain. Tubular heater memiliki bentuk pipa. Heater ini beroperasi pada tegangan 230VAC. Daya yang dibutuhkan heater tersebut 300 watt.

2.2. Sensor DHT22



Gambar 2.3 Sensor DHT22

DHT22 adalah sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara (Humidity). DHT 22 memiliki sinyal keluaran sinyal digital yang terkalibrasi. DHT22 menggunakan teknik digital-signalcollectingtechnique dan humidity sensing technology untuk mendukung keandalan dan stabilisasi sensor ini. Sensor ini mengkoneksikan sensing elementnya dengan 8-bit single-chip sehingga modul dapat melakukan komputasi internal sebelum masuk ke arduino.

2.3. Arduino Mega 2560



Gambar 2.4 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah board Arduino yang merupakan perbaikan

dari board Arduino Mega sebelumnya. Arduino Mega awalnya memakai chip ATmega1280 dan kemudian diganti dengan chip ATmega2560, oleh karena itu namanya diganti menjadi Arduino Mega 2560. Pada saat tulisan ini dibuat, Arduino Mega 2560 sudah sampai pada revisinya yang ke 3 (R3). Selain perbedaan chip ATmega yang digunakan, perbedaan lain antara Arduino Mega dengan Arduino Mega 2560 adalah tidak lagi menggunakan chip FTDI untuk fungsi USB to Serial Converter, melainkan menggunakan chip ATmega16u2 pada revisi 3 (chip ATmega8u2 digunakan pada revisi 1 dan 2) untuk fungsi USB to Serial Converter tersebut.

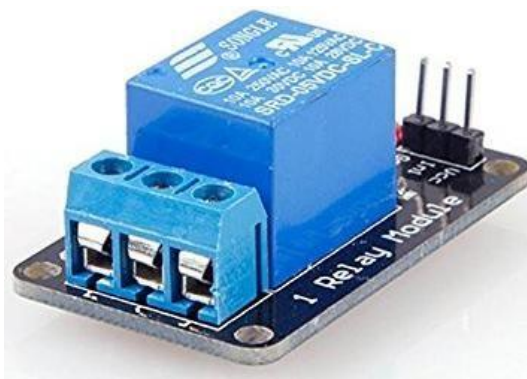
2.4. Motor Fan



Gambar 2.5 Fan DC

Motor fan merupakan peralatan yang digunakan untuk menghasikan aliran udara dengan tujuan untuk mempercepat proses pengeringan pakaian. Secara mekanis, kipas angin terdiri dari baling baling berputar yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara.

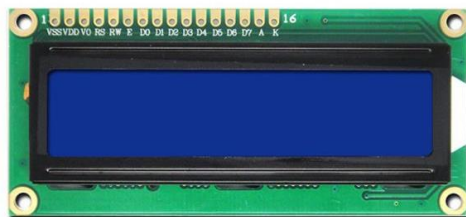
2.5. Relay



Gambar 2.6 Relay DC

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

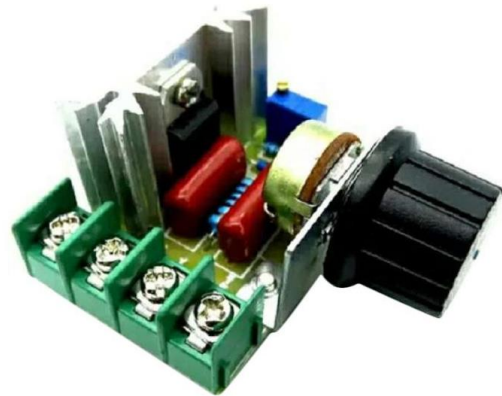
2.6. LCD



Gambar 2.7 Liquid Crystal Display

Konfigurasi pin pada LCD terdiri dari 16 pin, setiap dari pin pin mempunyai konfigurasi yang berbeda. Pada table dibawah ini menunjukkan konfigurasi pin LCD.

2.7. Dimmer

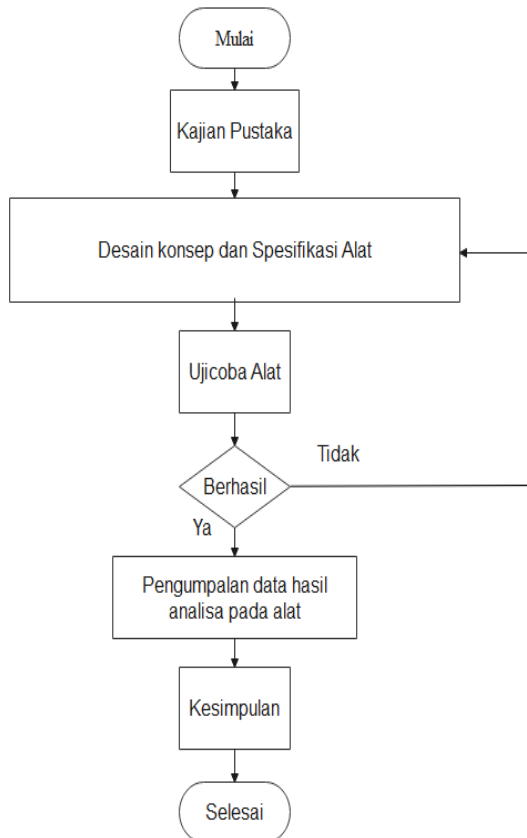


Gambar 2.8 Dimmer AC

Dimmer adalah sebuah rangkaian komponen elektronika dari input sinyal AC kemudian sinyal tersebut diproses Menjadi sinyal AC *Phase* maju dari pada sinyal AC inputan yang penurunan daya (Watt) bisa disimpulkan Dimmer berguna menurunkan daya (watt) yang mengakibatkan *heater* bisa dikontrol panasnya. Dalam dimmer terdapat 4 Level 1 (*Low*), 2-3 (*Middle*) dan 4 (*High*).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Langkah – Langkah Penelitian

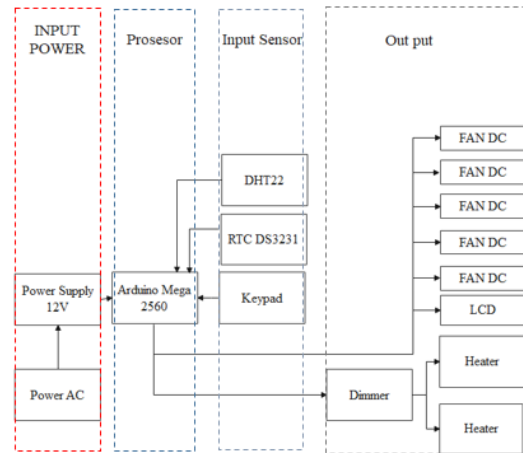


Gambar 3.1 Metode Penelitian

Adapun langkah – langkah penelitian secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1 Mencari data – data yang berkaitan dengan tugas akhir
- 2 Perancangan Alat Meliputi penentuan komponen komponen serta dimensi dari alat yang ingin dibuat.
- 3 Pembuatan Alat,Meliputi Pembuatan Lemari dan perakitan komponen komponen serta pembuatan program Arduino IDE.
- 4 Melakukan pengujian dengan mengukur waktu dan konsumsi energi.

3.2. Diagram Blok



Gambar 3.2 Diagram Blok

Pada gambar 3.2 arduino akan difungsikan sebagai main processor unit yang mengendalikan sistem ini. Modul modul lain merupakan pendukung yang akan digunakan sebagai media pengumpulan informasi dan penjalan fungsi utama alat ini.

3.3. Realisasi Alat

Lemari Pengering Pakaian terbuat dari 2 bagian yaitu bagian dalam dan bagian luar. Bagian luar terbuat dari triplek dengan tebal 0.8 mm dan besi siku lubang sebagai kerangkannya. Jika dilihat dari depan tampak seperti pada gambar 3.3 dibawah ini.



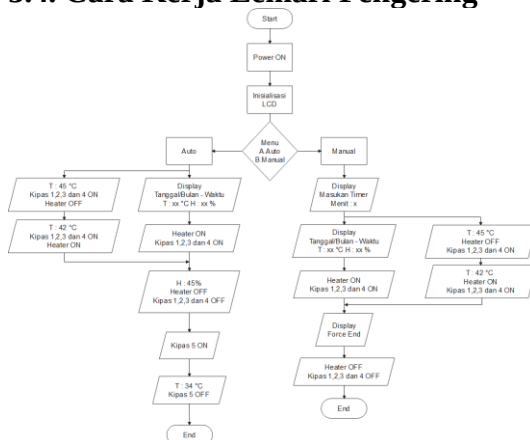
Gambar 3.3 Realisasi alat tampak luar

Gambar 3.4 dibawah ini menunjukkan ketika pintu lemari dibuka dan terlihat lapisan aluminium foil bagian dalam yang terbuat dari triplek dan terdapat dudukan hanger yang terbuat dari kayu yang dilapisi aluminium foil sebagai gantungan pakaian.



Gambar 3.4 Realisasi alat tampak dalam

3.4. Cara Kerja Lemari Pengering



Gambar 3.5 Diagram Alir Sistem Kerja

Dari diagram alir diatas maka dapat disimpulkan cara kerja dari sistem rancang bangun lemari pengering pakaian memiliki 2 sistem sebagai berikut :

Sistem Auto

- 1 Ketika *Power ON*

- 2 LCD akan menampilkan menu Auto dan Manual (Tekan A)
- 3 LCD akan menampilkan Tanggal,Waktu,Suhu dan Kelembapan.
- 4 Selanjutnya *Heater* dan Kipas 1,2,3 dan 4 akan *ON*.
- 5 Dalam proses pengeringan suhu mencapai 45 °C,*Heater OFF* dan akan *ON* kembali ketika suhu 42 °C.
- 6 Ketika kelembapan 45% sebagai tanda pakaian kering,*Heater* dan kipas 1,2,3 dan 4 *OFF*.
- 7 Selanjutnya Kipas 5 *ON* berfungsi membuang panasnya udara dalam lemari sampai suhu dalam lemari 34 °C.

Sistem Manual

- 1 Ketika *Power ON*
- 2 LCD akan menampilkan Auto dan Manual (Tekan B).
- 3 LCD akan menampilkan Memasukan Timer dalam satuan menit.
- 4 LCD akan menampilkan Tanggal,Waktu,Suhu dan Kelembapan.
- 5 Selanjutnya *Heater* dan Kipas 1,2,3 dan 4 akan *ON*.
- 6 Dalam proses pengeringan suhu mencapai 45 °C, *Heater OFF* dan akan *ON* lagi ketika suhu 42°C.
- 7 Ketika waktu yang ditentukan berakhir, *Heater* dan kipas 1,2,3 dan 4 *OFF*.

IV. PEMBAHASAN DAN PENGUJIAN

4.1. Pengujian Heater

Pengujian dilakukan dengan cara *setting* potensio *heater* pada level 1,2,3 dan 4.Pada pengujian

temperature awal disesuaikan sama dengan waktu yang telah ditentukan. Saat proses pengujian ruangan tidak berisi pakaian. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4.1.

4.1 Tabel Pengujian Heater

Level Heater	Suhu Awal (°C)	Temperatur Ruang Pengering (°C)					
		1 Menit	5 Menit	10 Menit	15 Menit	20 Menit	25 Menit
1	30	30	31	31	32	32	33
2	30	31	33	34	35	35	38
3	30	31	34	36	38	39	42
4	30	33	37	40	41	43	45

Dari pengambilan data Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa 5 menit awal suhu ruangan meningkat lebih cepat dan setelah itu suhu sudah mulai berkurang kecepatan dalam ruangan. Suhu maksimal pada *prototype* di batas yang bisa dicapai hanya 45°C. Semakin level heater tinggi semakin cepat juga peningkatan suhu yang ada pada ruangan.

4.2. Pengujian Sensor DHT22

Pengujian dilakukan dengan kondisi ruang pengering kosong dan heater diatur pada level 4. Hasil pengujian Sensor DHT22 ini dapat dilihat pada tabel 4.2.

4.2 Tabel Pengujian Sensor DHT22

NO	Waktu (Menit)	Sensor DHT22	Thermometer & Hygrometer	Selisih Pengukuran	Error %
1	1	32.3°C – 78%	33°C – 76%	0.3 – 2	1.1 – 2.6
2	5	36°C – 69.5%	37°C – 67%	1 – 2.5	2.7 – 3.7
3	10	40.4°C – 57.3%	40°C – 53%	0.4 – 4.3	1 – 8.11
4	15	41.2°C – 53.5%	41°C – 50%	0.2 – 3.3	0.5 – 6.6
5	20	42 °C – 51.3%	41°C – 48%	1 – 3.3	2.7 – 6.6
6	25	45 °C – 48.3%	45°C – 45%	1 – 3.3	2.7 – 6.6

Dari pengambilan data pada tabel 4.2. Sensor DHT22 dan Digital Thermometer & Hygrometer memiliki selisih. Adapun perhitungan

persentase *error* dari pengukuran suhu dan kelembapan sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{32,3 - 33}{33} \times 100\% = 1.1\%$$

4.3 Pengujian Daya Listrik

Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan clamp meters untuk mengetahui ampere dan tegangan dari *prototype*. pada pengukuran di *setting* pada level 1,2,3 dan 4 untuk mengetahui ampere dan tegangan setiap level. Hasil pengujian daya listrik dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan Daya Listrik

Level Heater	Volt	Ampere	Watt
1	230	0.9	207
2	230	1.3	329
3	230	1.9	437
4	230	2.6	598

Dari pengambilan data diatas pemakaian listrik dapat diperhitungkan sesuai *setting level* panas semakin besar daya watt pun semakin besar yang dibutuhkan. Adapun perhitungan sebagai berikut :

$$P = A \times V$$

$$P = 0.9 \times 230 = 207 \text{ W}$$

4.4. Pengujian Konsumsi Energi Listrik Bahan Katun

pengujian bahan katun dilakukan menggunakan 3 kaos yang di *setting* pada temperatur awal 30°C.

Tabel 4.4 Hasil pengeringan percobaan bahan katun

Menit	Temperatur (°C)	Kelembapan (%)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
0	30	88	0	0	0
1	31	84	224.8	2.6	584.48
5	36	71	224.4	2.6	583.44
10	38	66	224.6	2.6	583.96
20	40	63	223.4	2.6	583.44
30	41	59	224.4	2.6	583.44
40	42	53	224.6	2.6	583.96
50	43	48	224.8	2.6	583.96
60	44	46	224.8	2.6	583.96
62	44	45	224.4	2.6	583.44
Daya Rata – Rata (Watt)					583.78
Energi Listrik (Wh)					603.23

Dari pengambilan data pada percobaan pada bahan katun yang dilakukan memiliki waktu 62 menit dalam proses pengeringan. 10 Menit awal peningkatan temperatur ruangan lebih cepat dan setelah 10 menit temperatur mulai lambat dalam peningkatan. setiap 10 menit suhu hanya naik $\pm 1^\circ\text{C}$. Pada proses sistem auto sendiri dibatasi suhu maksimal hanya 45°C . Dan untuk Kelembapan pada 10 menit awal turun 7%RH dan setelah 10 menit awal penurunan tidak begitu cepat hanya $\pm 4\%$ RH sampai nilai dibawah 50%RH kelembapan mulai turun perlahan $\pm 2\%$ RH hingga nilai mencapai 45%RH. Adapun perhitungan sebagai berikut Waktu (t) :

$$t = 68 \div 60 = 1.13 \text{ Jam}$$

Adapun perhitungan sebagai berikut
Konsumsi Energi Listrik :

$$\text{Konsumsi Energi Listrik} =$$

$$\text{Rata Rata Daya} \times t$$

$$583,86 \times 1.13 = 661,70 \text{ Wh}$$

4.5. Pengujian Konsumsi Energi Listrik Bahan Jeans

pengujian bahan jeans dilakukan menggunakan 3 jacket yang di setting pada temperatur awal 30°C .

Menit	Temperatur (°C)	Kelembapan (% RH)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
0	30	88	0	0	0
1	31	83	224.8	2.6	584.48
10	36	66	225.1	2.6	585.26
20	37	62	224.4	2.6	583.44
30	38	60	224.4	2.6	583.44
40	40	58	224.6	2.6	583.96
50	40	55	223.8	2.6	581.88
60	41	53	224.8	2.6	584.48
70	42	51	225.1	2.6	585.26
80	43	49	224.6	2.6	583.96
90	44	47	223.8	2.6	581.88
96	44	45	224.6	2.6	583.96
Daya Rata – Rata (Watt)					583.81
Energi Listrik (Wh)					934.09

Dari pengambilan data pada percobaan pada bahan Jeans yang dilakukan memiliki waktu 96 menit dalam proses pengeringan. 10 Menit awal peningkatan temperatur ruangan lebih cepat dan setelah 10 menit temperatur mulai lambat dalam peningkatan. setiap 10 menit sampai 50 menit suhu hanya naik 1°C . Setelah itu setiap peningkatan temperatur membutuhkan waktu ± 20 menit. Dalam sistem auto dibatasi maksimal 45°C . Dan untuk kelembapan pada 10 menit awal turun 7%RH dan setelah 10 menit awal penurunan tidak begitu cepat hanya $\pm 3\%$ RH sampai nilai dibawah 50%RH kelembapan mulai turun perlahan 2 %RH hingga nilai mencapai 45%RH. Adapun perhitungan sebagai berikut Waktu (t) :

$$t = 98 \div 60 = 1,63 \text{ jam}$$

Adapun perhitungan sebagai berikut

$$\text{Konsumsi Energi Listrik} =$$

$$\text{Konsumsi Energi Listrik} =$$

$$\text{Rata Rata Daya} \times t$$

$$584,18 \times 1,63 = 952,21 \text{ Wh.}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Tabel 4.5 Hasil pengeringan percobaan bahan jeans

Beberapa kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

1 Alat lemari pengering pakaian menggunakan *heater* & sensor DHT22 berbasis Arduino Mega 2560 dapat dibuat dengan temperatur ruang pengeringan mencapai 44 °C dan mengurangi kelembapan dari 90% hingga 45%.

2 Proses pengeringan efektif berdasarkan 3 kali percobaan, dari kondisi awal pakaian basah sampai kering untuk bahan katun rata-rata membutuhkan waktu 65 menit, dan bahan jeans membutuhkan waktu rata-rata 95 menit.

3 Rata-rata konsumsi daya pada pengeringan bahan katun adalah 583.38 Watt, dengan konsumsi energi listrik 632.30 Wh. sedangkan untuk pengeringan bahan *jeans* daya yang dikonsumsi 583.84 Watt, dan energi listrik yang diperlukan 924.43 Wh.

5.2 Saran

Dari hasil yang telah dilakukan terhadap lemari pengering pakaian, dapat diberikan beberapa saran :

1 Perlunya ada perubahan bentuk ukuran lemari yang digunakan agar jarak antara pakaian dan lemari memiliki space yang lebih renggang

2 Lebih baik lagi jika material dinding lemari pengering yang digunakan bisa diganti atau ditambahkan dengan material yang lebih ringan dan dilapisi anti panas yang baik sehingga nanti didapatkan alat pengering pakaian yang efisiensi serta lebih baik kedepannya

3 Sebaiknya pada saat perancangan lebih baik diperhatikan kembali letak penempatan tiap komponen

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi Wijaya, Cyrillus. 2018. “*Mesin pengering pakaian sistem tertutup menggunakan Komponen AC Split dengan Variasi jumlah kipas yang ada diruang pengering*”. SKRIPSI. Teknik Mesin. Universitas Sanata Dharma.
- [2] Tri Utami, Siswi. 2014. “*Perancangan Hot Plate Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535*”. SKRIPSI. Teknik Elektromedik. Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
- [3] Liu, Thomas. 2008. “*Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22*”. Aosong Electornics Co. Ltd. Guangdong, China.
- [4] Lab Elektronika. 2017. “*Arduino mega 2560 mikrokontroler atmega2560*”, diakses pada tanggal 29 Desember 2020, dari <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>.
- [5] PLCDroid. 2020. “*Dimmer*”, Diakses pada tanggal 28 Desember 2020, dari <https://www.plcdroid.com/2020/10/pengertian-dimmer-dan-fungsinya.html>.
- [6] Komponen Elektronika. 2020.” *Pengertian Relay Dan Fungsinya* “, diakses pada tanggal 27 Desember 2020, <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay>.
- [7] Elektronika Dasar. 2020. “*LCD (Liquid Crystal Display)*”, diakses pada tanggal 20 Desember 2020, <https://elektronika->

[dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-
display](http://dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display).

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS KINERJA BAND PASS FILTER UNTUK PERANGKAT RADIO KOMUNIKASI 420 – 430 MHz

Slamet Purwo S., Parlaungan Nasution

ABSTRAK - Fungsi filter adalah meloloskan frekuensi yang diinginkan dan akan menahan frekuensi yang tidak diinginkan. Desain dan realisasi Rancang Bangun Band Pass Filter ini menggunakan teknologi mikrostrip dengan struktur hairpin . Pada struktur hairpin ini, panjang dari stripline akan dilipat membentuk huruf U sebesar $\frac{1}{2} \lambda$ dengan sudut lekukan 90° . Band Pass Filter ini dengan teknologi mikrostrip akan didesain dengan insertion loss ≤ -3 dB pada daerah passband, return loss ≥ -10 dB, impedansi karakteristik 50Ω , frekuensi kerja 420 – 430 MHz dengan respon filter Chebyshev 0,1 dB. . Band Pass Filter ini dirancang dan disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2019 setelah Band Pass Filter didesain dan dicetak (fabrikasi) menggunakan bahan dari Sustrate FR4 yang mempunyai ketebalan 1,6 mm dan Konstanta dielektrik relative (ϵ_r)= 4,3 dan diukur menggunakan Network Analyzer.

Kata Kunci : Band Pass Filter, mikrostrip, insertion loss, return loss, konstanta dielektrik relative

ABSTRACT- The filter function is to pass the desired frequency and will hold the unwanted frequency. Design and realization of this Band Pass Filter Design uses microstrip technology with a hairpin structure. In this hairpin structure, the length of the stripline will be folded to form a U of $\frac{1}{2} \lambda$ with an angle of 90° indentation. The hairpin structure bandpass filter with microstrip technology will be designed with insertion loss ≤ -3 dB in the passband area, return loss ≥ -10 dB, , 50Ω characteristic impedance, 420 - 430 MHz working frequency with 0.1 dB Chebyshev filter response. This Band Pass Filter is designed and simulated using the CST Studio Suite 2019 software then the Band Pass Filter is designed and printed (fabricated) using materials from Sustrate FR4 which has a thickness of 1.6 mm, and relative dielectric constant (ϵ_r) = 4.3 and measured using a Network Analyzer

Keywords: Band Pass Filter, microstrip, insertion loss, return loss, relative dielectric constant

I. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi telekomunikasi dengan pesat berdampak sangat besar pengaruhnya dalam kehidupan manusia. Salah satu yang berperan penting dalam kemajuan tersebut adalah teknologi perangkat yang digunakan.

Saat ini proses telekomunikasi tersebut hampir selalu melibatkan pemancaran gelombang elektromagnetik melalui sebuah pesawat pemancar. Hal yang demikian tidak pernah kita jumpai pada masa lampau, di mana orang berkomunikasi menggunakan sinyal asap, kentongan atau bendera

semafor. Zaman modern seperti sekarang ini, telekomunikasi sudah sangat luas dengan penggunaan berbagai macam piranti untuk membantu proses komunikasi.

Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian perangkat tersebut agar menjamin keterhubungan dalam jaringan telekomunikasi, mencegah saling mengganggu antara alat dan perangkat telekomunikasi, Melindungi masyarakat dari kemungkinan kerugian yang ditimbulkan akibat pemakaian alat dan perangkat telekomunikasi dan mendorong berkembangnya industri, inovasi dan rekayasa teknologi.

Dalam suatu system komunikasi, control dan telemetri, penggunaan filter sangat penting sekali pada bagian pengiriman ataupun pada bagian penerima. Filter adalah suatu sistem yang berfungsi untuk melewatkan suatu pita atau memperlemah semua isyarat diluar pita tersebut atau menyaring sinyal yang masuk ke suatu sistem atau rangkaian lain.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Filter

Filter adalah suatu system yang dapat memisahkan sinyal berdasarkan frekuensi yang diterima, untuk diloloskan atau dibiarkan lewat dan ada frekuensi yang di tolak, atau dilemahkan. Hubungan antara output dan input suatu filter dinyatakan dengan fungsi alih (transfer function)

Berdasarkan daerah frekuensi yang dilewat filter dibagi menjadi 4 (empat) bagian yaitu

1. Low Pass Filter
2. High Pass Filter
3. Band Pass Filter
4. Band Stop Filter

Band Pass Filter adalah filter yang melewatkan suatu range frekuensi. Band Pass Filter hanya melewatkan sebuah pita frekuensi dan memperlemah semua frekuensi diluar pita tersebut. Band Pass Filter merupakan penggabungan low pass filter dan high pass filter. Daerah passband dibatasi oleh dua frekuensi tepi. Frekuensi tepi rendah menunjukkan batas frekuensi rendah dari suatu high pass filter dan frekuensi tepi yang sangat tinggi menunjukkan batas frekuensi tinggi dari suatu low pass filter

2.2. VSWR

Standing Wave Ratio merupakan suatu parameter yang harus diperhatikan saat merancang suatu rangkaian yang bekerja pada

frekuensi tinggi, dimana SWR ini berkaitan dengan dengan kualitas dari sinyal yang diperoleh oleh beban. Bila impedansi saluran tidak sesuai dengan transceiver akan timbul daya refleksi (reflected power pada saluran yang berinterferensi dengan daya maju (forward power). Interferensi ini menghasilkan gelombang berdiri (standing wave) yang besarnya tergantung pada besarnya daya releksinya. Jadi VSWR adalah perbandingan antara amplitude gelombang berdiri (standing wave) maksimum dengan minimum. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan yaitu tegangan yang dikirimkan dan tegangan yang direfleksikan. Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirim disebut koefisien refleksi tegangan.

Kondisi yang paling diharapkan untuk nilai VSWR terbaik adalah bernilai 1, namun

untuk nilai VSWR paling besar dapat di toleransi berdasarkan yaitu bernilai 2.

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$VSWR = \frac{V^+ + V^-}{V^+ - V^-} \dots \dots (2.2)$$

Dimana

V^+ = Tegangan gelombang yang ditransmisikan (dB)

V^- = Tegangan Gelombang yang dipantulkan (dB)

Insertion Loss

Insertion loss adalah kehilangan daya akibat penyisipan perangkat diantara sumber dan beban. Rugi rugi ini diberikan dalam bentuk perbandingan daya rugi-rugi terhadap daya yang datang (Power Loss Ratio/PLR)

Perbandingan tersebut dalam dB yang memiliki persamaan sebagai berikut

$$Insertion Loss = 10 \log \frac{|V_1|^2}{|V_2|^2} \text{ (dB)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana

V_1 = level sinyal sebelum instalasi filter (dB)

V_2 = level sinyal setelah instalasi filter (dB)

2.3. Return Loss

Return Loss adalah kehilangan sinyal karena adanya refleksi balik yang disebabkan adanya diskontinuitas dalam suatu saluran transmisi telekomunikasi. Diskontinuitas dapat terjadi karena adanya ketidakcocokan dengan kondisi beban atau perangkat peralatan pada pengguna. Keadaan ini dinyatakan sebagai resiko dalam decibel (dB) yaitu perbandingan antara amplitude dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitude gelombang yang dikirimkan. Adapun kondisi yang paling diharapkan untuk Return Loss terbaik yaitu

kurang dari -10 dB karena menyatakan kehilangan suatu daya.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi return loss antara lain :

- Tidak samanya impedansi saluran dengan impedansi beban
- Kerusakan pada konektor
- Tidak sesuai antara konektor saluran dan konektor beban

$$Return Loss \text{ (dB)} = 10 \log \frac{P_R}{P_T} = 10 \log \left(\frac{VSWR-1}{VSWR+1} \right)^2 \quad (2.4)$$

Dimana

P_T = Daya yang ditransmisikan oleh sumber (dB)

P_R = Daya yang direfleksikan (dB)

2.4. Parameter S

Parameter S atau Scattering parameters adalah istilah untuk gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi dan dapat juga diterapkan pada frekuensi berapapun. Parameter S menggambarkan perilaku listrik pada linear electrical network. Parameter S dapat digunakan untuk menyatakan VSWR, gain, return loss, transmission coefision, reflection coefision.

2.5.. Microstrip Line

Microstripe Line merupakan media transmisi yang digunakan dalam rangkaian RF dan Microwave, saluran media transmisi microstrip adalah konduktor tipis dengan lebar w yang dicetak pada bagian atas substrat h , tebal microstrip t , $\tan \delta$ (loss Tangent).

Parameter yang penting dalam merancang transmission line adalah karakteristik inpedansi (Z_0), efektif dielektrik konstan (ϵ_r), attenuasi (α), discountinuity reaktansi, frekuensi disperse, eksitasi gelombang pada permukaan dan radiasi.

Mikrostrip adalah suatu saluran transmisi yang terdiri dari strip konduktor dan ground

plane yang antara keduanya dipisahkan oleh dielektrik. Mikrostriip diunakan karena lebih mudah dalam pabrikasi dan losses yang ditimbulkan relative lebih kecil jika dibandingkan dari rangkainan lumped.

2.6. Konstanta Dielektrik

Di dalam Mikrostrip terdapat pengaruh oleh dielektrik yang ditimbulkan oleh udara dan substrat sehingga strukturnya tidak homogen, maka diperlukan konstantan dielektrik relative sebagai pengganti, untuk menentukan hambatan karajkterisitik. Konstanta dielektrik relative dapat dianggap sebagai konstanta deielektrik medium homogen pengganti medium udara dan subsrtat dengan h (tinggi substrat), w (ketebalan substra) dan kostanta dielektrik (ϵ_r). Pada saluran microstrip untuk menentukan konstatnta dielektrik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan *hammerstad* dan *Jansen*

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{w} \right)^{-\frac{1}{2}} \dots 2.5$$

Dimana

ϵ_{eff} = Konstanta dielektrik efektif

ϵ_r = Konstanta dielektrik

w = Lebar Patch (mm)

h = Ketebalan bahan (mm)

2.7. Aproksimasi Filter

Pendekatan yang digunakan pada perancangan bandpass Filter ini Adalah pendekatan *Chebyshev*. Pendekatan Chebyshev memanfaatkan celah pada spesifikasi, bahwa diwilayah lolos (passband), peredaman tidak harus bernilai nol, tetapi boleh mengambil nilai tertentu, misalnya 0,01 dB, 0,1 dB atau nilai lainnya. Sehingga karakteristik dari pendekatan Chebyshev menunjukkan ripple di wilayah

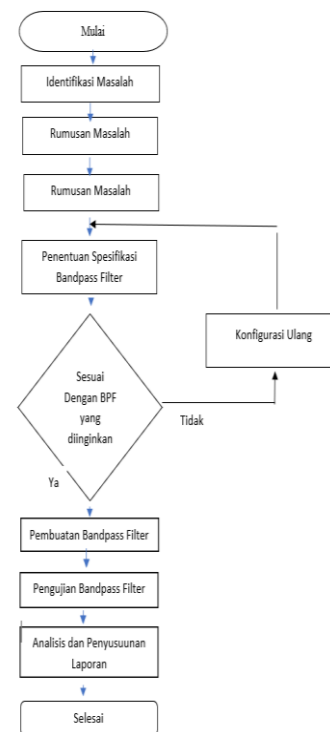
lolos dan membesar secara monoton di wilayah tolak

Filter Chebyshev biasanya digunakan ketika filter akan dirancang membutuhkan tingkat kecuraman yang tinggi dari passband ke stopband, Pada daerah passband, filter Chebyshev tidak sedar butterworth. Pada filter Chebyshev masih diizinkan adanya ripple. Semakin banyak ripple yang muncul, kemiringan stopband akan meningkat dan menghasilkan lebih banyak kurva attenuasi rectangular.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Perancangan Band Pass Filter

Berikut ini diagram alir gambar rancang bangun band pass filter untuk radio komunikasi UHF :



Tahapan dalam perancangan band pass filter antara lain adalah penentuan spesifikasi komponen yang akan digunakan, penentuan simulasi perancangan band pass filter. Setelah menentukan perancangan dan

simulasi tersebut, akan dilakukan perakitan, pengukuran dan implementasi bandpass filter tersebut.

3.2. Peralatan Yang Digunakan dalam Penelitian

3.2.1. Perangkat Lunak

Adapun peralatan yang digunakan dalam perancangan filter, terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak digunakan untuk membantu dalam proses perhitungan matematis serta digunakan untuk melakukan simulasi dan untuk mengetahui karakteristik filter yang dirancang. Sedangkan perangkat keras digunakan untuk alat pensimulasi, fabrikasi dan pengukuran..

CST Studio Suite 2019, perangkat lunak ini digunakan untuk mendapatkan kopling antar resonator, serta dalam simulasi perancangan filter, digunakan sebagai pensimulasi, untuk mengetahui tanggapan respon frekuensi dari filter seperti impedansi input, insertion loss, dan return loss

3.2.2. Perangkat Keras

a. Network Analyzer yang digunakan untuk mengukur karakteristik bandwidth dari filter, seperti return loss, insertion loss. Network Analyzer yang adalah Merk Advantest R3765G, dengan spesifikasi antara lain memiliki rentang frekuensi antara 300 kHz - 8 GHz. Network Analyzer yang digunakan telah dikalibrasi oleh laboratorium kalibrasi yang telah diakreditasi oleh ISO 17025 : 2017



Gambar III.2. Network Analyzer Merk Advantest R3767

b. Kalibrator Kit

Kalibrator Kit digunakan untuk kalibrasi port 1 dan port 2 network analyzer dengan kabel yang digunakan. Adapun kalibrator kit terdiri dari Open, Short dan Load



Gambar III. 3. Kalibrator Kit (Open, Short, Load)

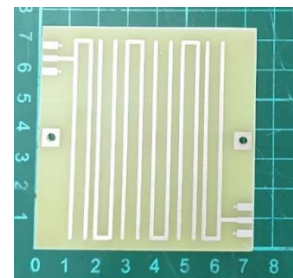
c. Kabel Yang digunakan

Kabel yang digunakan adalah kabel coaxial



Gambar III.4. Kabel coaxial

d. Substrat microstrip berupa FR4



Gambar III.5. Substrate Mikrostrip FR4

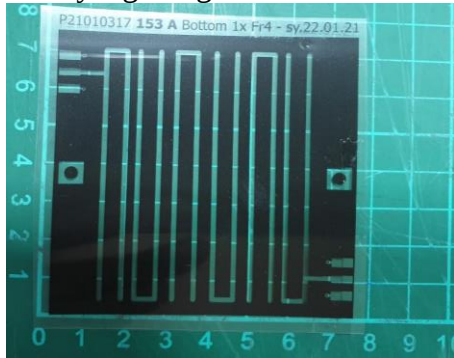
e. Konektor SMA dengan impedansi 50 Ω



Gambar III. 6.Konektor SMA

3.3. Pemilihan Bahan Yang digunakan

Bandpass filter yang dirancang, akan direalisasikan dengan menggunakan jenis PCB dengan FR4. Pada proses pembuatan filter mikrostrip, material PCB akan diproses menggunakan photo etching, dengan menghilangkan sebagian permukaan plat konduktor pada bagian atas, sehingga tersisa bentuk plat konduktor sesuai dengan desain filter yang diinginkan



Gambar III.7. Layout Film PCB Sebelum di Eching

Tabel. III.1 Spesifikasi Material Band pass Filter

No.	Parameter	Spesifikasi
1	Konstanta dielektrik relative (ϵ_r)	4,3
2	Dielektrik Loss Tangent ($\tan\delta$)	0,0265
3	Ketebalan substrate (h)	1,6 mm
4	Ketebalan konduktor (t)	0,07 mm

3.4. Spesifikasi Frekuensi Kerja Pada Band Pass Filter Yang di Rancang

Frekuensi kerja yang digunakan pada radio komunikasi UHF ini adalah

a. Frekuensi cut off bawah (f_1) : 420 MHz

b. Frekuensi cut off atas (f_2) : 430 MHz

c. Bandwidth : 10 MHz

d. Frekuensi tengah (f_0) : 425 MHz

e. Fraktion Bandwidth (FBW)

$$\begin{aligned} \text{FBW} &= f_2 - f_1 / f_0 \\ &= 430 - 420 / 425 \\ &= 0,023 = 2,3 \% \end{aligned}$$

f. Insertion loss < -3 dB

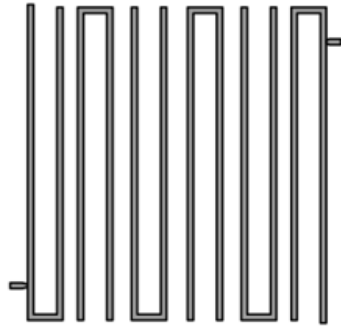
g. Return Loss < -10 dB

3.5. Pemilihan Metode Pembuatan Filter

Metode yang digunakan merupakan Dasar dari mikrostrip dengan model *hairpin*, Model *hairpin* ini adalah dari desain mikrostrip pada parallel coupled, tetapi dengan menekuk jalur mikrostrip menjadi duan seperti huruf “U”, dengan sudut lekukan sebesar 90° tujuannya adalah memanfaatkan ruang yang ada sehingga akan didapatkan dimensi yang lebih kecil. Pada Gambar III. 2 ditunjukkan sebuah saluran *hairpin* tunggal, dengan α dinamakan sudut lekukan



Gambar III.8 Pole Tunggal *hairpin*



Gambar III.9. Filter hairpin enam pole

3.6. Perancangan BPF Dengan Komponen Lumped

Sebelum perancangan Bandpass Filter Mikrostrip, terlebih dahulu dilakukan perancangan dengan menggunakan lumped (induktor dan kapasitor) sebagai komponen utama.

Spesifikasi Bandpass Filter

- Frekuensi Kerja : 420 - 430 MHz
- BW : 10 MHz
- Frekuensi tengah : 425 MHz
- Respon : Chebyshev

Dari hasil simulasi *CST Studio Suite 2019* didapat skematik dengan spesifikasi yang di tuning. Selanjutnya dilakukan percobaan simulasi . Adapun Skematik tersebut



Gambar III.10 Rangkaian Band Pass Filter Hasil Simulasi

3.7. Simulasi pada Software CST Studio Suite 2019

Setelah mendapatkan hasil semua perhitungan dan beberapa parameter yang telah ditentukan, Langkah berikutnya yaitu

melakukan simulasi pada *simulator CST Studio Suite 2019*. Apabila hasil perancangan dengan ukuran sesuai perhitungan tidak mencapai hasil yang diharapkan, maka dilakukan pengubahan ukuran panjang resonator, ukuran dimensi agar mendapatkan hasil respon frekuensi, bandwidth, dan return loss yang sesuai dengan spesifikasi filter yang diharapkan.

Adapun proses simulasi Rancang Bangun Band Pass Filter Untuk Perangkat UHF Frekuensi 420 – 430 MHz .

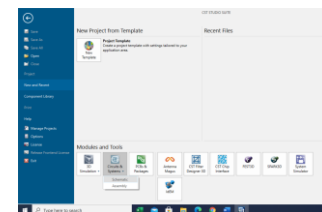
Menjalankan software simulasi CST Studio Suite 2019

Klik CST Studio Suite 2019



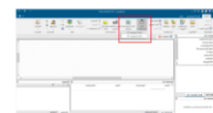
Gambar III.11 Program simulasi CST Studio Suite 2019

Pilih Circuits & Systems, kemudian tekan Schematics



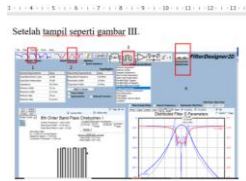
Gambar III.12 Circuits & Systems

Kemudian Pilih Filter Synthesis, pilih Filter Design 2D



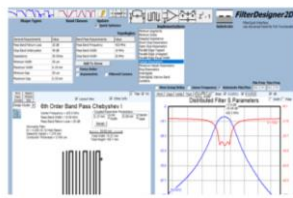
Gambar III.13 Filter Synthesis

Setelah tampil seperti gambar III.

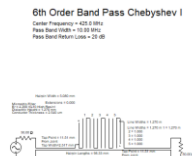


Gambar III.14 Tampilan simulasi CST Studio Suite 2019

Pilih Shape Type yaitu Chebyshev 1
Pilih Band Classes yaitu Band Pass Filter
Pilih Implementasi dan Pilih Hairpin Resonator
Pilih Substrate Yang digunakan
Setelah dimasukan parameter diatas akan didapatkan desain substrate dan distribute Filter S Parameters



Gambar III.15 Tampilan Hasil Simulasi Dari Hasil simulasi yang menggunakan CST Studio Suite 2019 didapat desain Band Pass Filter

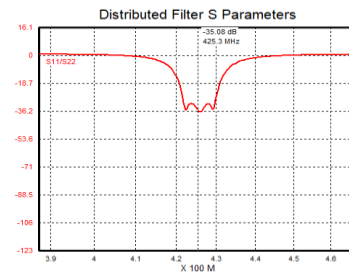


Gambar III. 11 Desain View Lay out Band Pass Filter



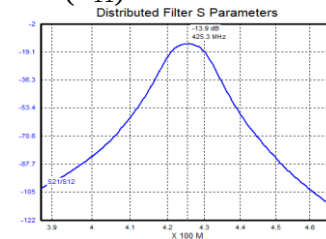
Gambar III.12 Desain Lay out Band Pass Filter

Dari Hasil simulasi yang menggunakan CST Studio Suite 2019 diperoleh Hasil Pengukuran Band Pass Filter



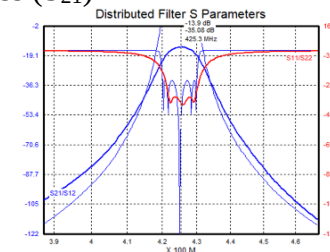
Gambar III.16. Hasil Simulasi Pegukuran parameter

Insertion Loss (S_{11})



Gambar III.14. Hasil Simulasi Pegukuran parameter

Return Loss (S_{21})



Gambar III.15. Hasil Respon Bandpass Filter

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis hasil rancang bangun *band pass filter* radio komunikasi *UHF*

Pada bab ini dibahas proses perancangan dan realisasi Band Pass Filter mulai dari perancangan, simulasi dan pengukuran serta analisis kinerja sesuai dengan spesifikasi *Band Pass Filter* yang diinginkan. Adapun

pengukuran performance Band Pass Filter ini antara lain

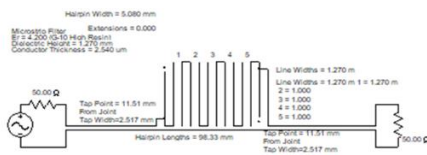
1.1.1. Pengukuran Insetion Loss

1.1.2. Pengukuran Return Loss

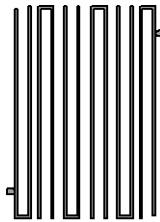
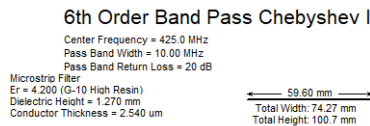
1.1.3. Pengukuran VSWR

4.2. Simulasi pada software CST Studio Suite 2019

Setelah mendapatkan semua perhitungan dan beberapa parameter yang ditentukan Langkah berikutnya adalah melakukan simulasi pada CST Filter Designer 3D 2019.

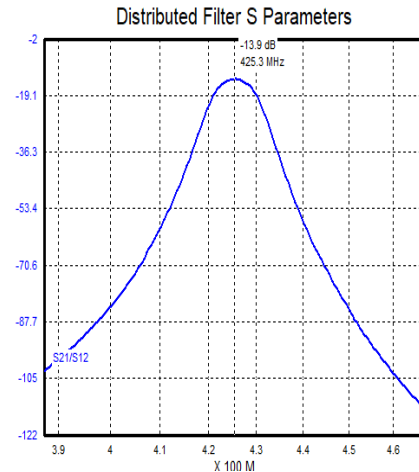


Gambar IV.1 Desain Lay Out Band Pass Filter



Gambar IV.2. Desain View Lay out Band Pass Filter

4.2.1. Hasil Simulasi Return Loss (S_{21})



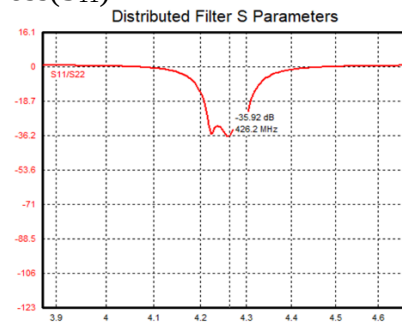
Gambar IV.3. Hasil Simulasi Insertion Loss (S_{21})

Tabel IV. 1. Hasil Simulasi Parameter Insertion Loss (S_{21})

No	Hasil Simulasi	
	Frekuensi (MHz)	Nilai Insertion Loss (dB)
1	425,376	-13,9

Pada Gambar IV.3 Menunjukkan Hasil Simulasi Parameter Insertion Loss (S_{21}) yaitu pada frekuensi 425,3 MHz dengan nilai hasil pengukuran Insertion Loss (S_{21}) yaitu -13,9 dB

4.2.2. Hasil Simulasi Return loss(S_{11})



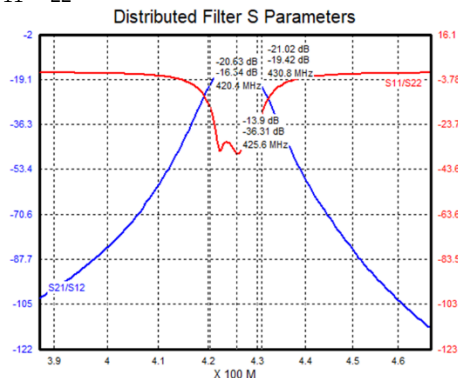
Gambar IV.4. Hasil Simulasi Return loss (S_{11})

Tabel IV.2. Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11})

No	Hasil Simulasi	
	Frekuensi (MHz)	Nilai Return Loss (dB)
1	426,2	-35,92

Pada Gambar IV. 4 . Menunjukkan Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) yaitu pada frekuensi 426,2 MHz dengan nilai hasil pengukuran Return Loss (S_{11}) yaitu --35,92dB

4.2.3. Hasil simulasi S_{21}/S_{12} dan S_{11}/S_{22}

Gambar IV.5. Hasil simulasi S_{21}/S_{22} Tabel IV.3. Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) dan Insertion Loss (S_{21})

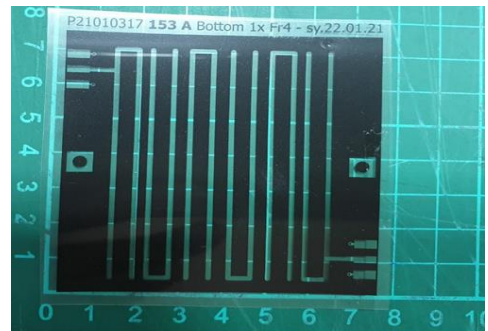
No	Hasil PSimulasi		
	Parameter	Frekuensi (MHz)	Level (dB)
1	Return Loss (S_{11})	425,376	-35,92
2	Insertion Loss (S_{21})	425,376	-13,9

Pada Gambar IV.5 Menunjukkan Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) yaitu pada frekuensi 425,376 MHz dengan nilai hasil pengukuran

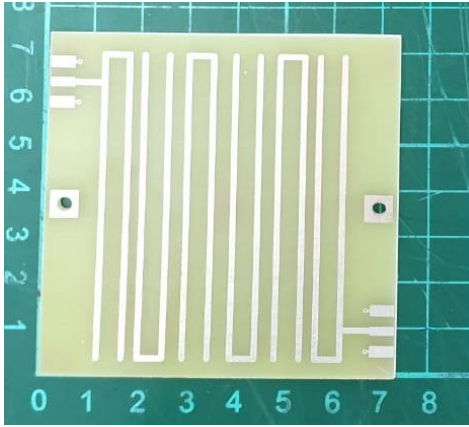
Return Loss (S_{11}) yaitu -35,92dB sedangkan Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21}) yaitu pada frekuensi 425,376 MHz dengan nilai hasil pengukuran Insertion Loss (S_{21}) yaitu -13,9dB

4.3. Fabrikasi Band Pass Filter

Setelah selesai perancangan BPF Filter maka dilakukan fabrikasi dengan menggunakan ukuran hasil rancangan tersebut. Hasil fabrikasi dapat dilihat pada Gambar dibawah ini . Selanjutnya setelah optimasi filter melalui simulasi selesai dilakukan, maka dengan parameter dan gambar rancangan yang telah diperoleh, langkah berikutnya adalah dibuat layout Bandpass filter yang akan direalisasikan dalam bentuk film negatif pada masing – masing rancangan filter. Dari film negatif yang telah dibuat, akan dicetak pada bahan PCB, melalui proses photo etching yang dikerjakan oleh salah satu servis jasa pembuatan PCB.



Gambar IV.6 Negatif Film Band Pass Filter



Gambar IV.7 Hasil Band Pass Filter yang di etching

4.4. Pengukuran Band Pass Filter

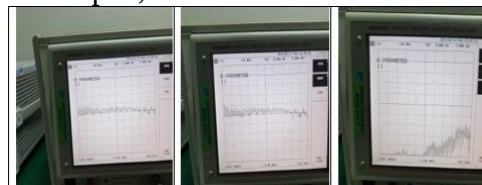
Setelah dilakukan proses pencetakan Band pass Filter dilakukan proses pengukuran dan pengujian karakteristik dari filter tersebut. Adapun parameter yang diukur adalah insertion loss, v_{swr} , parameter dengan menggunakan alat ukur Network Analyzer. Return loss merupakan besaran daya pantul yang disebabkan oleh ketidaksesuaian impedansi input dengan saluran transmisi. Besarnya parameter return loss bergantung pada perbandingan antara tegangan yang dipantulkan dengan tegangan yang masuk. Semakin besar return loss, maka faktor refleksi yang dihasilkan semakin kecil. Nilai faktor refleksi yang semakin kecil akan menghasilkan VSWR yang semakin kecil pula dan menunjukkan saluran yang mendekati sepadan (matching). Insertion loss merupakan parameter yang sangat penting dalam pengukuran filter, dengan melakukan pengukuran insertion loss akan menunjukkan besarnya loss yang akan diterima suatu sinyal ketika melewati perangkat tersebut.



Gambar IV.8. Pengukuran karakteristik *Band Pass Filter* menggunakan alat ukur Network analyzer

Sebelum melakukan pengukuran terlebih dahulu dilakukan pemanasan alat ukur Network Analyzer Selama 30 menit. Adapun langkah langkah pengukuran adalah

4.4.1 Kalibrasi Internal Network analyzer dengan kalibrator Kit mulai dari Open, Short dan Load

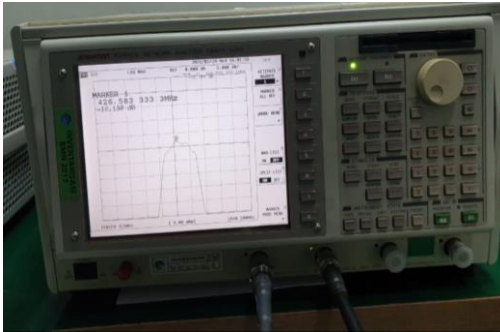


Gambar IV.9. Kalibrasi Internal Network Analyzer (Open, Short, Load)

4.4.2. Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21})

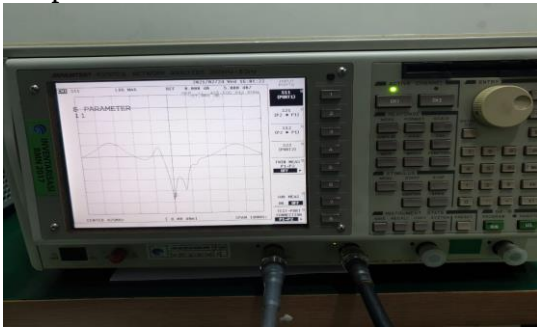
Sambungkan Port1 dan Port 2 dari network Analyzer ke Port Band Pass Filter, Kemudian tekan Measure, pilih S_{21}



Gambar IV.10 Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21})

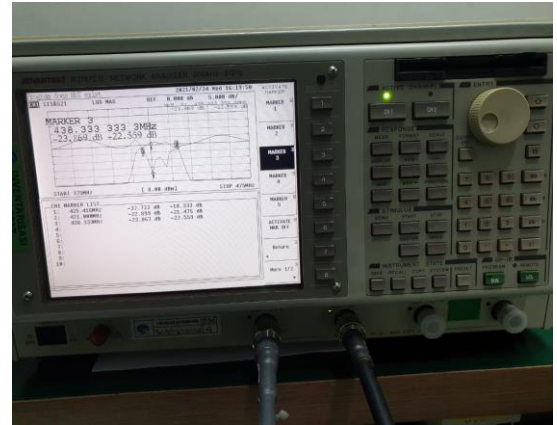
4.4.3. Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11})

Setelah Band Pass Filter Dihubungkan dengan Networ Analyzer, Kemudian pilih Measur kemudian tekan S_{11} , akan didapat tampilan

Gambar IV.11 Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21})

4.4.4. Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) dan Insertion Loss (S_{21})

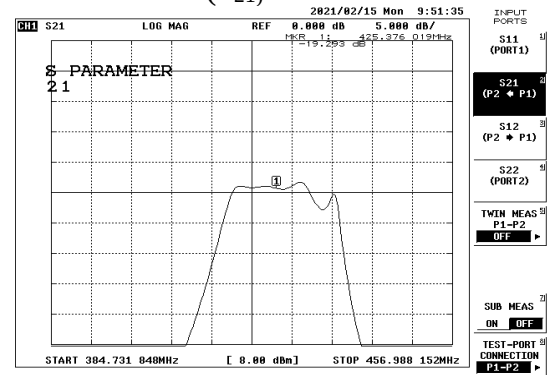
Setelah Band Pass Filter Dihubungkan dengan Networ Analyzer, Kemudian pilih Measur kemudian tekan S_{11} , akan didapat tampilan

Gambar IV. 12. Parameter Return Loss (S_{11}) dan Insertion Loss (S_{21})

4.5. Data Hasil Pengukuran

Dari hasil Pengukuran yang telah dilakukan terhadap Band Pass Filter diperoleh data hasil pengukuran sebagai berikut

4.5.1. Hasil Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21})

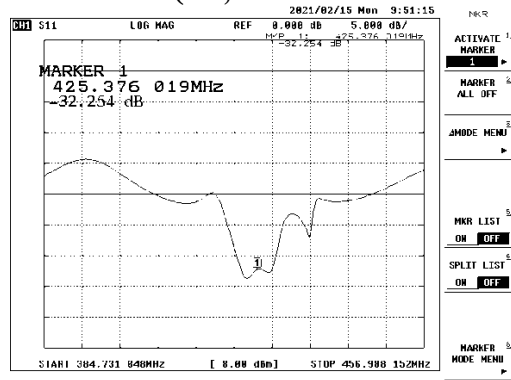
Gambar IV.13 Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21})Tabel IV.4. Hasil Pegukuran Parameter Insertion Loss (S_{21})

No	Hasil Pengukuran	
	Frekuensi (MHz)	Nilai Insertion Loss (dB)
1	425,376	-19,293

Pada Gambar IV. Menunjukkan Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21}) yaitu pada frekuensi 425,376

MHz dengan nilai hasil pengukuran Insertion Loss (S_{21}) yaitu -19,293 dB

4.5.2. Hasil Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11})



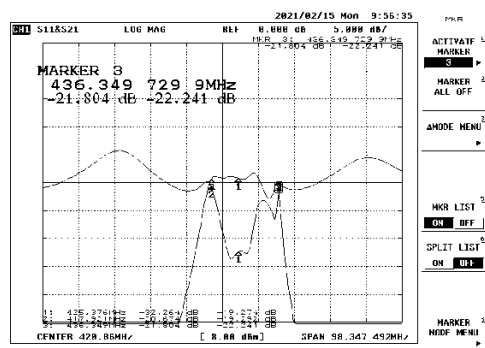
Gambar IV.14 Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11})

Tabel IV. 5. Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11})

No	Hasil Pengukuran	
	Frekuensi (MHz)	Nilai Return Loss (dB)
1	425,376	-35,376

Pada Gambar IV. Menunjukkan Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) yaitu pada frekuensi 425,376 MHz dengan nilai hasil pengukuran Return Loss (S_{11}) yaitu -35,376 Db

4.5.3. Hasil Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) dan Insertion Loss (S_{21})



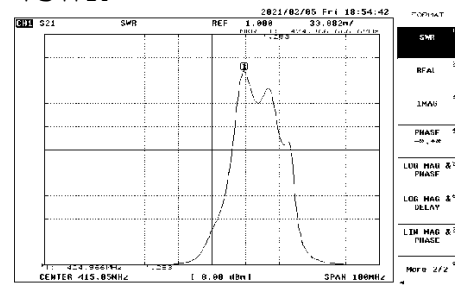
Gambar IV.14. Pengukuran parameter S_{11} dan S_{21}

Tabel IV.6. Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) dan Insertion Loss (S_{21})

No	Hasil Pengukuran		
	Parameter	Frekuensi (MHz)	Nilai Insertion Loss (dB)
1	Return Loss (S_{11})	425,376	-35,264
2	Insertion Loss (S_{21})	425,376	-19,274

Pada Gambar IV. Menunjukkan Pengukuran Parameter Return Loss (S_{11}) yaitu pada frekuensi 425,376 MHz dengan nilai hasil pengukuran Return Loss (S_{11}) yaitu -35,264 dB sedangkan Pengukuran Parameter Insertion Loss (S_{21}) yaitu pada frekuensi 425,376 MHz dengan nilai hasil pengukuran Insertion Loss (S_{21}) yaitu -19,274 dB

4.5.4. Hasil Pengukuran Parameter VSWR



Gambar IV. 15 Pengukuran VSWR Band Pass Filter

Tabel IV.7. Pengukuran Parameter VSWR

No	Hasil Pengukuran	
	Frekuensi (MHz)	VSWR
1	424,966	1,283

Dari Gambar diatas dapat dilihat terjadi pergeseran frekuensi kerja filter dari yang diinginkan yaitu sebesar 3 kHz. Filter tersebut bekerja pada frekuensi kerja sekitar 425,376 MHz, nilai maksimum return loss (S_{11}) sebesar -32,254 dB yaitu di frekuensi 424,883 MHz sedangkan nilai minimum insertion loss (S_{21})-nya adalah -19,274 yaitu di frekuensi 425,376 MHz.

Dari Gambar IV.11 dapat dilihat fractional filter adalah-[P

$$FBW = \frac{436,349 - 417,921}{425,376} = 0,043$$

Atau sebesar 4,3 %

4.6. Perbandingan Hasil Pengukuran

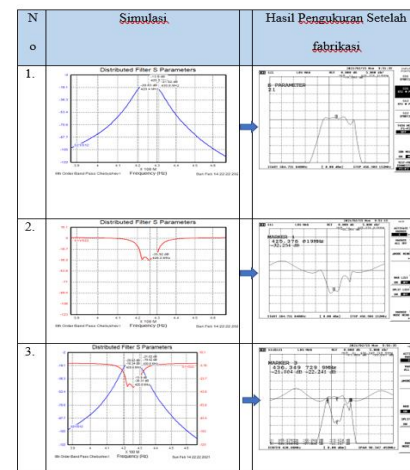
Berdasarkan dari hasil simulasi dan hasil pengukuran yang telah di lakukan pada penelitian ini. Hasil perbandingan yaitu Bandpass filter. Dari hasil pengamatan dibuatlah perbandingan antara spesifikasi yang di inginkan, hasil dari simulasi dan hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur Network Analyzer . Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa hasil dari simulasi masih sesuai dengan kriteria spesifikasi yang di harapkan namun pada hasil pengukuran setelah proses fabrikasi, ada perbedaan hasilnya dengan hasil spesifikasi dan simulasi, terjadi pergeseran frekuensi sebesar -4 MHz dan nilai minimum Insertion loss (S_{21}) yang kurang baik yaitu sebesar -18,114 dB. Secara keseluruhan perbandingan spesifikasi rancangan,

simulasi, dan hasil pengukuran Bandpass filter pada Tabel 4.1

Tabel IV.8 Perbandingan spesifikasi rancangan, simulasi, dan hasil pengukuran Bandpass filter

No	Parameter	Spesifikasi	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
1	Pass Band	420 – 430 MHz	420,6 – 430,8 MHz	417,921 – 436,921 MHz
2	Center Frekuensi	425 MHz	425,6 MHz	425,376 MHz
3	Bandwidth	10 MHz	10 MHz	10 MHz
4	FBW	2,3 %	2,3 %	4,3 %
5	Insertion Loss (S_{21})	< -3 dB	-13,9 dB	-19,293 dB
6	Return loss(S_{11})	<-10 dB	-35,92 dB	-32,254 dB

Berikut merupakan perbandingan grafik respon antara simulasi dan Hasil pengukuran band pass filter hasil fabrikasi.



Gambar IV.16 Perbandingan Grafik respon antara simulasi dan Hasil pengukuran band pass filter hasil fabrikasi

4.7. Analisis Hasil Pengukuran

4.7.1. Analisis Pergeseran Frekuensi Kerja

Dari hasil pengukuran filter dengan ukuran mengikuti ukuran rancangan (Tabel IV.1.) dapat dilihat pola pergeseran frekuensi sekitar 0 sampai dengan 3 kHz. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor proses fabrikasi yang menggunakan photo etching yang dapat mengakibatkan terkikisnya bagian pinggir konduktor PCB pada saat proses etching. Karena pergeseran ukuran 0,01 mm saja dapat mempengaruhi hasil fabrikasi dengan cukup signifikan, mengingat rentang frekuensi kerja yang digunakan dalam filter ini cukup kecil. Oleh karena itu keakuratan hasil fabrikasi juga menjadi masalah yang harus diperhatikan.

Selain permasalahan proses fabrikasi menggunakan photo etching tersebut, pergeseran frekuensi juga bisa disebabkan oleh ketidaksesuaian konstanta dielektrik yang dipakai antara simulasi dengan fabrikasi.

4.7.2. Analisis Nilai Insertion Loss (S_{21})

Pada perbandingan antara nilai insertion loss di simulasi dengan nilai pengukuran tidak terdapat kenaikan pada nilai insertion loss hasil pengukuran karena pada waktu pemilihan bahan yang digunakan untuk PCB adalah FR4 yang memiliki Konstanta dielektrik relative (ϵ_r) = 4,3 dibandingkan dengan nilai Konstanta dielektrik relative (ϵ_r) pada saat simulasi. (Perbandingan nilai Konstanta dielektrik relative (ϵ_r) antara simulasi dan fabrikasi tidak terlalu jauh perbedaannya).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan melakukan pengukuran Band Pass Filter dan analisis hasil penelitian untuk mendapatkan jawaban rumusan masalah yang diajukan, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil dari penelitian ini *Bandpass filter* bekerja pada frekuensi 417,921 – 436,921 MHz dengan fractional bandwidth sebesar 4,3 % sedangkan dengan pada nilai waktu simulasi menggunakan software CT Studio Suite 2019 adalah frekuensi 420,6 - 430,8 MHz dengan fractional bandwidth sebesar 2,3 % .
2. Pada perbandingan antara nilai insertion loss di simulasi dengan nilai pengukuran tidak terdapat kenaikan pada nilai insertion loss hasil pengukuran karena pada waktu pemilihan bahan yang digunakan untuk PC adalah FR4 yang memiliki Konstanta dielektrik relative (ϵ_r) = 4,3. Lebih bagus dibandingkan dengan nilai Konstanta dielektrik relative (ϵ_r) pada saat simulasi yaitu 4,2 .

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. De Freitas, Jolyon M. Digital filter design solutions United States of America: Artech House microwave library
- [2] Jarry, Pierre dan Beneat, Jacques, Design and Realizations of Miniaturized Fractal Microwave and RF Filters. John Wiley & Sons, Inc. 2001.
- [3] LEI ZHU, SHENG SUN, RUI LI 2008. MICROWAVE BANDPASS FILTERS FOR WIDEBAND COMMUNICATIONS New Jersey . John Wiley & Sons, Inc., Hoboken

- [4] Les Thede, Practical Analog and Digital Filter Design, Artech House, Inc.
- [5] Protap Pramanick, Prakash Bhartia, Modern RF and Microwave Filter Design, Artech House 685 Canton Street Norwood, MA 02760
- [6] Steve Wender, Analog and digital filter design, British Library Cataloguing-in-Publication Data, 2002

RANCANG BANGUN SISTEM ABSENSI DENGAN PEMERIKSAAN SUHU TUBUH BERBASIS ARDUINO ATmega2560

Sri Hartanto , Andre Dwi Prabowo

Abstrak - Seiring dengan perkembangan pembangunan gedung bertingkat yang cukup pesat di Indonesia saat ini, membuat banyak tantangan yang muncul pada setiap gedung yang dapat dibangun maupun gedung bertingkat yang telah beroperasi. Dimasa pandemi ini banyak karyawan yang beraktifitas di kantor untuk memudahkan pemeriksaan suhu tubuh, bagaimana memastikan jika suhu tubuh tidak di atas 37°C pada saat absensi. Kemudian tantangan membuat sistem absensi menggunakan pemeriksaan suhu tubuh untuk memastikan pada saat masuk ketempat kerja dalam keadaan sehat tidak terpapar *covid-19*. Pada Kesempatan ini, penulisan membuat suatu rancangan sistem absensi menggunakan cek suhu tubuh untuk memastikan karyawan dalam keadaan sehat dari *covid-19*. Pada perancangan ini dengan menggabungkan antara absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh. Yang menggunakan *Radio Frequency Identification (RFID)*, *Sensor Suhu*, *Sensor Infrared*, *Arduino ATmega2560*, *Real Time Clock (RCT)*, *NodeMCU* dan *Liquid Crystal Display (LCD)*. Penelitian ini menggunakan arduino ATmega2560 yang berfungsi untuk pengendali *micro single-board* yang bersifat *open-source* dan data dapat di tampilkan oleh LCD yaitu untuk mengetahui hasil pengecekan suhu tubuh yang dapat memberi informasi kepada karyawan. Hasil data absensi yang masuk kedalam sistem pada saat suhu 37°C maka arduino ATmega2560 memberi informasi bahwa karyawan dalam keadaan sehat, jika lebih dari 37°C maka absensi tidak bisa masuk dan dapat menolak absen.

Kata kunci: Gedung, Absensi, *Radio Frequency Identification (RFID)*, *Sensor Suhu* dan *Sensor IR*, *Arduino ATmega 2560*, dan *Liquid Crystal Display (LCD)*.

Abstract - Along with the development of high-rise building construction which is quite rapid in Indonesia today, there are many challenges that arise in every building that can be built and multi-storey buildings that are already operational. During this pandemic, many employees are active in the office to make it easier to check their body temperature, how to ensure that the body temperature is not above 37 °C during absence. Then the challenge of making an attendance system uses a body temperature check to ensure that when you enter the workplace you are in a healthy state and are not exposed to Covid-19. On this occasion, writing made an attendance system design using a body temperature check to ensure employees are in good health from Covid-19. In this design by combining attendance with body temperature checks. Which uses *Radio Frequency Identification (RFID)*. *Temperature Sensor*, *Infrared Sensor*, *Arduino ATmega2560*, *Real Time Clock (RCT)*, *NodeMCU* and *Liquid Crystal Display (LCD)*. This study uses *Arduino ATmega2560* which functions as an open-source single-board micro controller and the data can be displayed by the LCD, which is to determine the results of checking body temperature which can provide information to employees. The results of attendance data that enter the system when the temperature is 37°C, *Arduino ATmega2560* provides information that employees are in good health, if more than 37°C, attendance cannot enter and can refuse attendance.

Keywords: Building, Attendance, Radio Frequency Identification (RFID), Temperature Sensor and IR Sensor, Arduino ATmega 2560, and Liquid Crystal Display (LCD).

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mengalami perubahan yang sangat cepat. Kemajuan teknologi berdampak pada pekerjaan manusia. Pekerjaan yang biasanya dilakukan oleh manusia menjadi dapat dilakukan oleh suatu sistem secara otomatis. Manusia menggunakan teknologi sebagai alat kemudahan untuk melakukan proses pengelolaan data. Pengukuran suhu tubuh merupakan salah satu metode diagnosa yang diketahui dan tetap menjadi indikator penting dalam mendiagnosa penyakit, baik di kehidupan sehari-hari maupun pada saat kita bekerja. Untuk mengukur suhu tubuh pada saat bekerja di kantor. Salah satu diantaranya adalah bagaimana upaya untuk mendeteksi semua karyawan tidak terpapar *covid-19*. Pengukuran suhu tubuh pada sistem absensi, untuk memudahkan karyawan dalam mendeteksi wabah penyakit *covid-19*, Absensi merupakan aktifitas laporan dan pendataan kehadiran yang ada didalam perusahaan. Dalam sistem absensi dapat dikelompokkan menjadi manual dan digital. Sedangkan dalam sistem absensi digital yang merupakan alat komunikasi dan sistem indikasi secara otomatis berupa *Radio Frequency Identification* (RFID).

II. TEORI DASAR

Dalam penelitian ini telah dirancang sebuah alat yang dapat digunakan untuk

mengetahui nilai suhu tubuh manusia dengan waktu yang singkat dan menghasilkan nilai pembacaan yang akurat. Menggunakan sensor inframerah dengan seri MLX90614 yang dipadukan dengan arduino ATmega2560 serta tampilan *Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan cara yang digunakan untuk membuat *thermometer* tubuh tanpa kontak fisik. Metode penelitian yang digunakan yaitu membandingkan antara alat *non contact thermometer* dengan alat pembanding. Alat pembanding ini sebagai acuan untuk mendapatkan nilai presisi dan akurasi yang tinggi. Kedua alat melakukan pengukuran suhu dalam kondisi yang sama.

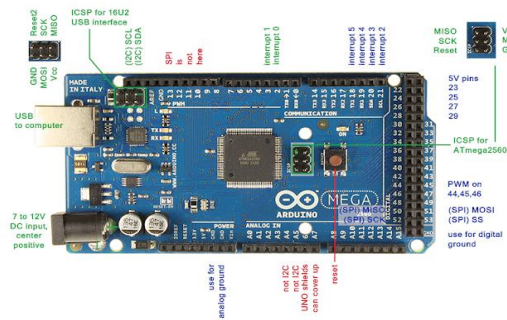


2.1 Desain Alat

2.1. Arduino ATmega2560

Arduino ATmega2560 adalah sebuah platform komputasi fisik *open source* berdasarkan rangkaian *input/output* sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *Processing*. Mikrokontroler dapat bekerja bila didalamnya terdapat sebuah program yang berisikan instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan

sistem mikrokontroler tersebut. Program pada mikrokontroler tersebut dijalankan secara bertahap. Pada program tersebut terdapat beberapa set instruksi yang mana tiap instruksi tersebut dijalankan secara bertahap atau berurutan.



Gambar 2.2 Mikrokontroler Arduino Mega2560

2.2. Radio Frequency Identification (RFID)

RFID adalah singkatan dari *Radio Frequency Identification*, adalah sistem identifikasi tanpa kabel yang memungkinkan pengambilan data tanpa harus bersentuhan seperti *barcode* dan *magnetic card*. RFID kini banyak dipakai bidang seperti kantor /perusahaan supermarket dan rumah. RFID merupakan sebuah teknologi yang menggunakan metoda auto-ID atau *Automatic Identification* yang merupakan metoda pengambilan data dengan mengidentifikasi benda secara otomatis tanpa ada keterlibatan manusia sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam mengurangi kesalahan dalam memasukkan data. Pembaca RFID secara elektronik akan mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi berupa kode-kode tertentu yang tersimpan dalam RFID tag dengan menggunakan gelombang radio. Tiap-tiap RFID Tag memiliki data angka identifikasi / ID. Ketika tag ini melalui medan yang

dihasilkan oleh pembaca RFID yang kompatibel, tag akan mentransmisikan informasi yang ada pada tag kepada RFID pembaca, sehingga proses identifikasi benda dapat dilakukan. Keunggulan RFID dibandingkan dengan sistem yang lainnya yaitu RFID menggunakan



Gambar 2.3. RFID

2.3. Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, *Input* yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunaanya. Sensor pada dasarnya dapat digolong sebagai *Transduser Input* (TI) karena dapat mengubah energi fisik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistansi (yang kemudian dikonversikan lagi ke tegangan atau sinyal listrik).

Sensor Suhu MLX90614

Sensor suhu MLX90614 merupakan termometer inframerah yang digunakan

mengukur suhu tanpa bersentuhan dengan benda. Sensor ini terdiri dari chip detektor yang peka terhadap suhu berbasis infra merah dan pengondisi sinyal *Application Specific Standard Product* (ASSP). Secara umum sensor didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik ataupun tegangan. Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya sensor MLX90614 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dengan memanfaatkan radiasi gelombang inframerah.

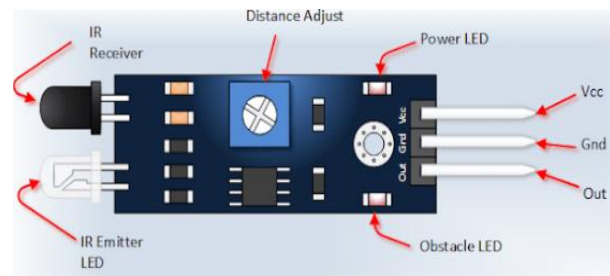


Gambar 2.4 Sensor Suhu MLX90614

Sensor Inframerah (IR)

Infrared (IR) detektor atau sensor infra merah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah /IR. Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai *IR Detector Photomodules*. *IR Detector Photomodules* merupakan sebuah chip detektor infra merah digital Lampu LED

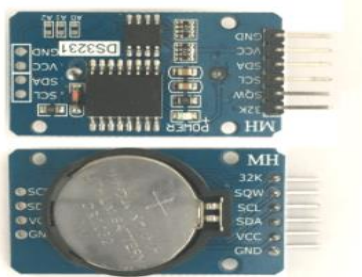
pemancar infra merah memancarkan infra merah, jika infra merah menabrak sesuatu benda didepannya maka akan terpantul sebagian. Pantulan sinar infra merah yang berbalik arah akan mengenai sensor infra merah berjenis photodiode yang mana akan photodiode akan memberikan sinyal bahwa ada benda di depan sensor.



Gambar 2.5 Bagian-Bagian Sensor Infra Red (IR)

Real Time Clock (RTC)

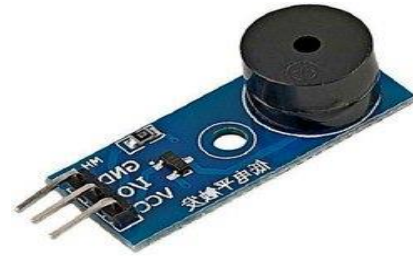
Real Time Clock (RTC) adalah real time clock bukan real time computing, biasanya berupa IC yg mempunyai clock sumber sendiri dan internal baterai untuk menyimpan data waktu dan tanggal. Sehingga jika sistem komputer/microcontroller mati waktu dan tanggal didalam memori RTC tetap diperbaharui. Salah satu RTC yang sudah populer dan mudah penggunaannya adalah DS2331, apalagi pada *Codevision* sudah tersedia fungsi-fungsi untuk mengambil data waktu dan tanggal untuk RTC DS2331 ini



Gambar 2.6 Module RCT DS2331

Buzzer Speaker

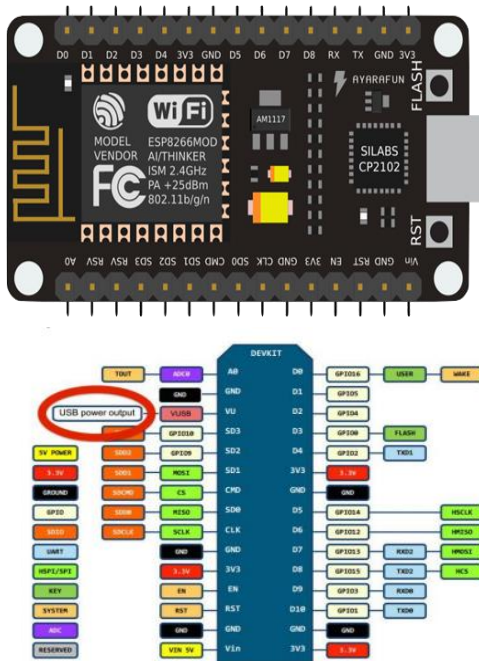
Pengertian *buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Buzzer ini biasa dipakai pada sistem alarm. Juga bisa digunakan sebagai indikasi suara. Buzzer adalah komponen elektronika yang tergolong *tranduser*. Sederhananya *buzzer* mempunyai 2 buah kaki yaitu positif dan negatif. Untuk menggunakannya secara sederhana kita bisa memberi tegangan positif dan negatif 3 - 12V. Cara kerja *Buzzer* pada saat aliran listrik atau tegangan listrik yang mengalir ke rangkaian yang menggunakan *piezoeletric* tersebut. *Piezo buzzer* dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 - 6 kHz hingga 100 kHz. *Buzzer* elektronika ini berfungsi sebagai alarm pada saat absensi masuk karyawan dan indikator suara sebagai tanda bawah suhu pada temperatur tubuh manusia melebihi batas normal/upnormal dan *buzzer* elektronika ini akan berbunyi “beep beep”



Gambar 2.7 Buzzer Speaker

NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul *Wireless Fidelity* (WIFI) yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti arduino agar dapat terhubung langsung dengan WIFI dan membuat koneksi *Transmission Control Protocol* (TCP)/IP. Modul ini juga merupakan sebuah chip yang sudah lengkap dimana didalamnya sudah termasuk *processor*, memori dan juga akses ke GPIO. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3V dengan memiliki tiga mode WIFI yaitu *Station*, *Access Point* (AP). Modul ini juga dilengkapi dengan prosessor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroller.

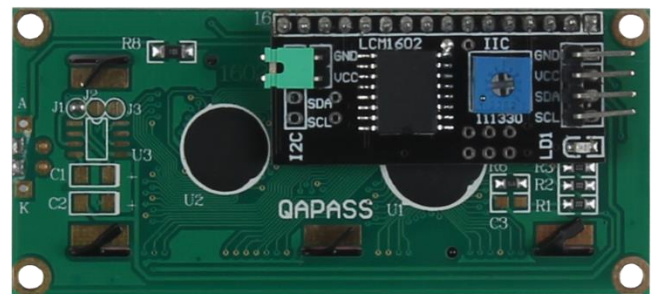


Gambar 2.8 Maping Pin NodeMCU
ESP8266 Lolin

Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan membentuk susunan kristalin yang mempolarisasi cahaya yang melaluinya. Kristal dengan sifat khusus yang menampilkan warna lengkap yang berasal dari efek pantulan atau transmisi cahaya dengan panjang gelombang pada sudut lihat tertentu. CD adalah lapisan dari

campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segment. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segment yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

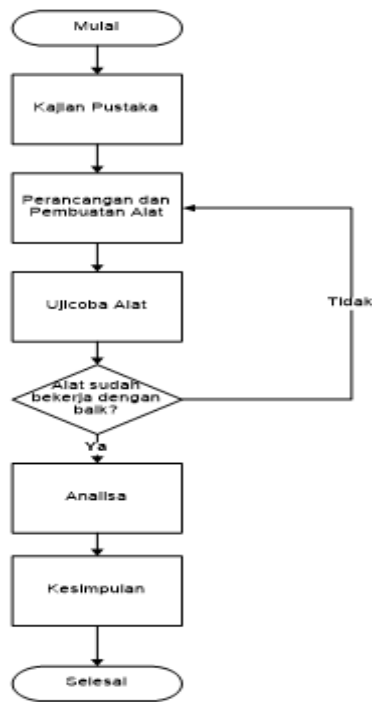


Gambar 2.9 LCD dan Module 12C

III. METODE PENELITIAN

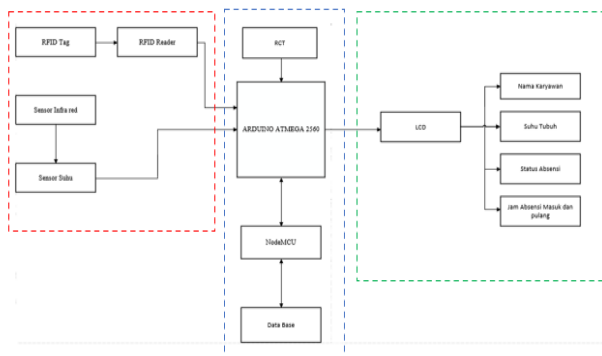
3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat *prototype* Rancang Bangun Sistem Absensi Dengan Pemeriksaan Suhu Tubuh Berbasis Arduino ATmega2560. Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini maka metode-metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.2. Blok Diagram

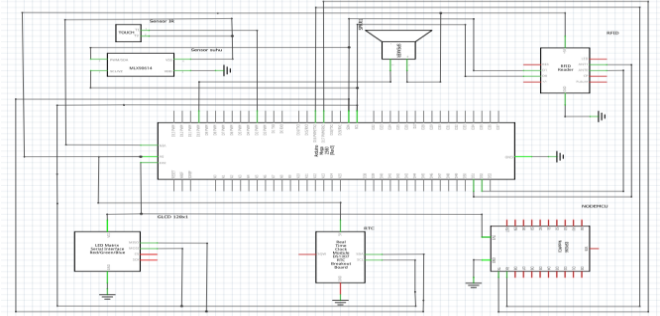


Gambar 3.2 Diagram Blok

Blok Diagram Proses kerja sistem absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh yang akan dijelaskan pada sub-bab ini. Perancangan proses sistem absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh dengan arduino ATmega2560. Pada gambar 3.2 ini akan dijelaskan input, proses dan *output* pada sistem absensi

dengan pemeriksaan suhu tubuh ada beberapa komponen komponen yang harus diperhatikan dalam blok diagram.

3.3. Rangkaian Perangkat Keras



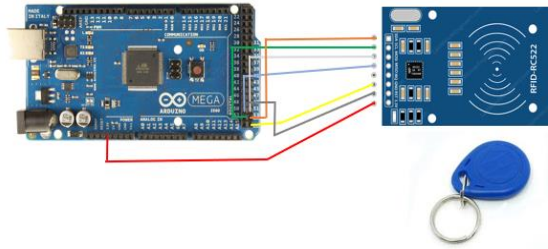
Gambar 3.3 Gambar Rangkaian Sistem Absensi

Pada perancangan sistem absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh berbasis arduino ATmega2560 ini diperlukan beberapa komponen elektronika seperti *Radio Frequency Identification* (RFID), Sensor Suhu, Sensor Infrared, Arduino ATmega2560, *Modul Real Time Clock* (RCT), *NodeMCU*, *Ethernet Shield* dan *Liquid Crystal Display* (LCD) dan lainnya.

a) Rangkaian Radio Frequency Identification (RFID)

RFID adalah singkatan dari *Radio Frequency Identification*, merupakan sistem identifikasi tanpa kabel yang memungkinkan pengambilan data tanpa harus bersentuhan melalui gelombang radio. RFID terdiri atas dua perangkat yaitu *RFID tag* dan *RFID pembaca*, *Radio Frequency Identification* ini merupakan teknologi yang menggunakan *Automatic Identification* yang merupakan metode pengambilan data dengan mengidentifikasi benda secara otomatis tanpa ada keterlibatan manusia sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam mengurangi kesalahan dalam memasukkan

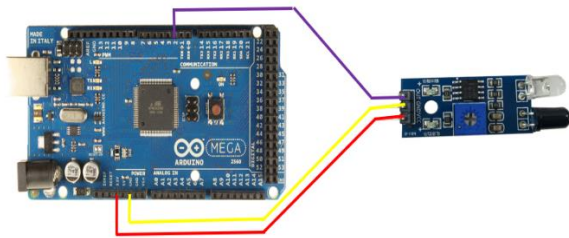
data.



Gambar 3.4 Rangkaian RFID

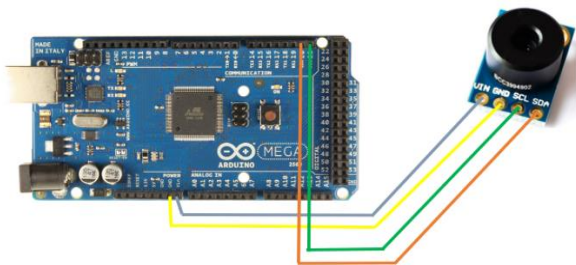
b) Rangkaian Sensor Infrared (IR) dan Sensor Suhu

Pada perancangan infrared ini, module IR saling berhubungan dengan sensor suhu pada saat IR bekerja untuk mendeteksi benda dan mengenali benda maka sensor suhu akan memberi informasi pada arduino. Seperti pada gambar 3.6 di bawah ini:



Gambar 3.5 Rangkaian Infra Red (IR)

Pada gambar 3.6 merupakan suatu model pengiriman data melalui gelombang inframerah dengan frekuensi *carrier* sebesar 38 kHz. Inframerah ini untuk membedakan antara katoda dan anodanya dapat dilihat dari bentuk elektrodanya dalam LED akan menentukan jenis cahaya yang diradiasikan.

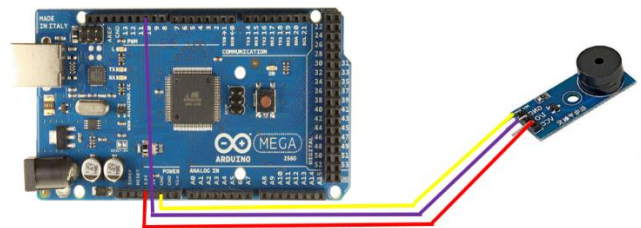


Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Suhu MLX90614

Sensor suhu ini akan berfungsi ketika karyawan/ benda mendekati anggota tubuhnya ke sensor dan sensor akan mengirim data ke arduino untuk di proses atau *scaling* data. Dan akan menginformasikan hasil suhu karyawan ke basis data untuk penyimpanan data.

c) Rangkaian Alarm Buzzer Beep

Buzzer dalam perancangan sistem ini berfungsi sebagai indikator alarm. *Buzzer* akan secara otomatis aktif ketika terjadi absensi tidak terdaftar dan suhu melebihi batas maksimal / diatas 38°C. hal ini bertujuan agar karyawan dapat mengetahui saat kartu RFID belum terdaftar dan suhu di atas 38°C maka *buzzer* akan bunyi. Dalam wiringnya dapat dilihat pada gambar 3.8 *buzzer beep* ini membutuhkan tegangan, *grounding* dan I/O yang akan disambungkan ke pin arduino ATmega2560 sesuai dengan pada tabel 3.3

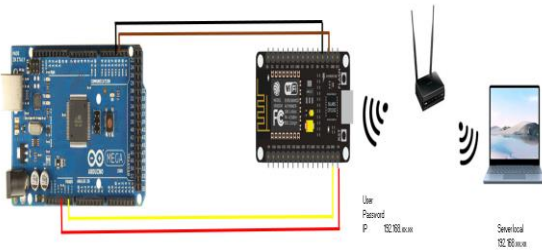


Gambar 3.7 Rangkaian Buzzer Beep

d) Rangkaian NodeMCU

NodeMCU memiliki lebih dari 1 fungsi serial Tx Rx, yaitu Tx0 Rx0 dan Tx2 Rx2, tetapi pada kenyataannya tidak bisa digunakan untuk komunikasi serial pada Pin Tx2 dan Rx2. Oleh karena itu bisa

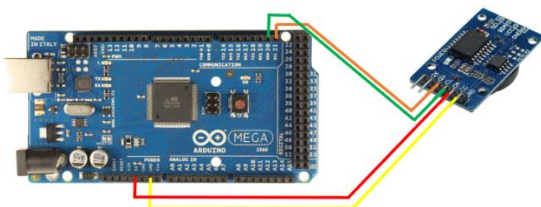
menggunakan *download library* pada fitur dari arduino ATmega2560 *boards manager*, yaitu *library* <SoftwareSerial.h>. Arduino ATmega2560 mengirimkan data serial secara berulang, kemudian nodeMCU ESP8266 memarsing data dari arduino ATmega2560.



Gambar 3.8 Rangkaian NodeMC

e) Rangkaian *Real Time Clock* (RTC)

Real Time Clock (RTC) merupakan suatu IC yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal serta berupa chip yang dapat menghitung waktu dan menyimpan data waktu tersebut secara nyata. RTC ini membutuhkan sumber tegangan 5 VDC, GND, SCL, SDA di sambungkan ke ATmega 2560 setelah rangkaian sudah jadi masuk ke program dan *download library* RCT.

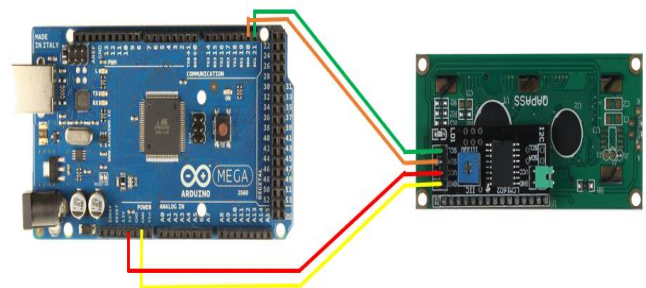


Gambar 3.9 Rangkaian Real Time Clock (RTC)

f) Rangkaian *Liquid Crystal Display*

(LCD) 20x4

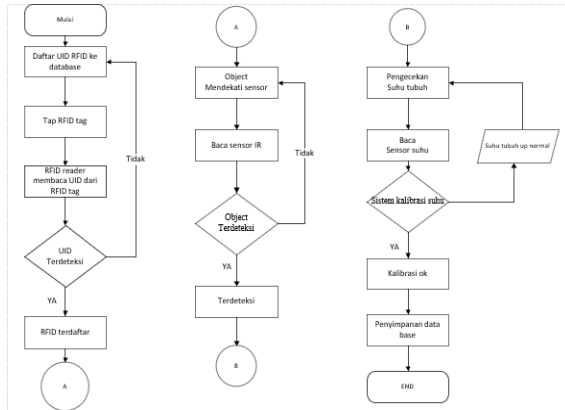
Liquid Crystal Display (LCD) yang digunakan pada tugas akhir ini adalah LCD 20x40, LCD ini dapat terhubung dengan arduino ATmega2560 melalui koneksi antar PIN. Untuk menghubungkan LCD dan arduino ATmega2560 dapat menggunakan kabel *jumper female female*. LCD 20x4 merupakan sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit dua elektroda yang transparan.



Gambar 3.10 Rangkaian *Liquid Crystal Display* (LCD)

3.4. Cara Kerja Rangkaian

Cara kerja alat dalam rancang bangun sistem absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh berbasis arduino ATmega2560 dimana proses absensi menggunakan arduino ATmega2560 dan pada saat absensi benda akan meminta untuk melakukan pengecekan suhu tubuh pada rancang bangun ini, berikut adalah diagram alir dari sistem absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh:



Gambar 3.11 Diagram Alir Sistem Absensi dan Pengecekan Suhu Tubuh

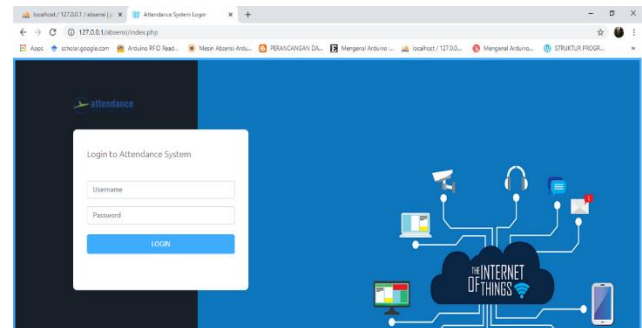
Dari diagram alir pada gambar 3.12 maka dapat disimpulkan cara kerja *prototype* dari Sistem absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh. Prinsip kerja rancangan bangun ini diawali dengan membaca UID pada *Radio Frequency Identification* (RFID) tag oleh pembaca secara *contactless*. Kode ini sebelumnya dikirim ke arduino ATmega2560 dan akan dikirim ke basis data, jika kode UID telah terdaftar sebagai nomer karyawan maka sistem akan menambahkan data karyawan ke dalam tabel absensi dalam basis data. Jika UID tidak terdaftar dalam basis data maka akses pembaca tidak terdeteksi *beep* panjang akan berbunyi dari *speaker*, setelah RFID terdaftar sensor IR akan mendeteksi benda yang mendekati sensor IR akan menginformasikan ke arduino ATmega2560, setelah benda sudah terdeteksi sensor suhu akan membaca benda yang telah diinformasikan oleh sensor IR.

3.5 Perancangan Halaman Web

Hasil dari program yang di buat menggunakan program PHP program `set_absensi` dan `set_RFID` adalah interface

berupa halaman web. Dalam perancangan halaman web ini yang dibuat, sebagai berikut:

1. Halaman login: halaman login di gunakan untuk melakukan login pada pendaftaran atau absensi karyawan login menggunakan *user* admin dan *password* admin123
2. Halaman utama: halaman utama dapat memilih untuk melakukan check attendance dan add new RFID
3. Halaman *check attendance*: halaman untuk pencarian data karyawan yang telah absensi
4. Halaman *add new RFID*: halaman untuk melakukan penyimpanan data kedalam basis data dan menampilkan daftar hasil absensi.



Gambar 3.12 Tampilan web

IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Coba Alat

Uji coba alat yang sudah dibuat meliputi uji coba pengoprasian sistem, uji coba terhadap perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui proses kinerja pada tiap-tiap komponen yang sudah digunakan dalam alat tersebut. Pengujian ini diharapkan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan

seakurat mungkin serta alat dapat berfungsi dan bekerja sesuai yang ditetapkan.

4.2. Pengujian Prangkat Keras RFID

Program RFID ini dapat membaca kode UID RFID pada yang akan di input server local agar dapat tersimpan dimemori arduino ATmega2560 sebagai akses diterimanya kartu RFID yang sudah terdaftar atau tidak terdaftar.

Table 4.1 ID Number RFID

No	Nama	ID Number RFID	Status
1	Andre	19813e3	Terdaftar
2	Najib	e7effb3	Terdaftar
3	Muchlis	Ae1786	Terdaftar
4	Johan	723ae04	Terdaftar
5	Rihat	6422fr0	Terdaftar
6	Didi	27c12a7	Terdaftar
7	Pujo	gh4506jk	Terdaftar
8	Evan	68ol5797	Terdaftar
9	Fauzan	qh976i52	Terdaftar
10	Arya	269jqe5	Terdaftar

Pengujian pengukuran jarak pembaca pada sensor RFID reader dengan RFID tag dilakukan menggunakan meteran atau penggaris. Pengukuran jarak RFID tag dengan RFID pembaca bertujuan untuk pengujian jarak RFID pembaca dapat membaca RFID tag seberapa jauh. Berikut hasil dari pengujian jarak pada RFID adalah hasil data pengukuran yang telah dilakukan terhadap jarak RFID tag dengan RFID pembaca:

Tabel 4.2 Pengambilan Data Jarak RFID tag dengan RFID pembaca

Pengujian	Jarak	Keterangan
1	0 cm	Terdeteksi
2	0,5 cm	Terdeteksi
3	1 cm	Terdeteksi
4	2 cm	Terdeteksi
5	3 cm	Terdeteksi
6	3,5 cm	Tidak terdeteksi
7	4 cm	Tidak terdeteksi

Hasil pengujian jarak RFID di atas menunjukan bahwan maksimal pembacaan RFID tag terhadap RFID pembaca adalah 3,5 cm pembacaan pada RFID pembaca dengan jarak 0 samapi dengan 3 cm masih terdeteksi pada saat 3,5 cm atau lebih dari RFID tag ke RFID pembaca tidak terdeteksi oleh RFID pembaca atau tidak teridentifikasi oleh RFID pembaca.

4.3. Pengujian Suhu Tubuh Manusia

Pada pengujian suhu tubuh manusia, pengukuran suhu dapat dilakukan dengan 2 alat yaitu alat Termometer dan Pembacaan pada alat tugas akhir ini. Pengukuran suhu dilakukan dengan meletakkan alat didepan tangan bagian luar dengan jarak yang berbeda-beda yaitu pengujian dari 1 cm sampai dengan 4 cm.

Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Suhu Tubuh

Jarak	Thermometer Gun Digital (°C)	Pembaca Alat TA(°C)	Selisih
1 cm	35,9	36,2	0,7°C
	36,3	36,6	0,3°C
	36,6	36,7	0,1°C
	36,4	36,8	0,4°C

	36,6	37,1	0,5°C
2 cm	36,6	36,8	0,2°C
	36,5	36,9	0,4°C
	36,6	35,9	0,3°C
	36,4	35,6	0,2°C
	35,9	36,7	0,2°C
3 cm	36,7	36,9	0,2°C
	36,6	37,3	0,7°C
	36,8	37,2	0,6°C
	36,7	36,9	0,2°C
	36,6	37,6	1°C
4 cm	35,8	37,6	1,8°C
	35,9	37,3	1,4°C
	35,9	37,5	1,6°C
	35,8	37,2	1,4°C
	35,8	37,1	1,3°C

	36,4	36,9	0,5°C
25(Remaja)	36,5	36,4	0,1°C
	35,8	36,5	0,7°C
	36,2	36,8	0,6°C
	36,7	36,2	0,5°C
	36,2	36,7	0,5°C
28(Dewasa)	36,8	36,9	0,1°C
	36,6	36,3	0,3°C
	36,7	37,0	0,3°C
	36,5	36,7	0,2°C
	36,7	37,1	0,4°C
30(Dewasa)	36,8	36,8	0°C
	36,4	36,5	0,1°C
	35,8	36,1	0,3°C
	35,7	36,3	0,5°C
	36,5	37,4	0,9°C

4.4. Pengujian Suhu Tubuh Manusia Berdasarkan Usia

Pengujian yang dilakukan pada 10 orang, dengan 5 orang dewasa dan 5 orang remaja dalam kondisi yang sehat. Pengukuran suhu tubuh manusia ini dilakukan dengan meletakkan alat di depan tangan bagian luar dengan jarak 2 cm dan akan dibandingkan dengan termometer pabrikan.

Tabel 4.4 Suhu Tubuh Berdasarkan Usia

Usia	Thermometer Gun Digital (°C)	Pembaca Alat TA	Selisih
24(Remaja)	36,2	36,4	0,2°C
	36,5	36,3	0,2°C
	36,8	37,0	0,2°C
	36,8	37,1	0,3°C

4.5. Hasil Data Pengujian

Pada data hasil pengujian yang didapatkan dengan suhu ruangan 78 °C, berikut adalah data hasil yang sudah oleh basis data server:

Table 4.5 Absensi dan Suhu Tubuh

Absensi dan Suhu Tubuh				
Nama	26/01/2021	07/02/2021	12/02/2021	14/02/2021
Andre	35,9°C	36,7°C	36,2°C	36,8°C
Najib	36,6°C	37,1°C	36,5°C	36,4°C
Muchlis	36,7°C	35,9°C	36,8°C	35,8°C
Johan	35,8°C	35,6°C	36,8°C	35,7°C
Rihat	36,3°C	36,9°C	36,4°C	36,5°C
Didi	36,6°C	37,5°C	36,9°C	36,2°C

Pujo	36,4°C	36,9°C	36,3°C	37,1°C
Evan	36,8°C	37,5°C	36,8°C	36,5°C
Fauzan	35,8°C	36,9°C	36,7°C	36,4°C
Arya	36,7°C	36,9°C	37,1°C	36,1°C

V. KESIMPULAN

Bab ini akan membahas tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan setelah melakukan rancang bangun dan penelitian.

Kesimpulan

1. Pada tugas akhir ini sistem absensi RFID dengan pengecekan suhu tubuh telah dapat direalisasikan.
2. Sistem absensi ini dalam pengujian dilakukan, dapat dibuktikan tingkat akurasi pada sensor suhu dan kehandalan pada sistemnya
3. Pada rancang bangun sistem absensi dengan pemeriksaan suhu tubuh berbasis arduino ATmega2560, alat yang dapat melakukan intruksi sesuai prosedur yang diharapkan dengan benar. Program dibuat dalam alur sistematis dengan sebuah perintah-perintah menggunakan perangkat lunak Arduino IDE yang nantinya program yang sudah dibuat akan diupload kedalam *chip* mikrokontroler melalui *port* USB yang dapat diupload pada board arduino ATmega2560 sendiri.
4. Dalam rancang bangun ini berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Dari sistem absensi dan pengecekan suhu tubuh. Pada Sistem buzzer dapat berbunyi jika RFID tag tidak terdaftar dan suhu melebihi 38°C
5. Dari percobaan yang dilakukan, hasil pengukuran jarak RFID tag dengan RFID pembaca tidak bisa lebih dari 5 cm

dan hasil pengukuran sensor suhu memiliki tingkat akurasi yang signifikan dan bervariasi jika dibandingkan dengan termometer pabrikan.

Pada sistem absensi ini harus terdaftar kedalam basis data yang sudah dibuat.

7. Sistem absensi dalam pengujian, RFID tag dapat dibaca dengan baik oleh RFID pembaca dengan jarak 3cm diaman kehandalan dan keakuratan sistem ini sebagai berikut:
 - a) Waktu RFID tag dan RFID pembaca, membaca nomor UID 5 detik setelah pengecekan suhu dan menyimpan ke server.
 - b) Mikrokontroler dapat menampilkan data yang diterima dari RFID dan sensor suhu pada LCD dan data dapat disimpan dengan baik di server pada saat absensi
 - c) Pada saat absensi data dapat diterima pada komputer sama dengan data yang terdapat pada RFID tag, dan data ini dapat ditampilkan pada tampilan LCD dan disimpan dihalaman web.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].....2017/02.Arduinomega2560 MikrokontrolerATmega2560.(<http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560mikrokontroler.html>, diakses 10 desember 2020
- [2]. Bab2ArduinoAtmega2560.2020/...(http://eprints.polsri.ac.id/4556/3/LA%20BAB%202.pdf, diakses,Januari 2021: 16:30 WIB)

- [3]. Steven F. Barrett. 2012. Arduino Microcontroller Processing for Everyone. Diakses pada 28/12/2020 dari <https://books.google.co.id/books>
- [4]. Maickel Osean Sibuea, November 2018. Pengukuran Suhu Dengan Sensor Suhu Inframerah MLX90614 Berbasis Arduino https://repository.usd.ac.id/34082/2/135114047_full.pdf.
- [5]. Sri Wulandari, 2016. Rancang Bangun Mesin Absensi Otomatis Dengan Menggunakan Sensor RFID Berbasis Arduino Uno. Diakses pada Januari 2021.
- [6]. Arduino. 2013. Arduino Mega 2560. <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>. diakses tanggal 2 Januari 2021.
- [7]. Maryono, 2005. Dasar-Dasar Radio Frequency Identification (RFID) Teknologi yang Berpengaruh di Perpustakaan. Diakses pada tanggal 4 Januari 2021
- [9]. Saharuddin R. Sokku dan Sabran F Harun. 2019. Deteksi Sapi Sehat Berdasarkan Suhu Tubuh Berbasis Sensor MLX90614 dan Mikrokontroler. <https://ojs.unm.ac.id/semnaslemlit/article/view/11690/6859>
- [10]. M. Saputra, "Aplikasi Sensor PIR sebagai Pendeteksi Gerakan Di Dalam Rumah Berbasis Arduino," Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, 2014. diakses pada tanggal 6 Januari 2021
- [11]. Komponen101, Datasheets RTC DS3231. diakses pada tanggal 28 Desember 2021 components101.com
- [12]. A. D. Prasetya, "Thermohygrometer Berbasis Arduino Dilengkapi Buzzer Alarm", Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
- [13]. Wicaksono, M. (2017). Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home. Jurnal Teknik Komputer Unikom, 6(1), 1–6.
- [14]. Leo K Sinaga, 2016 SISTEM PENGUKURAN SUHU TANPA MENYENTUH OBJEK MENGGUNAKAN SENSOR LMX90247 DAN PEMONGRAMAN BAHASA C. diakses pada tanggal 7 Januari 2021
- [15] Madcoms. Menguasai XHTML, CSS, PHP, & MySQL melalui DREAMWEAVER. Yogyakarta: Andi. 2009.

ANALISA SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL TIPE ELEKTROSTATIS DI PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK CCOS CILEUNGSI – BOGOR

Nurhabibah Naibaho, Allidlah Imam Sofiyon

Abstract - Indonesia merupakan negara yang secara geografis terletak di garis khatulistiwa dan beriklim tropis oleh sebab itu intensitas sambaran petir di Indonesia sangatlah tinggi. Mengingat bahaya dan kerusakan yang ditimbulkan akibat adanya sambaran petir langsung atau tidak langsung, maka muncul usaha untuk mengatasi sambaran petir dengan sistem proteksi petir. Persyaratan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004) adalah salah satu acuan yang digunakan untuk sistem proteksi petir. Pembahasan yang diangkat pada penelitian ini adalah sistem proteksi petir eksternal tipe elektrostatis di PT. Pamapersada Nusantara Ditrik CCOS Cileungsi-Bogor. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Pengumpulan data dilakukan dengan dokumentasi dan observasi komponen sistem proteksi petir, dengan mengukur tahanan pentanahan, pengukuran dimensi bangunan, luas area dan melakukan uji konektivitas. Hasil pengukuran dan analisa menunjukkan bahwa untuk area di PT. Pamapersada Nusantara Ditrik CCOS Cileungsi-Bogor sangat perlu sistem proteksi dengan taksiran resiko total indeks R sebesar 15 berdasarkan PUIPP dan hasil taksiran resiko dari perhitungan E adalah 0,978 dengan tingkat proteksi I pada penghitungan berdasarkan SNI 03-7015-2004. Terdapat tiga unit sistem proteksi petir eksternal tipe elektrostatis, pada masing-masing unit menghasilkan radius proteksi seluas 45.216 m^2 dan dengan sudut $48,5^\circ$, konduktor penyalur menggunakan kabel N2XSJ dan NYY dengan diameter 70 mm^2 , nilai rata-rata hasil pengukuran tahanan pentanahan area proteksi A $2,04 \Omega$, area B $1,62\Omega$, area C $2,22\Omega$ dan telah memenuhi ketentuan PUIL 2000 yaitu $\leq 5 \Omega$.

Kata kunci : sistem, poteksi, petir, eksternal, elektrostatis

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang secara geografis terletak di garis khatulistiwa dan beriklim tropis oleh sebab itu intensitas sambaran petir di Indonesia sangatlah tinggi. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pada bulan Desember 2020 untuk wilayah JABODETABEK terjadi 30.000 – 45.000 kali sambaran petir, total sambaran petir di bulan Januari sampai dengan Desember 2020 tercatat lebih dari 600.000 kali sambaran. Mengingat kerusakan yang dapat

ditimbulkan akibat sambaran petir, munculah berbagai usaha untuk mengatasi sambarannya. Di dalam bidang teknik listrik dikenal sebagai usaha proteksi petir. Dalam usaha proteksi petir ini tentu dibutuhkan pengetahuan tentang petir dan karakteristik-karakteristiknya. Dalam hal ini termasuk proteksi petir itu sendiri. Konstruksi bangunan tinggi dan area yang luas banyak menimbulkan permasalahan terutama mengenai perlindungan keamanan bangunan, karena struktur bangunan yang

tinggi sangat rawan mengalami gangguan baik secara mekanik maupun gangguan alam (petir) oleh sebab itu perlu dibuat proteksi petir di dalam melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi-Bogor. PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor merupakan sebuah *support office* perusahaan yang berada di dalam Kawasan Industri Menara Permai Cileungsi – Bogor dimana terdapat bangunan yang difungsikan sebagai tempat *training centre*, *logistic* dan tempat *heavy equipment recondition*.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Petir

Petir, kilat, atau halilintar adalah gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan di saat langit memunculkan kilatan cahaya sesaat yang menyilaukan. Beberapa saat kemudian disusul dengan suara menggelegar yang disebut guruh. Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya. Petir merupakan gejala alam yang bisa kita analogikan dengan sebuah kondensator raksasa, dimana lempeng pertama adalah awan (bisa lempeng negatif atau lempeng positif) dan lempeng kedua adalah bumi (dianggap netral). Seperti yang sudah diketahui kapasitor adalah sebuah komponen pasif pada rangkaian listrik yang bisa menyimpan energi sesaat (*energy storage*). Petir juga dapat terjadi dari awan ke awan (*intercloud*), dimana salah satu awan bermuatan negatif dan awan lainnya bermuatan positif. Petir terjadi karena ada perbedaan potensial antara awan dan bumi atau dengan awan lainnya. Proses terjadinya muatan pada awan karena dia bergerak terus menerus secara teratur, dan selama pergerakannya dia akan berinteraksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi (atas atau bawah), sedangkan muatan positif berkumpul pada sisi sebaliknya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan

muatan negatif (elektron) dari awan ke bumi atau sebaliknya untuk mencapai kesetimbangan. Pada proses pembuangan muatan ini, media yang dilalui elektron adalah udara. Pada saat elektron mampu menembus ambang batas isolasi udara inilah terjadi ledakan suara. Petir lebih sering terjadi pada musim hujan, karena pada keadaan tersebut udara mengandung kadar air yang lebih tinggi sehingga daya isolasinya turun dan arus lebih mudah mengalir. Karena ada awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif, maka petir juga bisa terjadi antar awan yang berbeda muatan[8].

2.2 Proses Terjadinya Petir

Petir adalah peristiwa alam yang sering terjadi di bumi, terjadinya seringkali mengikuti peristiwa hujan baik air atau es, peristiwa ini dimulai dengan munculnya lidah api listrik yang bercahaya terang yang terus memanjang ke arah bumi dan kemudian diikuti suara yang menggelegar dan efeknya akan fatal bila mengenai makhluk hidup, bangunan dan peralatan lainnya. Terdapat 2 teori yang mendasari proses terjadinya petir [8]:

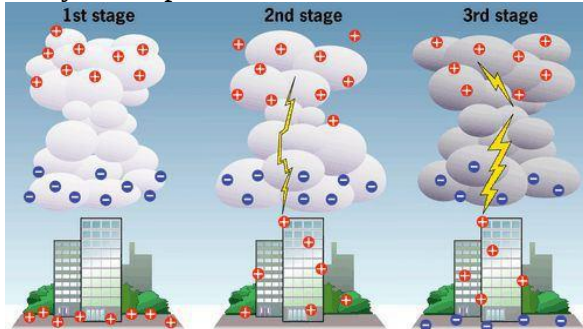
1. Proses ionisasi

Petir terjadi diakibatkan terkumpulnya ion bebas bermuatan negatif dan positif di awan, ion listrik dihasilkan oleh gesekan antar awan dan juga kejadian ionisasi ini disebabkan oleh perubahan bentuk air mulai dari cair menjadi gas atau sebaliknya, bahkan padat (es) menjadi cair. Ion bebas menempati permukaan awan dan bergerak mengikuti angin yang berhembus, bila awan-awan terkumpul di suatu tempat maka awan bermuatan akan memiliki beda potensial yang cukup untuk menyambar permukaan bumi maka inilah yang disebut petir[8].

2. Gesekan antar awan

Pada awalnya awan bergerak mengikuti arah angin, selama proses Bergeraknya awan ini maka saling bergesekan satu dengan yang lainnya, dari proses ini terlahir elektron-elektron bebas yang memenuhi permukaan awan. proses ini bisa digambarkan secara

sederhana pada sebuah penggaris plastik yang digosokkan pada rambut maka penggaris ini akan mampu menarik potongan kertas. Pada suatu saat awan ini akan terkumpul di sebuah kawasan, saat inilah petir dimungkinkan terjadi karena electron-elektron bebas ini saling menguatkan satu dengan lainnya. Sehingga memiliki cukup beda potensial untuk menyambar permukaan bumi[8].



Gambar 1. Proses ionisasi terjadinya petir

2.3 Efek Sambaran Petir

Bagian utama kilat petir yang menimbulkan kerusakan adalah sambaran balik. Ini adalah bagian kilat, yang berupa muatan petir yang diluahkan ke bumi atau ketanah. Besar arus yang mengalir pada sambaran ini adalah berkisar antara 2.000 A sampai 200 kA[4].

Terhadap Manusia

Apabila aliran listrik akibat sambaran petir mengalir melalui tubuh manusia, maka organ-organ tubuh yang dilalui oleh aliran tersebut akan mengalami kejutan (*shock*). Arus tersebut dapat menyebabkan berhentinya kerja jantung. Selain itu, efek rangsangan dan panas akibat arus petir pada organ-organ tubuh dapat juga melumpuhkan jaringan-jaringan / otot-otot bahkan bila energinya besar dapat menghanguskan tubuh manusia. Perlu diketahui, yang menyebabkan kematian sambaran tidak langsung, karena di sekitar titik / tempat yang terkena sambaran akan terdapat muatan listrik dengan kerapatan muatan yang besar dimana muatan itu akan menyebar di dalam tanah dengan arah radial.

Terhadap Bangunan

Kerusakan tersebut dapat berupa kerusakan *thermis*, seperti terbakar pada bagian yang tersambar, bisa juga berupa mekanis, seperti

atap runtuh, bangunan retak dan lain-lain. Bahan bangunan yang paling parah bila terkena sambaran petir adalah yang bersifat kering

Terhadap Jaringan dan Instalasi Listrik

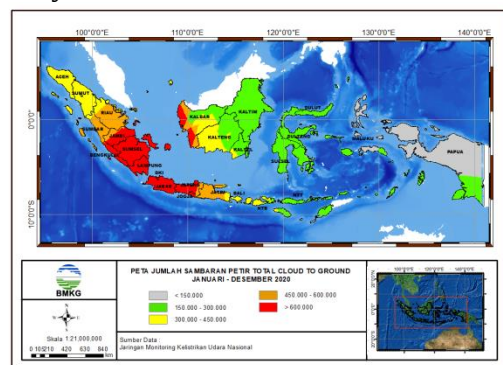
Gangguan jenis ini dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu sambaran petir mengenai kawat tanah dan sambaran petir mengenai kawat fasa. Sambaran petir langsung mengenai kawat tanah dapat mengakibatkan terputusnya kawat tanah, naiknya potensial kawat tanah yang diikuti oleh *backflashover* ke kawat fasa dan naiknya potensial pentanahan menara transmisi yang menyebabkan bahaya tegangan langkah.

Terhadap Peralatan Elektronik dan Listrik

Sambaran petir pada suatu struktur bangunan maupun saluran transmisi mengakibatkan kerusakan peralatan elektronik, *control*, *computer*, telekomunikasi dan lainnya yang disebabkan oleh sambaran petir langsung dan sambaran petir tidak langsung

2.4 Peta Jumlah Sambaran Petir

Dalam menganalisa sistem proteksi terhadap sambaran petir digunakan data hari guruh bulanan di Indonesia yang dapat diamati dari website maupun stasiun Pusat BMKG yang beralamat di Jalan Angkasa I No.2 Kemayoran Jakarta Pusat, DKI Jakarta.



Gambar 2. Peta Jumlah Sambaran Petir[3]

2.5 Taksiran Resiko (*Risk Assesment*)

sistem proteksi petir harus dapat melindungi semua bagian dari suatu bangunan, termasuk manusia dan peralatan yang ada di dalamnya terhadap sambaran petir. Berikut ini akan dibahas cara penentuan besarnya kebutuhan bangunan akan proteksi petir menggunakan

standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP) dan SNI 03-7015-2004.

Menurut Standar PUIPP: Besarnya kebutuhan suatu bangunan akan suatu instalasi proteksi petir ditentukan oleh besarnya kemungkinan kerugian serta bahaya yang ditimbulkan bila bangunan tersebut tersambar petir. Besarnya kebutuhan tersebut dapat ditentukan secara empiris berdasarkan indeks-indeks yang menyatakan faktor-faktor tertentu, sehingga dapat didapat perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) adalah :

$$R = A + B + C + D + E \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

A : Bahaya berdasarkan jenis bangunan

B : Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan

C : Bahaya berdasarkan tinggi bangunan

D : Bahaya berdasarkan situasi bangunan

E : Bahaya berdasarkan hari guruh terjadi

Apabila data-data yang ada dimasukkan dalam persamaan diatas, selanjutnya dapat diambil kesimpulan perlu atau tidaknya sistem proteksi petir eksternal digunakan. Jika nilai $R > 13$, maka bangunan tersebut dianjurkan menggunakan sistem proteksi petir.

Tabel 1. Indeks A : Bahaya Berdasarkan Penggunaan dan Isi[7]

Penggunaan dan isi	Indeks A
Bangunan biasa yang tidak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya.	-10
Bangunan dan isinya jarang dipergunakan, misalnya di tengah sawah atau ladang, menara atau tiang dari metal.	0
Bangunan yang berisi peralatan sehari-hari atau tempat tinggal, misalnya rumah tinggal, industri kecil atau stasiun kereta api.	1
Bangunan yang isinya cukup penting, misalnya menara air, toko barang-barang berharga, dan kantor pemerintah.	2
Bangunan yang berisi banyak sekali orang, misalnya bioskop, sarana ibadah, sekolah, dan monumen sejarah yang penting.	3
Instalasi gas, minyak atau bensin, dan rumah sakit.	5
Bangunan yang mudah meledak dan menimbulkan bahaya yang tidak terkendali bagi sekitarnya, misalnya instalasi nuklir.	15

Tabel 2 Indeks B : Bahaya Berdasarkan Kontruksi Bangunan[7]

Tabel 3 Indeks C : Bahaya Berdasarkan Tinggi Bangunan[7]

Tabel 4 Indeks D : Bahaya Berdasarkan Situasi Bangunan[7]

Tabel 5 Indeks E : Bahaya Berdasarkan Pengaruh Kilat/Hari Guruh[7]

Hari guruh per tahun	Indeks E
2	0
4	1
6	2
8	3
16	4
32	5
64	6
128	7
256	8

R	Perkiraan bahaya	Pengamanan
Dibawah 11	Diabaikan	Tidak perlu
Sama dengan 11	Kecil	Tidak perlu
12	Sedang	Dianjurkan
13	Agak besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat dianjurkan
Lebih dari 14	Sangat besar	Sangat perlu

Dengan menjumlahkan indeks-indeks tersebut diperoleh suatu perkiraan bahaya yang ditanggung bangunan dan tingkat pengamanan yang harus diterapkan.

Tabel 6 Indeks R : Perkiraan Bahaya Sambaran Petir Berdasarkan PUIPP[7]
Menurut Standar SNI (03-7015-2004):
Pemilihan tingkat proteksi yang memadai

Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

untuk suatu sistem proteksi petir berdasarkan pada frekuensi sambaran petir langsung setempat (N_d) yang diperkirakan ke struktur yang diproteksi dan frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan. Kerapatan kilat petir ketanah atau kerapatan sambaran petir ke tanah rata-

rata tahunan di daerah tempat suatu struktur berada dinyatakan sebagai :

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25} / \text{km}^2 / \text{tahun} \dots\dots\dots(2.2)$$

T_d adalah jumlah hari guruh per tahun yang diperoleh dari data *sokeraunic* level di daerah tempat struktur yang akan di proteksi yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung ke bangunan dapat di hitung :

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} / \text{tahun} \dots\dots\dots(2.3)$$

A_e adalah area cakupan ekivalen dari bangunan (m^2) yaitu daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaran langsung tahunan.

Area cakupan ekivalen tersebut dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$A_e = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

a : panjang dari bangunan tersebut (m)

b : lebar dari bangunan tersebut (m)

h : tinggi bangunan yang diproteksi (m)

pengambilan keputusan perlu tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan berdasarkan perhitungan N_d dan N_c dilakukan sebagai berikut :

a. Jika $N_d \leq N_c$ tidak perlu sistem proteksi

b. Jika $N_d \geq N_c$ diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :

$$E = 1 - N_d / N_c \dots\dots\dots(2.5)$$

Maka setelah di hitung nilai E (efisiensi sistem proteksi petir) sesuai dengan persamaan di atas, setelah itu dapat ditentukan tingkat proteksinya sesuai dengan tingkat proteksi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Efisiensi Sistem Proteksi Petir[12]

Setelah diketahui tingkat proteksi, maka dapat ditentukan sudut proteksi (α^0) dari penempatan suatu terminasi udara, radius bola yang dipakai, maupun ukuran jala

(konduktor horisontal) sesuai dengan Tabel 8.

Tabel 8 Daerah Proteksi dari Terminasi Udara Sesuai dengan tingkat proteksi[12]

Tingkat Proteksi	H R	20 α	30 α	45 α	60 α	Lebar Mata
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20
*hanya menggunakan bola bergulir dan jala dalam kasus ini						

2.6 Jenis-Jenis Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan

Proteksi Petir konvensional

Teknik proteksi petir yang sederhana dan pertama kali dikenal menggunakan prinsip yaitu dengan membentuk semacam tameng berupa konduktor yang akan mengambil alih sambaran petir. Proteksi petir semacam ini biasanya disebut *groundwires* (kawat tanah) pada jaringan hantaran udara, sedangkan pada bangunan dan perlindungan terhadap struktur, *Benjamin Franklin* menyebutnya dengan sebutan *lightning rod*. Proteksi petir konvensional sifatnya pasif, menunggu petir untuk menyambar dengan mengandalkan posisinya yang lebih tinggi dari objek sekitar serta ujung runcingnya[1] berikut tipe proteksi petir konvensional:

1. Tipe *Franklin rod* menempatkan sebuah batang proteksi petir dengan ujungnya dibuat runcing di bagian teratas dari bagian yang akan dilindungi. Ujung batang proteksi petir ini dibuat runcing dengan tujuan agar pada keadaan dimana terjadi aktivitas penumpukan muatan di awan, maka diujung itulah akan terinduksi muatan dengan rapat muatan yang relatif lebih besar bila dibandingkan dengan rapat muatan dari muatan-muatan yang terdapat pada bagian-bagian lain dari bangunan, dengan demikian dapat diharapkan bahwa kilat akan menyambar ujung dari batang proteksi petir itu terlebih dahulu.

2. Tipe sistem Sangkar Faraday dapat dikatakan sama dengan sistem proteksi petir

Franklin. Perbedaannya hanyalah terletak dalam segi penggunaan Ujung Proteksi dimana bila pada sistem proteksi petir *Franklin* digunakan batang-batang proteksi petir yang vertikal, maka pada sistem Sangkar Faraday digunakan konduktor-konduktor horisontal.

Proteksi Petir Radioaktif

Metode ini pertama kali dipatenkan oleh Gusta P Carpart tahun 1931. Sebelumnya seorang ilmuwan Hungaria, Szillard tahun 1941 pernah melontarkan gagasan untuk menambahkan bahan radioaktif pada *Franklin rod* guna meningkatkan tarikan pada sambaran petir. Metode ini terdiri atas *Franklin rod* dengan bahan radioaktif *radium* atau sumber *thorium* sebagai penghasil ion yang dihubungkan ke pentanahan melalui penghantar khusus. Sistem proteksi petir *Early Streamer Emission* adalah pendekatan relatif terbaru dalam penyelesaian masalah kerusakan instalasi petir, yang dilengkapi dengan system *FR. ESE* adalah terminal udara radioaktif non konvensional, tetapi banyak negara telah melarang hal ini, bahwasannya sumber radioaktif yang posisinya dekat dengan bagian atas terminal membahayakan kesehatan. Peralatan *ESE non* radioaktif yang banyak digunakan adalah *Pulsar* (dikembangkan oleh Helita, Perancis), *Dynasphere* (dikembangkan oleh Erico, Australia), *Prevector* (dikembangkan oleh Indelec, Perancis) dan *EF* (dikembangkan EF International, Swiss).

Proteksi petir elektrostatis

Proteksi petir elektrostatis adalah disebut juga dengan proteksi petir radius yang cara kerjanya menggunakan prinsip kerja elektroskop, dimana pada ujungnya (*head terminal*) dibuat agar petir hanya mengenai ujung proteksi petir ini dan tidak mengenai sasaran lain dalam radius perlindungan proteksi petir. Dalam sejarahnya, proteksi petir elektrostatis merupakan jenis proteksi petir ketiga dan paling modern saat ini setelah kedua pendahulunya yaitu proteksi petir konvensional dan proteksi petir radioaktif. proteksi petir. Dalam

sejarahnya, proteksi petir elektrostatik merupakan jenis proteksi petir ketiga dan paling modern saat ini setelah kedua pendahulunya yaitu proteksi petir konvensional dan proteksi petir radioaktif. Pada ujung proteksi petir elektrostatik terdapat sebuah elektroda yang disebut dengan *E.S.E (Early Steamer Emission)* dimana elektroda ini akan aktif melepaskan ion ke udara meskipun tidak ada sambaran petir. Jika pada saatnya ada potensi terjadinya petir hal ini merupakan penunjuk jalan bagi petir untuk segera menyambarnya daripada memilih sambaran di tempat lain. Oleh karena itu jenis proteksi petir elektrostatik lebih aman dan lebih baik dalam melindungi bangunan dari petir jika dibandingkan dengan proteksi petir konvensional. Selain itu area perlindungannya juga lebih luas, tergantung ketinggian pemasangan proteksi petir.



Gambar 3. Terminal Udara Elektrostatik[4]

2.7 Sistem Proteksi Petir Eksternal

Sistem Proteksi Petir Eksternal menghindari bahaya langsung dari sambaran petir pada bangunan, peralatan, manusia dan lainnya. Sistem Proteksi Petir Eksternal pada dasarnya terdiri dari:

1) Terminasi udara (*Air Terminal*)

Untuk menentukan penempatan terminasi udara dan untuk mengetahui daerah proteksi, maka menggunakan metode-metode yang terdapat dalam SNI 03-7015-2004, yaitu :

- Metode sudut proteksi (*Protective Angle Method*)
- Metode bola bergulir (*Rolling Sphere Method*)
- Metode jala (*Mesh Sized Method*)

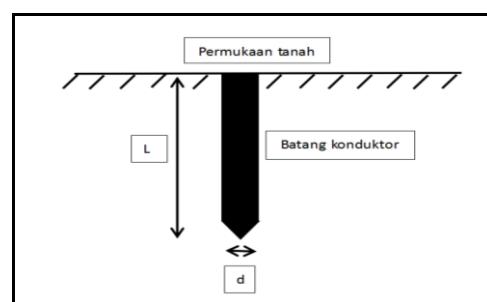
2) Konduktor penyalur (*Down Conductor*)
Down Conductor berfungsi sebagai penyalur arus petir yang mengenai Terminasi udara (*air terminal*) dan diteruskan ke pentanahan / *grounding*. Ukuran minimum bahan SPP dipakai dalam standar ini untuk penggunaan konduktor penyalur (*Down Conductor*) terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9 Dimensi minimum bahan SPP untuk penggunaan konduktor Penyalur[12]

Tingkat Proteksi	Bahan	Konduktor Penyalur (mm ²)
I sampai IV	Cu	35
	Al	70
	Fe	50

3) Pentanahan (*Grounding*)

Sistem pentanahan proteksi petir (*Grounding System*) adalah suatu rangkaian instalasi dan tertanam didalam tanah yang berfungsi untuk melepaskan arus petir ke dalam bumi. Nilai standar tahanan mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik atau PUIL 2000 yaitu $\leq 5\Omega$. Pada dasarnya ada 3 (tiga) jenis elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan yaitu : Elektroda Batang, Elektroda Pelat dan Elektroda Pita. Elektroda – elektroda ini dapat digunakan secara tunggal maupun *multiple* dan juga secara gabungan dari ketiga jenis dalam suatu system.



Gambar 4. Pentanahan Dengan Satu Batang Elektroda[4]

Batang-batang konduktor ini dihubungkan satu dengan yang lainnya. Dengan menggunakan efek bayangan terhadap permukaan elektroda terhadap permukaan tanah, maka didapat suatu persamaan :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \times \ln \left[\frac{4L^2}{dh} - Q \right] \dots\dots\dots (2.6)$$

6)

Dimana :

R = tahanan pentanahan Ω

ρ = tahanan jenis tanah Ω

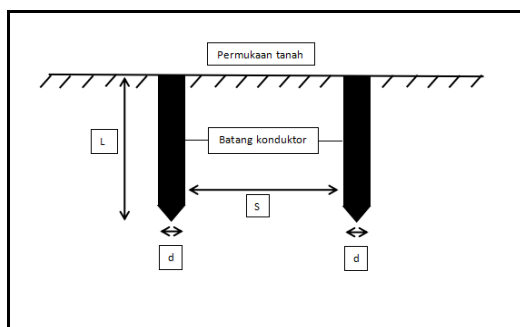
L = panjang elektroda (meter)

d = diameter elektroda (meter)

h = kedalaman elektroda (meter)

Q = konstanta (1,2)

Jika dilihat dari rumus diatas, maka makin panjang konduktor yang ditanam dalam tanah, makin kecil tahanan pentanahannya. Demikian juga makin besar diameter konduktor juga makin kecil tahanan pentanahannya. Tahanan pentanahan dapat diperkecil dengan memperbanyak elektroda yang ditanam dan dihubungkan paralel.



Gambar 5. Pentanahan Dengan Dua Batang Elektroda[4]

Pada dua batang konduktor, dapat diturunkan rumusnya sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left\{ \ln \frac{4L}{a} - 1 + \ln (2L + \sqrt{S^2 + 4L^2}) + \frac{S}{2L} - \frac{\sqrt{S^2 + 4L^2}}{2L} \right\} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

S = jarak antara dua konduktor

Beberapa batang konduktor (*multiple rod*) yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah yaitu dengan metode pentanahan bersama yaitu :

$$R_{tot} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} \dots\dots\dots (2.8)$$

.8)

Jika di asumsikan tahanan pentanahan pada daerah bangunan adalah sama, maka dapat berlaku persamaan berikut :

$$R_{tot} = \frac{1}{n \times \frac{1}{R_1}} \dots\dots\dots (2.9)$$

.9)

Dimana :

n = jumlah elektroda batang

R_1 = tahanan pentanahan sama untuk n buah

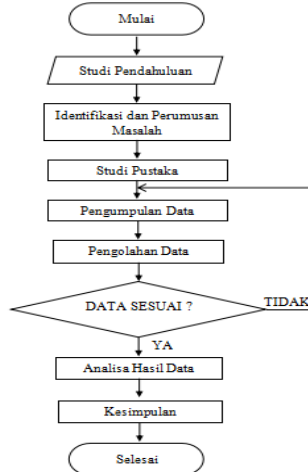
Ω

III. METODE PENELITIAN

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode observasi, pengukuran, studi pustaka dan wawancara. Observasi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung. Hasil observasi yaitu; gambar instalasi sistem proteksi petir, data denah area dan data hari guruh. Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data tahanan pentanahan dan dimensi bangunan. Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari aspek teoritis dari berbagai referensi untuk memperoleh rumusan dan standar-standar yang digunakan dalam menganalisa sistem proteksi petir. Adapun standar yang digunakan adalah Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP), Standar Nasional Indonesia SNI 03-7015-2004, dan PUIL 2000 Wawancara dilakukan guna melengkapi data-data yang dibutuhkan sekiranya belum tertulis dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan objek yang dianalisa kepada *Maintenance Departement General Service*. Langkah selanjutnya menganalisa data, melakukan analisa perhitungan terhadap data-data yang diperoleh untuk menentukan tingkat proteksi berdasarkan standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP), SNI 03-7015-2004 dan PUIL 2000 Setelah mengetahui langkah selanjutnya yaitu melakukan analisa perhitungan radius proteksi petir eksternal elektrostatis, untuk konduktor penyalur berdasarkan standar SNI 03-7015-2004 dilihat dari ukuran minimum bahan yang digunakan. Pentanahan

berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 dilihat dari tahanan pentanahan yang didapatkan dari hasil pengukuran dan perhitungan berdasarkan ketentuan rumus yang berlaku kemudian membandingkan hasil antara pengukuran dan perhitungan tahanan pentanahan.

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 6. Bagan Alir

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan tanggal 05 November 2020 hingga 22 Januari 2021 di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor.

3.4 Data Peralatan Sistem Proteksi Petir Di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor

Tipe : *Triangle* Elektrostatis

Tinggi tiang penerima : 30 meter

Model tiang : Tiang *Triangle*

Bentuk elektroda : Bola Segitiga

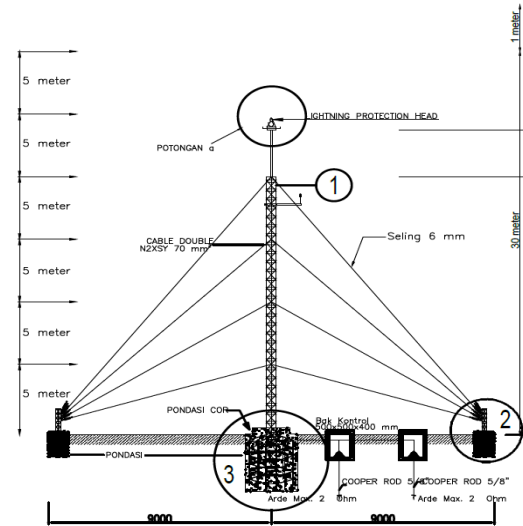
Jenis penghantar : Kabel N2XSY 70mm²

Jenis pentanahan : BC Drat

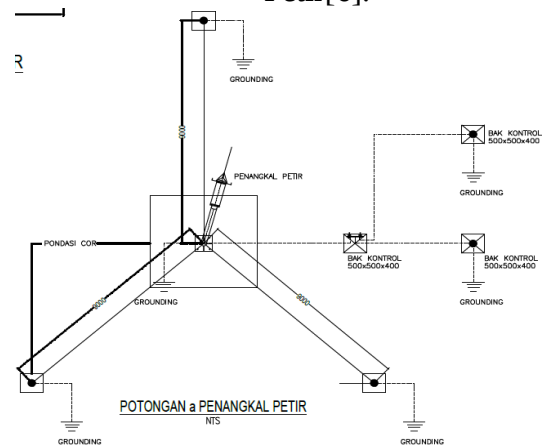
Terminasi udara total : 3 Buah

Konduktor penyalur : 3 Buah

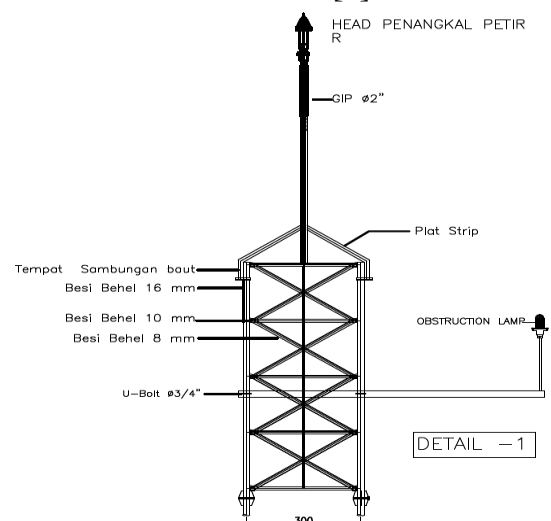
Pentanahan : 6 Buah



Gambar 7. Detail Tampak Samping Proteksi Petir[6].



Gambar 8. Potongan Tampak Atas Proteksi Petir[6].



Gambar 9. Detail Head Proteksi Petir[6]

IV. HASIL PENGUKURAN

Berdasarkan penelitian diperoleh beberapa hasil observasi lapangan yaitu berupa data instalasi sistem proteksi petir, gambar denah dan data hari guruh, serta hasil wawancara Berikut ini merupakan hasil penelitian mengenai analisa sistem proteksi petir di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor.

Tabel 10. Dimensi Bangunan di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor.

No.	Area	Bangunan	Panjang (meter)	Lebar (meter)	Tinggi (meter)	Luas (meter ²)
1.	A	Pos Scurity	4	6	4	24
2.		Office Plant	18	23,04	6	414,84
3.		Main Workshop	15	31,2	12	468
4.		Workshop SSE	7,5	31,6	6	237,26
5.		Power House	6,52	17	6	111
6.		Parkir Alat Berat 1	57	130	0	7410
7.		Masjid	24	19,5	6	468
8.		Ruang Resepsionis	3	7	4	21
9.		Stok Yard 1	47,6	49,45	0	2355
10.	B	Office Warehouse	25,6	42	6	1077
11.		Kantin Warehouse	6	12,75	6	76,50
12.		Stok Yard 2	15,05	19	0	286
13.		Gudang File	17,28	25	6	432
14.		Gudang Ban	30	53,8	12	1616
15.		Gudang oli dan fuel	10	24	10	240
16.		Gudang Warehouse	12	58	10	700
17.		Parkir Alat Berat 2	100	125	0	12500
18.		Parkir Alat Berat 3	72	95	0	6840
19.	C	Aula	25	45	8	1125
20.		Ruang Server	7,1	30	6	222
21.		Water Tank	8	10	5	80
22.		Mess A	10	49,168	15	491,69
23.		Mess B	10	42,48	15	424,80
24.		Mess C	14	56	5	785
25.		Mess D	23	50	5	1150
26.		Kantin Lama	12	23	6	276
27.		Kantin Baru	10	25	7	250
28.		Ruang Simulator	12	12,5	6	200
29.		TC 1	11,1	60	6	667
30.		TC 2	14	35	6	490
31.		Tower ERT	7,5	8	30	60

Pada tabel 10. dimensi bangunan di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor dilakukan pengukuran pada tanggal 5 November 2020 sampai dengan 27 November 2020 dengan menggunakan alat ukur *convax scale*, pengukuran dengan via google map dan referensi dokumen *General Service Manintenance* PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor.

Tabel 11. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Sistem Proteksi Petir di PT.

Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor.

No.	Area	Bangunan	Syarat	Perhitungan	Hasil Pengukuran	Jenis Tanah	Alat ukur	Keterangan
1.	A	Pos Scurity	$\leq 5 \Omega$	$R_{tot} = 2,265 \Omega$	1 = 2,2 Ω 2 = 2,0 Ω 3 = 1,9 Ω 4 = 2,1 Ω 5 = 2,0 Ω R.rata rata : 2,04 Ω	Ground well dan spring water	Earth resistance tester Kyoritsu 41054A dan convex scale	Memenuhi Syarat
2.		Office Plant						
3.		Main Workshop						
4.		Workshop SSE						
5.		Power House						
6.		Parkir Alat Berat 1						
7.		Masjid						
8.		Ruang Resepsionis						
9.		Stok Yard 1						
10.	B	Office Warehouse	$\leq 5 \Omega$	$R_{tot} = 2,265 \Omega$	1 = 1,7 Ω 2 = 1,6 Ω 3 = 1,7 Ω 4 = 1,6 Ω 5 = 1,5 Ω R.rata rata : 1,62 Ω	Ground well dan spring water	Earth resistance tester Kyoritsu 41054A dan convex scale	Memenuhi Syarat
11.		Kantin Warehouse						
12.		Stok Yard 2						
13.		Gudang File						
14.		Gudang Ban						
15.		Gudang oli dan fuel						
16.		Gudang Warehouse						
17.		Parkir Alat Berat 2						
18.		Parkir Alat Berat 3						
19.	C	Aula	$\leq 5 \Omega$	$R_{tot} = 2,265 \Omega$	1 = 2,5 Ω 2 = 2,0 Ω 3 = 2,1 Ω 4 = 2,3 Ω 5 = 2,2 Ω R.rata rata : 2,22 Ω	Ground well dan spring water	Earth resistance tester Kyoritsu 41054A dan convex scale	Memenuhi Syarat
20.		Ruang Server						
21.		Water Tank						
22.		Mess A						
23.		Mess B						
24.		Mess C						
25.		Mess D						
26.		Kantin Lama						
27.		Kantin Baru						
28.		Ruang Simulator						
29.		TC 1						
30.		TC 2						
31.		Tower ERT						

Tabel 12. Hasil Uji Konektifitas Sistem Proteksi Petir di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor.

No.	Area	Bangunan	Uji Konektifitas	Terukur	Keterangan
1.	A	Pos Scurity	Terhubung	0 ohm / bunyi buzzer dengan multitester	Kondisi Baik
2.		Office Plant			
3.		Main Workshop			
4.		Workshop SSE			
5.		Power House			
6.		Parkir Alat Berat 1			
7.		Masjid			
8.		Ruang Resepsionis			
9.		Stok Yard 1			
10.	B	Office Warehouse	Terhubung	0 ohm / bunyi buzzer dengan multitester	Kondisi Baik
11.		Kantin Warehouse			
12.		Stok Yard 2			
13.		Gudang File			
14.		Gudang Ban			
15.		Gudang oli dan fuel			
16.		Gudang Warehouse			
17.		Parkir Alat Berat 2			
18.		Parkir Alat Berat 3			
19.	C	Aula	Terhubung	0 ohm / bunyi buzzer dengan multitester	Kondisi Baik
20.		Ruang Server			
21.		Water Tank			
22.		Mess A			
23.		Mess B			
24.		Mess C			
25.		Mess D			
26.		Kantin Lama			
27.		Kantin Baru			
28.		Ruang Simulator			
29.		TC 1			
30.		TC 2			
31.		Tower ERT			

Pengukuran tahanan pentanahan dan uji konektifitas pada sistem proteksi petir menggunakan alat ukur *Earth resistance*

tester Kyoritsu41054A, *convex scale* dan multimeter. Pada hasil pengukuran terukur nilai resistansi pentanahan $<5\Omega$ dan uji konektifitas terukur 0Ω / buzzer berbunyi dan kondisi baik.

Analisa dan Pembahasan

Pada analisa dan pembahasan disampaikan mengenai taksiran resiko yang berdasarkan Peraturan Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) dan SNI 03-7015-2004, radius proteksi petir terminasi udara tipe elektrostatik, konduktor penyalur, elektroda pentanahan, dan sistem pentanahan.

Tabel 13. Taksiran Resiko berdasarkan PUIPP di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor.

No	Area	Bangunan	Indeks						Perkiraan Bahaya	Proteksi
			A	B	C	D	E	R		
1.	A	Pos Security	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
2.		Office Plant	3	1	0	0	8	12	Sedang	Dianjurkan
3.		Main Workshop	3	1	2	0	8	14	Besar	Sangat Perlu
4.		Workshop SSE	3	1	0	0	8	12	Sedang	Dianjurkan
5.		Power House	2	2	0	0	8	12	Sedang	Dianjurkan
6.		Parkir Alat Berat 1	2	0	0	0	8	10	Diabaikan	Tidak Perlu
7.		Masjid	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
8.		Ruang Resepsionis	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
9.		Stok Yard 1	3	0	0	0	8	11	Kecil	Tidak Perlu
10.	B	Office Warehouse	3	1	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
11.		Kantin Warehouse	3	2	0	0	8	14	Besar	Sangat Perlu
12.		Stok Yard 2	2	0	0	0	8	10	Diabaikan	Tidak Perlu
13.		Gudang File	2	2	0	0	8	12	Sedang	Dianjurkan
14.		Gudang Ban	2	1	2	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
15.		Gudang oli dan fuel	2	1	0	0	8	11	Kecil	Tidak Perlu
16.		Gudang Warehouse	2	1	0	0	8	11	Kecil	Tidak Perlu
17.		Parkir Alat Berat 2	2	0	0	0	8	10	Diabaikan	Tidak Perlu
18.		Parkir Alat Berat 3	2	0	0	0	8	10	Diabaikan	Tidak Perlu
19.	C	Aula	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
20.		Ruang Server	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
21.		Water Tank	2	2	0	0	8	12	Sedang	Dianjurkan
22.		Mess A	3	2	2	0	8	15	Sangat Besar	Sangat Perlu
23.		Mess B	3	2	2	0	8	15	Sangat Besar	Sangat Perlu
24.		Mess C	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
25.		Mess D	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
26.		Kantin Lama	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
27.		Kantin Baru	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
28.		Ruang Simulator	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
29.		TC 1	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
30.		TC 2	3	2	0	0	8	13	Agak Besar	Dianjurkan
31.		Tower ERT	2	1	4	0	8	15	Sangat Besar	Dianjurkan

Pada tabel 13. taksiran resiko berdasarkan PUIPP dihasilkan prakiraan untuk sistem proteksi petir pada masing - masing bangunan dengan hasil dianjurkan dan sangat perlu dengan total 24 bangunan yang masing - masing ada di area A, B dan C.

Tabel 14. Taksiran Resiko berdasarkan SNI (03-7015-2004) di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi - Bogor

No	Area	Bangunan	a	b	h	$A_e = (ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2) m^2$	$N_g = (0,04 \times T_d^{0,25}) km^2/th$	$N_d = (N_g \times A_e \times 10^{-6}) per th$	Nc	Proteksi	E	Level
1.	A	Pos Security	4	6	4	716.57	30.27	0.02	0.1	x	-3.61	-
2.		Office Plant	18	23	6	2,910.45	30.27	0.09	0.1	x	-0.13	-
3.		Main Workshop	15	31.2	12	7,867.54	30.27	0.24	0.1	v	0.58	IV
4.		Workshop SSE	7.5	31.6	6	2,662.89	30.27	0.08	0.1	x	-0.24	-
5.		Power House	6.52	17	6	1,975.85	30.27	0.06	0.1	x	-0.67	-
6.		Parkir Alat Berat 1	57	130	0	7,410.00	30.27	0.22	0.1	v	0.55	IV
7.		Masjid	24	19.5	6	3,052.29	30.27	0.09	0.1	x	-0.08	-
8.		Ruang Resepsionis	3	7	4	713.57	30.27	0.02	0.1	x	-3.63	-
9.		Stok Yard 1	47.6	49.5	0	2,353.82	30.27	0.07	0.1	x	-0.40	-
10.	B	Office Warehouse	25.6	42	6	4,527.09	30.27	0.14	0.1	v	0.27	IV
11.		Kantin Warehouse	6	12.8	6	1,769.79	30.27	0.05	0.1	x	-0.87	-
12.		Stok Yard 2	15.1	19	0	285.95	30.27	0.01	0.1	x	-10.55	-
13.		Gudang File	17.3	25	6	2,972.37	30.27	0.09	0.1	x	-0.11	-
14.		Gudang Ban	30	53.8	12	11,720.74	30.27	0.35	0.1	v	0.72	IV
15.		Gudang oli dan fuel	10	24	10	5,108.57	30.27	0.15	0.1	v	0.35	IV
16.		Gudang Warehouse	12	58	10	7,724.57	30.27	0.23	0.1	v	0.57	IV
17.		Parkir Alat Berat 2	100	125	0	12,500.00	30.27	0.38	0.1	v	0.74	IV
18.		Parkir Alat Berat 3	72	95	0	6,840.00	30.27	0.21	0.1	v	0.52	IV
19.	C	Aula	25	45	8	6,295.29	30.27	0.19	0.1	v	0.48	IV
20.		Ruang Server	7.1	30	6	2,566.89	30.27	0.08	0.1	x	-0.29	-
21.		Water Tank	8	10	5	1,327.14	30.27	0.04	0.1	x	-1.49	-
22.		Mess A	10	49.2	15	12,180.29	30.27	0.37	0.1	v	0.73	IV
23.		Mess B	10	42.5	15	11,512.29	30.27	0.35	0.1	v	0.71	IV
24.		Mess C	14	56	5	3,246.79	30.27	0.10	0.1	x	-0.02	-
25.		Mess D	23	50	5	3,693.79	30.27	0.11	0.1	v	0.11	IV
26.		Kantin Lama	12	23	6	2,554.29	30.27	0.08	0.1	x	-0.29	-
27.		Kantin Baru	10	25	7	3,106.00	30.27	0.09	0.1	x	-0.06	-
28.		Ruang Simulator	12	12.5	6	2,050.29	30.27	0.06	0.1	x	-0.61	-
29.		TC 1	11.1	60	6	4,243.89	30.27	0.13	0.1	v	0.22	IV
30.		TC 2	14	35	6	3,272.29	30.27	0.10	0.1	x	-0.01	-
31.		Tower ERT	7.5	8	30	28,307.14	30.27	0.86	0.1	v	0.88	III

Pada tabel 14. merupakan taksiran resiko berdasarkan SNI (03-7015-2004) untuk bangunan di masing-masing area. Perbandingan berdasarkan PUIPP dan SNI (03-7015-2004) dari total seluruh bangunan terdapat 24 bangunan dianjurkan dan sangat perlu dipasang sistem proteksi petir berdasarkan PUIPP, sedangkan berdasarkan SNI (03-7015-2004) terdapat 14 bangunan yang perlu dipasang sistem proteksi petir.

1. Menghitung area cakupan ekivalen menggunakan seluruh luas area (m^2) di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaran langsung tahunan. Cakupan tersebut dapat di hitung dengan rumus yaitu :

$$A_e = a b + 6 h (a + b) + 9 \pi h^2$$

a = panjang area (m)

b = lebar area (m)

h = tinggi bangunan (m)

Diketahui :

Luas lahan : $87.786,57 m^2$ ($944.926,75$ kaki²)

Keliling lahan : 1260 m

Tinggi : 15 m

$$A_e = 87.786,57 + (6 \times 15 \times 630) + (9 \times 3,14 \times 15^2)$$

$$A_e = 150.845,07 \text{ m}^2$$

2. Menghitung kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan (N_g) dengan T_d (jumlah hari guruh per tahun yang diperoleh dari data sokeraunic level di daerah tempat struktur yang di proteksi) untuk Bogor - Jawa barat dengan nilai 201. Kerapatan sambaran petir rata - rata tahunan dapat dihitung dengan rumus :

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25} / \text{km}^2 / \text{tahun}$$

$$N_g = 0,04 \times 201^{1,25}$$

$$N_g = 30,27 / \text{km}^2 / \text{tahun}$$

3. Menghitung frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung (N_d) menggunakan rumus yaitu :

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} / \text{tahun}$$

$$N_d = 30,27 \times 150.845,07 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 4,56 \text{ per tahun}$$

4. Menentukan efisiensi SPP dapat dicari menggunakan rumus, dengan nilai frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan adalah 10^{-1} /tahun, untuk rumus perhitungannya yaitu :

$$E = 1 - N_c / N_d$$

$$E = 1 - 0,1 / 4,56$$

$$E = 0,978$$

Hasil dari perhitungan nilai E adalah 0,978. Maka berdasarkan Efisiensi Sistem Proteksi Petir dapat diketahui bahwa seluruh area di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor memiliki tingkat proteksi I dengan nilai efisiensi 95% - 98%.

Radius Proteksi Petir Terminasi Udara Tipe Elektrostatik

Tabel 4.8 Radius Proteksi *E.F Lightning Protection System*[4].

Tinggi Bangunan (m)	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Radius Proteksi (m)	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180

Maka luas daerah proteksinya pada masing-masing proteksi petir elektrostatik dengan

tinggi 30 meter dan radius 120 meter adalah :

$$A_x = \pi \times r_s^2$$

$$A_x = \pi \times 120^2$$

$$A_x = 45.216 \text{ m}^2$$

Dengan sudut proteksi sebesar :

$$\alpha^\circ = \sin^{-1}\left(1 - \frac{h}{r}\right)$$

$$\alpha^\circ = \sin^{-1}\left(1 - \frac{30}{120}\right)$$

$$\alpha^\circ = 48,59^\circ$$



Gambar 10. Area Proteksi Terminasi Udara Elektrostatik.

Konduktor penyalur (*down conductor*) yang terpasang pada sistem proteksi petir menggunakan Kabel N2XSY 70mm² pada sistem proteksi petir area A, pada proteksi petir area B dan C menggunakan Kabel NYY 70mm² Diameter minimum konduktor penyalur yang disyaratkan menurut tabel 9 untuk proteksi I sampai IV ukuran konduktor ke bawah yang terpasang telah memenuhi ketentuan.

Sistem pentanahan terukur memiliki tahanan rata - rata saat pengukuran sebesar 2,04 ohm untuk proteksi petir di area A, nilai tahanan

1,62 ohm untuk proteksi petir di area B, dan nilai tahanan 2,22 ohm untuk proteksi petir di area C. Ketentuan umum PUIL 2000 untuk sistem proteksi petir tahanan pentanahan $\leq 5 \Omega$. Tahanan pentanahan yang dihitung berdasarkan rumus untuk area A, B, dan C adalah :

-Hambatan jenis tanah (ρ): 50 Ω m

-Diameter penghantar (d) : 5/8 inch (0,0158m)

-Panjang elektroda (l) : 2 m

-Panjang *support* (l) : 1 m

-Jarak antara 2 konduktor (s) : 2 m

maka besarnya hambatan pentanahan berdasarkan rumus adalah :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left\{ \ln \frac{4L}{a} - 1 + \ln (2L + \sqrt{S^2 + 4L^2}) + \frac{S}{2L} - \frac{\sqrt{S^2 + 4L^2}}{2L} \right\}$$

$$R = \frac{50}{4 \times 3,14 \times 3} \left\{ \ln \frac{4 \times 3}{0,0158} - 1 + \ln (2 \times 3 + \sqrt{2^2 + 4 \times 3^2}) + \frac{2}{2 \times 3} - \frac{\sqrt{2^2 + 4 \times 3^2}}{2 \times 3} \right\}$$

$$R = 4,53 \Omega$$

Pentanahan dipasang dengan menggunakan 2 batang konduktor (*multiple rod*) yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah dengan metode pentanahan bersama yaitu :

(Jika diasumsikan tahanan pentanahan pada daerah bangunan adalah sama)

$$R_{tot} = \frac{1}{n \times \frac{1}{R_1}}$$

$$R_{tot} = \frac{1}{2 \times \frac{1}{4,53}}$$

$$R_{tot} = 2,265 \Omega$$

jika dibandingkan dengan pengukuran nilai tahanan rata-rata pada masing-masing area pengukuran pentanahan hasilnya tidak jauh berbeda dengan perhitungan.

Tabel 4.9 Selisih Perhitungan Tahanan dan Rata-Rata Pengukuran Tahanan Pentanahan

No.	Perhitungan	Rata-rata pengukuran	Selisih
1.	2,265 Ω	2,04 Ω	0,225 Ω
2.	2,265 Ω	1,62 Ω	0,645 Ω
3.	2,265 Ω	2,22 Ω	0,045 Ω

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem proteksi petir eksternal merupakan suatu usaha untuk melindungi suatu objek bangunan, peralatan dan perlindungan terhadap manusia dari bahaya yang diakibatkan oleh sambaran petir secara langsung.
2. Berdasarkan PUIPP dan SNI 03-7015-2004 dari pengolahan data penentuan tingkat proteksi, seluruh area di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor sangat memerlukan proteksi akan gangguan petir, dengan diperolehnya hasil $E = 0,978$ tingkat proteksi I pada penghitungan berdasarkan SNI 03-7015-2004 dan dengan hasil taksiran resiko dari penjumlahan indeks-indeks jenis bahaya pada bangunan yang hasilnya perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) mencapai angka 15 menurut PUIPP.
3. Melalui metode radius proteksi yang terdapat pada katalog penyalur petir *E.F Lightning Protection System* untuk proteksi petir eksternal tipe elektrostatis yang terpasang di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor sebanyak tiga unit pada tiang *triangle* dengan ketinggian masing-masing 30 meter, luas daerah proteksi per unit yaitu 45.216 m² dan dilihat dari penempatan sitem proteksi petir telah melindungi seluruh bangunan yang ada.
4. Kabel konduktor penyalur terdapat dua jenis, yang pertama kabel grounding berisolator (N2XSY 70 mm²) pada sistem proteksi petir A dengan kemampuan maksimum dari konduktor sebesar 270 A di suhu sekitar 30° C, sedangkan yang kedua kabel berisolator (NYY 70 mm²) dengan kemampuan maksimum dari konduktor untuk menghantarkan arus sebesar 213 A di suhu sekitar 30° C. Sudah sesuai dengan dimensi minimum bahan konduktor penyalur menurut standar SNI 03-7015-2004.

V. KESIMPULAN

5. Nilai rata-rata pengukuran resistansi elektroda pentanahan sistem proteksi petir di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor pada area A terukur 2,04 Ω , area B terukur 1,62 Ω , dan area C terukur 2,22 Ω nilai tersebut telah memenuhi ketentuan PUIL 2000 yaitu $\leq 5 \Omega$. Nilai dari pengukuran tersebut dihasilkan dari dua batang konduktor (*multiple rod*) yang terpasang.
6. Berdasarkan perhitungan nilai resistansi pentanahan pada sistem proteksi petir yang telah terpasang terhitung sebesar 2,265 Ω selisih antara hasil perhitungan dengan pengukuran dapat dipengaruhi oleh tahanan jenis tanah yang ada di masing- masing titik pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdul Syakur, Yuningtyastuti. (2006). Sistem Proteksi Petir Pada Gedung Widya Puraya : Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [2]. Arikunto, Suharsimi. 2010. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: Rineka Cipta.
- [3]. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. “Peta Sambaran Petir Bulan September 2020”(online) (<https://www.bmkg.go.id/geofisika-potensial/peta-sambaran-petir.bmkg?p=peta-sambaran-petir-tahun-2020&lang=ID>) diakses pada tanggal 13 November 2020 pukul 20:29WIB
- [4]. Dadan Hermawan, Asep. (2010). Optimalisasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Jenis Early Streamer (Studi Kasus UPT LAGG BPPT). Depok : Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [5]. Data Teknik dan Bangunan PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor (Gambar Denah).
- [6]. Data Teknik dan Bangunan PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi – Bogor (Gambar proteksi petir)
- [7]. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP) untuk bangunan di Indonesia. (1983). Hal.17. Cetakan Pertama.
- [8]. Dwi Wintoko Sekti, Dwi. (2015). Analisis Pengaman Eksternal Gangguan Petir di Stasiun Pemancar TVRI Semarang (Gombel). Semarang : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- [9]. Google Earth “PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi Bogor” (online) (<https://www.google.com/maps/place/PT+Pamapersada+Nusantara++R+esepionis/@6.4190477,106.9656775,393m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x2fd4f73e8c835188!8m2!3d-6.4191691!4d106.9656885>) diakses pada tanggal 12 November 2020 pukul 20:00WIB
- [10]. Hafizh Al Farisi, Abdul. (2017). Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Pada Gedung Perkuliahan (Studi Pada Universitas Negeri Jakarta Kampus A Sektor B. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- [11]. Panitia Revisi PUIL 2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) SNI 04-0225-2000, Yayasan PUIL, Jakarta.
- [12]. SNI 03-7015-2004. (2004). Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan: Badan Standar Nasional.

RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN DINI BANJIR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA8535 DAN NODE MCU ESP8266

Tri Ongko P., Nurbayan

Abstrak - Bencana alam merupakan suatu fenomena alam yang terjadi di seluruh dunia. Bencana alam banyak menimbulkan kerugian akibat dampak kerusakan yang terjadi, bahkan juga dapat menimbulkan jatuhnya korban jiwa. Salah satu bentuk bencana alam adalah banjir. Banjir merupakan suatu kondisi dimana permukaan air naik melebihi batas wajar atau bisa dikatakan air meluap ke area yang lebih tinggi. Banjir dapat terjadi akibat meluapnya saluran irigasi, sungai, dan pasang surut air laut. Datangnya banjir bisa terjadi kapan saja tanpa menenal waktu, sehingga untuk meningkatkan kewaspadaan perlu dibuatnya sebuah alat peringatan dini terhadap banjir yang dapat menjangkau maysarakat sekitar maupun yang sedang tidak berada di rumah. Telah dirancang sebuah sistem peringatan dini banjir yang menggunakan mikrokontroler Atmega8535 sebagai pengendali nya. Alat ini dilengkapi dengan sesnsor magnit yang dipergunakan sebagai pendeteksi permukaan air yang kemudian informasi tersebut diteruskanke mikrokontroler Atmega8535 untuk di proses. Pengolahan informasi dari sensor oleh mikrokontroler Atmega8535 kemudian ditampilkan oleh LCD dan lampu indikator. Saat sensor mencapai siaga 1 secara otomatis sirine aktif dan informasi mengenai kondisi siaga1 ini dikirim ke sistem android menggunakan Node MCU ESP8266.

Abstract - Natural disaster is a natural phenomenon that occurs all over the world. Natural disasters cause a lot of losses due to the impact of the damage, they can even cause casualties. One form of natural disaster is flooding. Flood is a condition where the water level rises beyond a reasonable limit or it can be said that water overflows to a higher area. Floods can occur due to overflowing of irrigation channels, rivers, and tides. The arrival of floods can occur at any time without knowing the time, so to increase awareness, it is necessary to make an early warning tool against flooding that can reach the surrounding community and those who are not at home. A flood early warning system has been designed that uses the Atmega8535 microcontroller as the controller. This tool is equipped with a magnetic sensor which is used as a water level detector which is then forwarded to the Atmega8535 microcontroller for processing. Information processing from the sensor by the Atmega8535 microcontroller is then displayed by an LCD and indicator lights. When the sensor reaches standby 1, the siren automatically activates and information about this standby1 condition is sent to the android system using the ESP8266 MCU node.

Keywords: Natural disaster, flood, Atmega8535 microcontroller, magnetic sensor, LCD, ESP8266 MCU node, indicator light, android system notification

I. PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan suatu fenomena alam yang terjadi di seluruh dunia. Bencana alam banyak menimbulkan kerugian akibat dampak kerusakan yang terjadi, bahkan juga dapat menimbulkan jatuhnya korban jiwa. Bencana alam dapat terjadi akibat kondisi alam yang tidak stabil atau karena ulah tangan manusia yang itu sendiri. Bencana alam dapat terbagi menjadi beberapa macam, dan salah satu nya adalah banjir. Banjir merupakan suatu kondisi dimana permukaan air yang naik melebihi batas wajar atau bisa dikatakan air

II. TEORI DASAR

2.1 Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler Atmega8535 merupakan Mikroprosesor produksi Atmel dengan 8 KByte *in-System Programmable-Flash*, 512 Byte EEPROM dan 512 Bytes Internal SRAM [1]. Sebagai sebuah Mikroprosesor Atmega8535 memiliki beberapa fitur-fitur utama antara lain :

1. CPU yang terdiri dari atas 32 register.
2. SRAM sebesar 512 byte.
3. Unit interupsi internal dan eksternal.
4. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
5. Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
6. Antarmuka komparator analog.
7. Port antarmuka SPI.
8. EEPROM sebesar 512 byte yang diprogram saat operasi.
9. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
10. Tiga unit *Timer / Counter* dengan kemampuan pembanding.

11. Port USART untuk komunikasi serial.

12. Memori *Flash* sebesar 8 kbytes dengan kemampuan *Read While Write*.

2.2 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD atau Liquid Crystal Display adalah jenis *device* penampil menggunakan teknologi crystal cair [3]. Crystal cair disusun dalam gelas plastik atau kaca kemudian meluap ke area yang lebih tinggi. Banjir dapat terjadi akibat meluapnya saluran irigasi, sungai, dan pasang air laut. dilengkapi dengan rangkaian elektronik sehingga dapat dikonfigurasi untuk menampilkan titik, garis, huruf, angka atau gambar.



Gambar 2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*) [3]

2.3 Relay

Relay merupakan sebuah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup dan bisa dikatakan pula sebagai penghubung atau pemutus rangkaian dengan prinsip kerja medan magnet. Pada sebuah relay terdiri dari kumparan, batang konduktor, saklar,

dan 2 kontak point baik itu NC (*normally close*) maupun NO (*normally open*).



Gambar 2.10 Relay [5]

2.4 Node MCU ESP8266

Aplikasi *Internet of Things* (IoT) dapat dibangun dengan menggunakan modul ESP8266. Modul ESP8266 ini sudah mempunyai *microprocessor*, memori, dan pin masukan/keluaran. Modul ini dapat digunakan secara langsung untuk melakukan komunikasi dengan model TCP/IP [6]. Modul jenis ini juga termasuk dalam kategori *open source* yang memungkinkan dapat melakukan komunikasi dengan

instruksi *AT command* sesuai dengan yang tertera pada buku panduan modul ESP8266. Untuk modul Node MCU ESP8266 ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Node MCU ESP8266 [6]

III. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada gambar 3.1 dapat dijelaskan metode-metode yang digunakan dalam tugas akhir adalah sebagai berikut :



1. Kajian Pustaka.

Dalam tahap kajian pustaka ini dilakukan proses pengumpulan referensi sebagai acuan dalam pelaksanaan perancangan alat. Kajian pustaka ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan karakteristik dan prinsip kerja dari komponen-komponen yang digunakan.

2. Perancangan dan Pembuatan Alat.

Tahap ini bertujuan untuk mencari bentuk model yang optimal dari sistem yang akan dibuat dengan mempertimbangkan berbagai faktor permasalahan dan kebutuhan yang telah ditentukan serta merealisasikan menjadi suatu alat atau sistem. Perancangan dan pembuatan pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan

dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak atau pemrograman.

3. Pengujian.

Tahap pengujian dilakukan untuk melihat keberhasilan alat sudah sesuai referensi yang digunakan. Selain itu juga akan dilakukan pengambilan data yang digunakan dalam analisa hasil pengujian. Tahap pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Pengujian sensor level ketinggian air. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor mampu mendeteksi ketinggian permukaan air yang kemudian informasi ini diteruskan ke mikrokontroler dan mengaktifkan lampu indikator serta *display* LCD.
- b. Pengujian NodeMCU ESP8266. Pengujian ini dilakukan apakah informasi saat kondisi level air pada siaga 1 atau bahaya dapat diinformasikan ke sistem android melalui Node MCU ESP8266.

4. Analisa.

Pada tahap ini dilakukan analisa dan pengamatan dari pengujian pada alat. Pengamatan dilakukan pada sistem sensor pendeteksi ketinggian air yang terkoneksi dengan modul mikrokontroler serta pengiriman notifikasi ke sistem android .

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

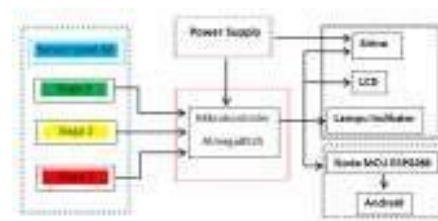
Perancangan dan penelitian dilakukan di rumah penulis yang beralamatkan di JL.Ahmad Yani No.150 Kp. Rawa Panjang RT005 RW04 Kel. Sepanjang Jaya Kec. Rawa Lumbu Kota Bekasi 17114 Prov.Jawa Barat. Sedangkan waktu pelaksanaan penelitian di estimasikan berlangsung dari Desember 2020 hingga

Januari 2021.

3.3 Desain Alat dan Sistem

3.3.1 Desain Alat

Pada tugas akhir ini di desain sebuah alat yang mampu mendeteksi kondisi banjir akibat naiknya permukaan air, kemudian menghidupkan sirine peringatan dan mengirimkan notifikasi pada sistem android serta menghidupkan lampu indikator dan status pada LCD. Seperti terlihat pada gambar 3.2 diagram desain alat dan sistem.



Gambar 3.2 Diagram Desain Alat

3.3.2 Desain Sistem

Pada alat yang akan dibuat memiliki ini memiliki sistem kerja yang mampu mendeteksi permukaan air dan mengirimkan notifikasi ke sistem Android. Untuk proses pendeteksian sensor terhadap permukaan air dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Pendeteksian Ketinggian Air

Pada gambar 3.4 dapat dijelaskan bahwa pada sistem pendeteksian alat memiliki tiga tingkatan yang berbeda. Pada saat kondisi permukaan air belum terdeteksi alat akan berstatus aman. Ketika permukaan air mulai naik mengenai sensor 1 maka sinyal dari sensor akan diproses dan menampilkan status siaga 3 lalu mengaktifkan lampu hijau. Ketika permukaan air terus naik hingga menyentuh sensor 2 maka sinyal dari sensor akan diproses dan menampilkan status siaga 2 lalu mengaktifkan lampu kuning. Dan ketika permukaan air terus naik hingga menyentuh sensor 3 maka sinyal dari sensor akan diproses dan menampilkan status siaga1 lalu mengaktifkan lampu merah serta mengirim notifikasi ke sistem Android berbentuk *push notification*.

IV. HASIL PENGUKURAN

4.1 Hasil Pengukuran Alat

Perangkat keras yang telah dibuat pada penelitian ini adalah alat peringatan dini banjir berbasis mikrokontroler Atmega8535 yang dilengkapi dengan Node MCU ESP8266 sebagai pemberi notifikasi pada sistem android. Uji coba pada alat baik pada perangkat keras dan perangkat lunak telah dilakukan dengan hasil baik dan berfungsi. Setelah rangkaian uji coba dilakukan langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran pada alat. Pengukuran pada alat meliputi pada beban daya yang dihasilkan, *input*

dan *output* pada port sistem minimum, dan rangkaian papan PCB.

4.2 Pengukuran Beban Daya Listrik pada Alat

Alat yang dibuat pada tugas akhir ini menggunakan sumber listrik 220 VAC yang mana bersumber dari listrik PLN. Karena komponen yang digunakan pada alat Analisa dan Pembahasan

Hasil dari proses pengujian pada alat baik membutuhkan energi listrik untuk dapat bekerja maka, perlu dilakukan pengukuran pada besaran arus listrik yang terpakai untuk alat. Untuk mengukur arus listrik yang digunakan pada alat ini menggunakan tang amper. Pengukuran beban sendiri dilakukan dengan beberapa kondisi, yaitu saat kondisi status aman, siaga 3, siaga 2, dan siaga 1. Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.6 Pengukuran Arus Listrik pada Alat

Kondisi Status Alat	Arus Listrik Terbaca (A)
Aman	0,012
Siaga 3	0,021
Siaga 2	0,021
Siaga 1	0,047

Setelah didapat besaran nilai dari arus listrik yang mengalir pada alat saat kondisi tertentu, maka dapat dihitung berapa besaran daya listrik yang dibutuhkan.

Untuk menghitung besaran daya listrik dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$P = V \cdot I$$

Dengan :

P = Daya listrik dengan satuan Watt (W)

V = Tegangan Listrik dengan Volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)

Berdasarkan data pada tabel 4.6 dan rumus menghitung besaran daya listrik maka, besaran daya listrik dapat ditunjukkan pada tabel 4.7.

pada perangkat keras maupun perangkat lunak telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang sesuai. Sensor magnet sebagai alat pendeteksi naik nya permukaan air mampu mendeteksi dengan normal dan sinyal yang dihasilkan dikirim ke mikrokontroler untuk di proses. Setelah mendapatkan sinyal yang bersumber dari sensor magnet, mikrokontroler dapat langsung merespon dan penampilannya pada LCD.

Dalam hal biaya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan daya pada alat dengan asumsi bahwa alat dalam kondisi penggunaan pada daya terkecil dan terbesar :

Diketahui :

Daya terkecil = 2,64 W = 0,00264

kW Daya terbesar = 10,34 W =

0,01034 kW Ditanya :

Besar biaya yang dikeluarkan oleh alat dengan daya terkecil dan terbesar apabila bekerja dalam waktu 24 jam selama 30 hari dengan biaya tarif PLN Januari-Maret 2021 Golongan R-1/TR daya 1.300 VA, Rp1.444,70 per kWh.

Jawab :

Tarif biaya listrik daya terkecil.

Menghitung total daya per hari = besar daya x jam kerja/hari

$$= 0,00264 \times 24/\text{hari}$$

$$= 0,06336 \text{ kWh/hari}$$

Menghitung biaya / bulan = daya total / hari x jumlah hari x biaya /kWh

$$= 0,06336 \times 30 \times 1.444,70$$

$$= \text{Rp}2.746 / \text{bulan.}$$

Tarif biaya listrik daya terbesar.

Menghitung total daya per hari = besar daya x jam kerja/hari

$$= 0,01034 \times 24/\text{hari}$$

$$= 0,24816 \text{ kWh/hari}$$

Menghitung biaya / bulan = daya total / hari x jumlah hari x biaya /kWh

$$= 0,24816 \times 30 \times 1.444,70$$

$$= \text{Rp}10.755 / \text{bulan.}$$

Berdasarkan hasil perhitungan biaya listrik dengan daya terkecil sebesar Rp2.746 / bulan dan daya terbesar Rp10.755 / bulan dapat dikatakan bahwa alat ini memiliki biaya yang cukup murah namun memiliki manfaat yang cukup besar sebagai alat peringatan dini banjir.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *hardware* dan *software* yang dilakukan dengan menggunakan rangkaian uji coba dan melalui Mikrokontroler Atmega8535 serta Node MCU ESP8266, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Ketinggian permukaan air pada kondisi siaga 1, 2 dan 3 mampu dideteksi oleh sensor magnet sehingga, status *level* ketinggian permukaan air yang ditampilkan di *display* LCD tampak berubah-ubah mengikuti kondisi yang ada.

2. Alat yang di buat ini memiliki konsumsi daya terendah 2,64 Watt dan tertinggi 10,34 Watt dan Node MCU ESP8266 mengirimkan notifikasi bahaya banjir saat kondisi permukaan air mencapai siaga 1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ffendi, B. (2014). Dasar Mikrokontroler Atmega8535 dengan CAVR. Kisaran: deepublish.
- [2] Juana, M. I. (2009). Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84/A. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
- [3] Nurcahyo, S. (2012). Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel. Malang:ANDI Yogyakarta.
- [4] Sugiharto, A. (2015). Sistem Robotika dengan Mikrokontroler. Yogyakarta: PT.Skripta Media Creative.
- [5] Turang, D. A. (2015). PENGEMBANGAN SISTEMRELAY PENGENDALIAN. Seminar Nasional Informatika, 75-85.
- [6] Mimin F. Rohmah, Nurul Hidayati Lusita Dewi dan Soffa Zahara (2011). PROTOTYPE SMART HOME DENGAN MODUL NODE MCU ESP 8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). Jurnal 5, 1-9.

ANALISIS OPTIMASI KEANDALAN MELALUI LOOPING 3 IBT DI SUBSISTEM CILEGON MENUJU ZERO BLACKOUT PROVINSI BANTEN

Ujang Wiharja, Sapto Agung Nugroho

Abstrak - Salah satu terobosan dari aspirasi 2024 mengenai transformasi PLN adalah LEAN, di mana salah satu inisiatifnya merupakan optimasi *dispatch* Sistem Jawa Bali, yang sejalan dengan arahan GM UIP2B mengenai *zero blackout* subsistem. Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan terdapat banyak pelanggan potensial, jika terjadi gangguan busbar-1 berdampak pada *Spinning Reserve* (cadangan daya) yang dimiliki subsistem eksisting dan juga pada sisi keandalan (*reliability*) berkurang. Jika ini terjadi PLTU Labuan (560 MW) dan PLTGU Cilegon (660 MW) akan *islanding* yang menyebabkan *under* frekuensi dan *voltage collapse*. Setelah melalui beberapa pertimbangan baik dari segi efisiensi, keandalan ataupun ekonomi, di pilih solusi dengan looping 3 IBT Cilegon menjadi Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan. Sehingga potensi padam ketika terjadi gangguan busbar-1 pada Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan menjadi lebih kecil dengan prosentase dari 100% (Rp 1.480.817.500,-) menjadi 22,5% (Rp 333.581.230,-), sehingga mendukung terciptanya *Cost Efficiency*. Selain jumlah beban padam yang berkurang, kualitas tegangan pada Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan setelah konfigurasi mengalami kenaikan 1-2 kV.

Kata Kunci : *Zero Blackout, Optimasi Dispatch, Keandalan, Kualitas Tegangan, Cost Efficiency*

Abstract - One of the breakthroughs from the 2024 aspirations regarding PLN's transformation is LEAN, one of the initiatives is the optimization of the delivery of the Java-Bali System, which is in line with the GM UIP2B Directive regarding zero blackout subsystems. There is a lot of potential in the Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan subsystem, if a busbar-1 disturbance occurs it will affect the *Spinning Power Reserve* of the existing subsystem and also on the customer side (*reliability*) is reduced. If this happens PLTU Labuan (560 MW) and PLTGU Cilegon (660 MW) will *islanding* causing frequency and voltage disturbances. After going through several considerations, both in terms of efficiency and economy, choose a solution with looping 3 IBT Cilegon into Subsystem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan. So that the potential for outages when there is a busbar-1 disturbance in the Cilegon IBT.1,2&3-GU Subsystem Cilegon-Labuan becomes smaller with a percentage from 100% (Rp 1,480,817,500,-) to 22.5% (Rp 333,581,230,-), thus supporting the creation of *Cost Efficiency*. In addition to the reduced number of outages, the quality of the voltage on the Cilegon IBT.1,2&3-GU Subsystem Cilegon-Labuan after the configuration has increased by 1-2 kV.

Keywords: *Hand Sanitizer, Infrared sensor, Arduino Uno, automatic, Water Pump, GY-906 Sensor*

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya sistem tenaga listrik baik dari segi beban ataupun pembangkit, akan semakin kompleks masalah yang akan dihadapi salah satunya adalah masalah stabilitas. Di mana stabilitas sendiri menjadi salah satu faktor dalam upaya untuk menjaga keandalan dan juga kontinuitas dari suatu sistem kelistrikan. Apabila sisi keandalan dan kontinuitas dari sistem tidak terjaga dalam upaya untuk memenuhi permintaan daya pada sistem, ENS tidak dapat terhindarkan. Stabilitas sistem tenaga listrik berkaitan dengan gangguan besar secara tiba-tiba seperti gangguan pemutusan saluran secara tiba-tiba melalui Circuit Breaker (CB), hubung singkat, serta perubahan beban secara tiba-tiba.

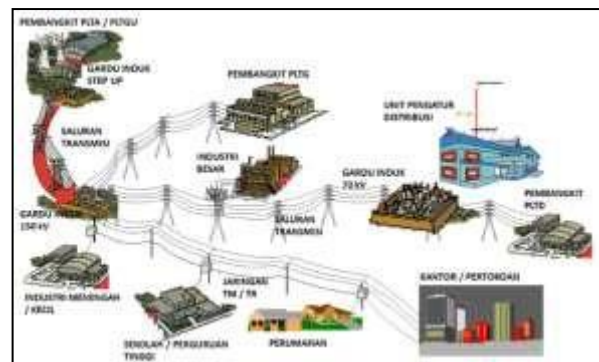
Didalam kondisi blackout subsistem merupakan kejadian ketidakstabilan subsistem yang terjadi di sistem ketenagalistrikan, hal ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola konfigurasi sistem yang tidak seimbang, tipe beban pada subsistem, dan karakteristik dari pembangkitan yang ada di subsistem tersebut. Dengan bertambahnya jumlah beban di subsistem eksisting hal itu akan berdampak pada keandalan operasi eksisting SS Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan, pola splitting subsistem berada di GI Cilegon Baru, antara SS Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan dan SS Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3, jika terjadi gangguan busbar berdampak pada Spinning

Reserve (cadangan daya) yang dimiliki subsistem eksisting dan juga pada sisi keandalan (reliability) berkurang.

II. LANDASAN TEORI

Definisi

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain mempunyai inter relasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Yang dimaksud dengan Sistem Tenaga Listrik di sini adalah sekumpulan Pusat Listrik dan Gardu Induk (Pusat Beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh Jaringan Transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi, Gambar 2.1 merupakan gambar dari *Sistem Tenaga Listrik* [8].



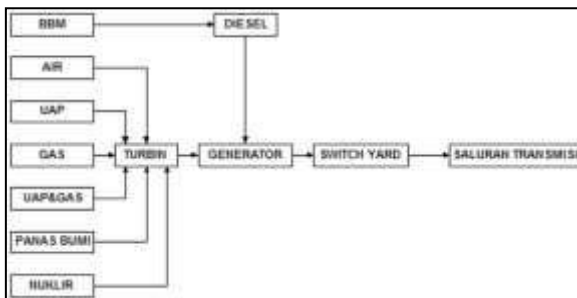
Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik [8]

Tenaga listrik merupakan komoditi yang mempengaruhi hajat hidup orang banyak, oleh karenanya penyediaannya bagi masyarakat haruslah seekonomis mungkin dengan memperhatikan mutu dan

keandalan (sekuriti). Hal-hal yang menjadi ukuran mutu tenaga listrik adalah kontinuitas penyediaan tenaga listrik yang diukur dari gangguan dalam penyaluran dan penyediaan tenaga listrik, lalu deviasi nilai frekuensi penyimpangan besar nilai yang tidak sesuai menjadi salah satu ukuran mutu tenaga listrik, dan kestabilan tegangan [3].

Pembangkit

Pembangkit adalah salah satu bagian utama struktur sistem tenaga listrik, pembangkit pada sistem tenaga listrik berperan untuk menghasilkan energi. Sumber energi utama pada pembangkit berasal dari sumber energi primer yang tersedia di alam, kemudian dikonversikan menjadi energi listrik [8].



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Pembangkit [8]

Dengan meninjau sumber energi primer yang digunakan, maka pembangkit tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi dua bagian besar, yaitu pembangkit listrik *thermis* dan pembangkit listrik *non thermis*. Pembangkit listrik *thermis* merubah energi panas menjadi energi listrik, panas yang digunakan bisa berasal dari panas bumi,

minyak, uap atau sumber panas lainnya. Selain itu pada pembangkit *thermis* biasanya penggerak mulanya atau sumber energi awalnya sesuai dengan tipe pembangkit yang digunakan. Sedangkan pada pembangkit *non thermis* penggerak mula untuk memutar turbin dapat disediakan oleh air. Sehingga jenis pembangkit *non thermis* tersebut biasanya disederhanakan sebutannya menjadi pembangkit tenaga air, dan lain sebagainya[8].

Penyaluran

Tegangan pada generator besar biasanya berkisar antara 13,8 kV dan 24 kV, tetapi generator besar yang modern tegangannya bervariasi antara 18 dan 24 kV, tegangan dinaikkan ke tingkat yang dipakai untuk transmisi yaitu 20 kV, 70 kV dan 150 kV. Tegangan Ekstra Tinggi (*Extra High Voltage- UHV*) adalah 500 kV sampai 765 kV [8]. Saluran transmisi ada yang berupa saluran udara dan ada pula yang berupa kabel tanah. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi maka sampailah tenaga listrik ke Gardu Induk (GI) untuk diturunkan tegangannya melalui transformator penurun tegangan (*step down transformer*) menjadi tegangan menengah atau yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 kV, 12 kV dan 6 kV. Kecenderungan saat ini menunjukkan bahwa tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah 20 kV [7].

Gambar 2.3 Pompa air mini[3]

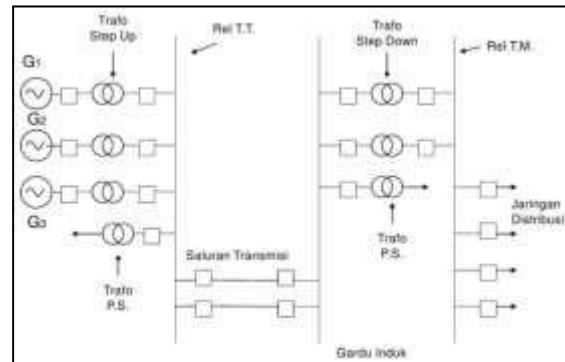
Beban

Unjuk kerja suatu beban dapat dilihat dengan memantau konsumsi daya listrik yang digunakan, selain itu performansi beban juga dapat dilihat dengan menggunakan keterkaitan tegangan dan arus. Hubungan arus dan tegangan yang mencerminkan perilaku beban umumnya disebut sebagai faktor daya, sehingga dengan mengamati perubahan faktor daya dapat diketahui karakteristik setiap beban yang ada. Selain menjelaskan relasi antara tegangan dan arus, faktor daya juga menggambarkan tingkat konsumsi daya yang di pakai oleh beban. Karena dengan mengamati faktor daya dapat diketahui penggunaan daya nyata dan daya reaktif, sehingga sifatnya juga terlihat pada tingkat konsumsi daya yang digunakan.

ika suatu beban dipandang dari segi karakteristik yang sangat ditentukan oleh faktor daya, maka terdapat tiga karakteristik beban yang sangat penting. Ketiga karakteristik tersebut adalah beban resistif, beban induktif dan beban kapasitif [8].

Gambar 2.4 Profil beban selama 24 Jam
UP2B DKI Jakarta & Banten

Operasi Sistem Tenaga Listrik



Mengatur operasi sistem pembangkitan dan penyaluran se Jawa Bali secara rasional dan ekonomis dengan memperhatikan mutu dan keandalan, sehingga penggunaan tenaga listrik se Jawa Bali dapat mencapai daya guna dan hasil guna yang semaksimal mungkin, sesuai dengan SK Nomor 032/DIR/1981 tanggal 30 Maret 1981 dan SK Nomor 028/DIR/1987 tanggal 1 April 1987. Dari SK Direksi PLN tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga tujuan operasi sistem, yaitu :

- Ekonomi : Optimasi pengoperasian tenaga listrik tanpa melanggar batasan keamanan dan mutu.
- Sekuriti : Kemampuan sistem untuk menghadapi kejadian yang tidak direncanakan, tanpa mengakibatkan pemadaman.
- Mutu : Kemampuan sistem untuk menjaga agar semua batasan operasi terpenuhi [1].

Gambar 2.5 Bagan Tujuan Operasi
Sistem Tenaga Listrik [1]

Pengoperasian sistem tenaga listrik secara efisien tanpa melanggar batasan keamanan dan mutu, efisien dalam pengertian biaya operasi yang rendah, dan dititikberatkan pada biaya sistem pembangkitan, dalam hal ini adalah biaya bahan bakar, untuk memperoleh biaya bahan bakar yang efisien maka diawali dengan proses penyusunan strategi pembuatan ROT [1].

Kemampuan Sistem untuk menghadapi kejadian yang tidak direncanakan, tanpa mengakibatkan pemadaman. Grid Code dalam aturan operasi menyebutkan bahwa :

“Aturan Operasi ini menjelaskan tentang peraturan dan prosedur yang berlaku untuk menjamin agar keandalan dan efisiensi operasi Sistem Jawa-Madura-Bali dapat dipertahankan pada suatu tingkat tertentu”. Pada perhitungan kali ini akan dilakukan perbandingan kondisi antara sebelum dengan sesudah dilakukan konfigurasi. Berikut perhitungan yang dilakukan dalam mencari energi yang tidak tersalurkan akibat gangguan.

$$ENS (kWh) = \text{Beban Padam (kW)} \times 1 \text{ Jam (h)}$$

dan juga,

$$ENS (Rp) = \text{Beban Padam (kW)} \times 1 \text{ Jam (h)} \times \text{Biaya Operasi (Rp/kWh)}$$

Skema OLS, target yang menjadi tujuan adalah menghindari pemadaman yang meluas. Rekonfigurasi jaringan atau subsistem selalu direncanakan untuk mengatur aliran daya sebagai upaya mengoptimalkan keseimbangan antara pasokan dan beban, selain itu juga untuk mengatasi apabila *breaking capacity* PMT terpasang terlampaui, Bila terjadi

penyimpangan terhadap rencana yang dapat menimbulkan ancaman terhadap keandalan maka dispatcher akan selalu mengambil langkah pengamanan [1].

Kemampuan sistem untuk menjaga agar semua batasan operasi terpenuhi. Grid Code Sistem Jawa Madura Bali dalam aturan operasi

(OC 1.6) menyebutkan keadaan Operasi Sistem yang berhasil / memuaskan dalam keadaan baik apabila :

- a. Frekuensi dalam batas operasi normal ($50 \pm 0,2$ Hz), penyimpangan dalam waktu singkat ($50 \pm 0,5$ Hz), selama kondisi gangguan, boleh berada pada 47.5 Hz dan 52.0 Hz.
- b. Tegangan di Gardu Induk berada dalam batas yang ditetapkan dalam Aturan Penyambungan (CC 2.0). Batas-batas menjamin bahwa tegangan berada dalam kisaran yang ditetapkan sepanjang pengatur tegangan jaringan distribusi dan peralatan pemasok daya reaktif bekerja dengan baik. Operasi pada batas-batas tegangan ini diharapkan dapat membantu mencegah terjadinya *voltage collapse* dan masalah stabilitas dinamik sistem.
- c. Tingkat pembebanan jaringan transmisi dipertahankan dalam batas yang ditetapkan melalui studi analisis stabilitas *steady state* dan *transient* untuk semua gangguan yang potensial (*credible outage*).
- d. Tingkat pembebanan arus di semua peralatan jaringan transmisi dan gardu induk (transformator dan *switchgear*) dalam batas rating normal untuk semua *single contingency* gangguan peralatan.
- e. Konfigurasi Sistem sedemikian rupa

sehingga semua PMT di jaringan transmisi mampu memutus arus gangguan yang mungkin terjadi dan mengisolir peralatan yang terganggu [1].

Definisi Defense Scheme

Defense Scheme adalah suatu skema proteksi yang digunakan untuk memproteksi sistem saat terjadi kondisi abnormal pada operasi sistem. Didalam rangka penyelamatan operasi sistem, harus memperhatikan kondisi pasokan (pembangkitan) dan kondisi pembebanan. Apabila terjadi ketidakseimbangan antara pasokan dan pembebanan, maka akan menimbulkan kondisi yang disebut abnormal operasi sistem. Kondisi abnormal operasi sistem yang dimaksud adalah sebagai berikut [2] :

- a. Apabila satu atau beberapa pembangkit yang trip akan menyebabkan pasokan ke sistem berkurang secara tiba-tiba, maka dapat menyebabkan frekuensi turun dan atau tegangan turun (pasokan daya lebih kecil dari beban).
- b. Apabila ada beban yang cukup besar keluar dari sistem secara tiba-tiba, maka dapat menyebabkan frekuensi naik dan atau tegangan naik. Pengguna dapat mengkonfigurasi keluaran digital menjadi modulasi lebar pulsa (PWM). Sebagai standar, PWM 10-bit dikonfigurasi untuk terus mentransmisikan suhu yang diukur dalam kisaran -20 hingga 120 ° C, dengan resolusi keluaran 0,14 ° C.

Tujuan penyelamatan operasi sistem adalah :

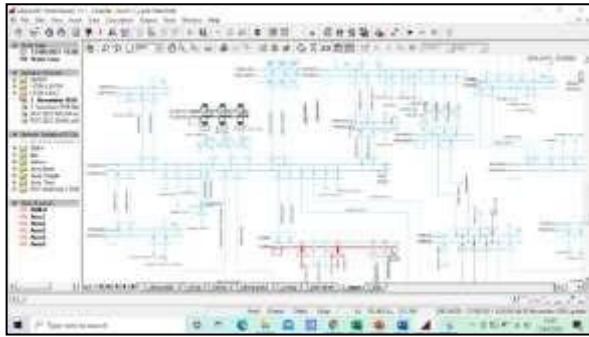
- a. Untuk meminimalkan dampak akibat gangguan.
- b. Mengatasi kondisi N-1 dan N-2

yang tidak terpenuhi.

- c. Mengantisipasi kenaikan beban.

Simulasi dalam sistem tenaga listrik adalah imitasi atau tiruan dari proses dalam sistem ketenagalistrikan. Tujuan dari simulasi sistem ketenagalistrikan adalah untuk mempresentasikan sistem nyata atau untuk meniru kondisi riil pada sistem ketenagalistrikan, dalam bentuk simbol atau bilangan dengan menggunakan *tools* atau program komputer. Beberapa *tools* atau program yang biasa digunakan dalam simulasi sistem ketenagalistrikan adalah MATLAB, DIGSILENT dan ETAP, serta beberapa program komputer lain. Pada pembahasan ini, akan dijelaskan lebih mendalam tentang penggunaan DIGSILENT dalam sistem ketenagalistrikan. Penggunaan *software* ini lebih sering digunakan bukan saja mahasiswa, tetapi juga karyawan perusahaan, seperti PLN dan perusahaan-perusahaan listrik lainnya.

DIGSILENT merupakan akronim dari *Digital Simulation of Electrical Networks*. DIGSILENT adalah sebuah program komputer rekayasa untuk analisis transmisi, distribusi dan sistem tenaga listrik. *Software* ini telah dirancang sebagai paket perangkat lunak yang terintegrasi dan interaktif canggih didedikasikan untuk sistem tenaga listrik dan analisis *control* dalam rangka mencapai tujuan utama dan perencanaan dan operasi optimalisasi. (DIGSILENT *PowerFactory User Manual*, 2014).



Gambar 2.8 Tampilan DigSILENT PowerFactory

DigSILENT PowerFactory dapat melakukan penggambaran *single line* diagram secara grafis dan bisa digunakan untuk analisa diantaranya :

- Analisa Aliran Daya (*Load Flow Analysis*)
- Analisa Hubung Singkat (*Short Circuit Analysis*)
- Optimal Power Flow
- Analisa Kestabilan Transien (*Transient Stability Analysis*)

Dalam mendukung pekerjaan yang ada, diperlukan sebuah simulasi dari sistem tenaga listrik secara *off line* diantaranya aplikasi DigSILENT PowerFactory. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan aplikasi DigSILENT PowerFactory adalah :

- Single Line Diagram*, notasi yang disederhanakan untuk sebuah sistem tenaga listrik tiga fasa. Sebagai ganti dari representasi saluran tiga fasa yang terpisah, digunakanlah sebuah konduktor. Hal ini memudahkan dalam pembacaan diagram maupun dalam analisa rangkaian.
- Library*, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam sistem kelistrikan. Data elektrik maupun mekanis dari peralatan yang lengkap dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi ataupun

analisa.

- Standar yang dipakai, biasanya mengacu pada standar IEC dan ANSI. Perbedaan antara standar IEC dan ANSI terletak pada standar frekuensi yang digunakan yang mengakibatkan perbedaan spesifikasi peralatan yang digunakan. Jika pada standar IEC nilai frekuensi yang digunakan adalah 50 Hz, sedangkan pada standar ANSI nilai frekuensinya adalah 60 Hz.
- Study Case*, berisikan parameter-parameter yang berhubungan dengan metode studi yang akan dilakukan dan format hasil analisa.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian



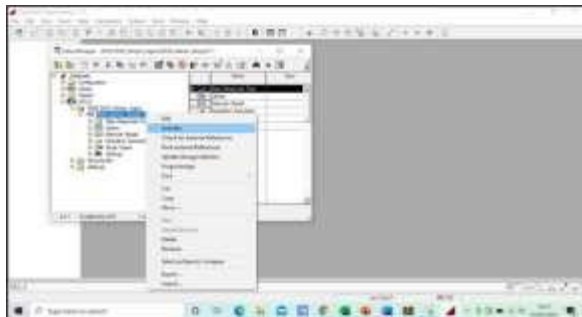
Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian

3.2 Proses Pengambilan Data

Pengambilan data berdasarkan hasil rancangan dalam simulasi menggunakan aplikasi *DIGSILENT PowerFactory* yang diterapkan pada Subsistem Cilegon IBT.1&2- GU Cilegon-Labuan dan keberhasilan atau kegagalannya menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan kualitas dan keandalan dari Subsistem tersebut.

Sehingga dari hasil rancangan dan evaluasi dalam simulasi didapatkan data yang dapat disebut data primer.

Pengolahan data merupakan proses perubahan data menjadi informasi dan pengetahuan. Data yang digunakan adalah data primer yang berupa gambar dari pihak PT.PLN (Persero) UP2B DKI Jakarta & Banten yaitu sebagai berikut.



Gambar 3.2 OLS IBT 500/150kV Cilegon Baru IBT.1&2 [5]

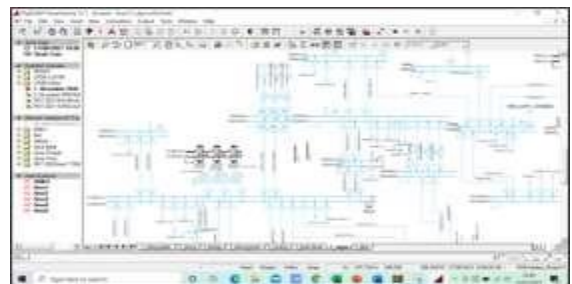
Gambar Subsistem Cilegon IBT.1&2- GU Cilegon-Labuan diatas akan dianalisa lembar kerja menggunakan *software DIGSILENT PowerFactory* dengan langkah- langkah sebagai berikut :

- a. Buka program *software DIGSILENT PowerFactory*, kemudian akan menampilkan lembar kerja seperti pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Tampilan *software DIGSILENT PowerFactory*

- b. Selanjutnya pada lembar kerja klik *Icon Open Data Manager*, maka muncul kotak dialog seperti gambar 3.4 berikut.

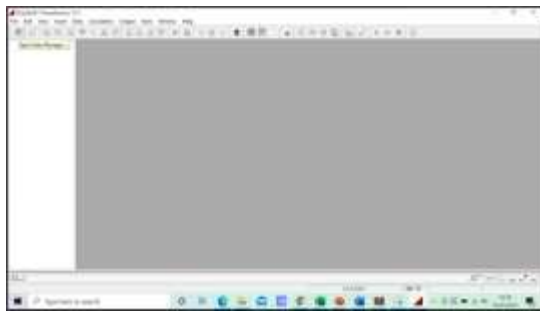


Gambar 3.4 *Icon Open Data Manager*

- c. Setelah itu pilih folder dan file yang tersedia untuk menampilkan *project* pada lembar kerja, klik *Activate* untuk mengaktifkan *project* sehingga bisa dianalisa dan diedit sesuai kebutuhan, ditunjukkan seperti pada gambar 3.5 berikut.

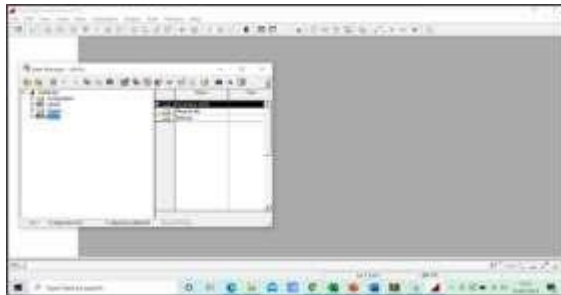
Gambar 3.5 Tampilan menu untuk membuka *project*

Setelah klik *activate*, maka muncul kotak dialog seperti pada gambar 3.6. Pilih "Region 1" untuk menampilkan sistem kelistrikan yang ada di wilayah kerja UP2B DKI Jakarta & Banten, kemudian klik Ok.



Gambar 3.6 Pemilihan Region/Area

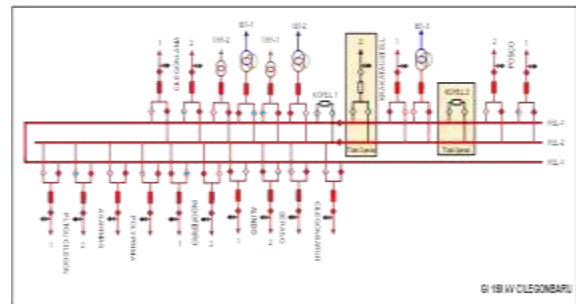
- d. Kemudian lembar kerja berupa *project* tampilan tiap subsistem Region 1 siap digunakan/disimulasikan sesuai kebutuhan, ditunjukkan seperti pada gambar 3.7 berikut.

Gambar 3.7 Tampilan lembar kerja/*project*

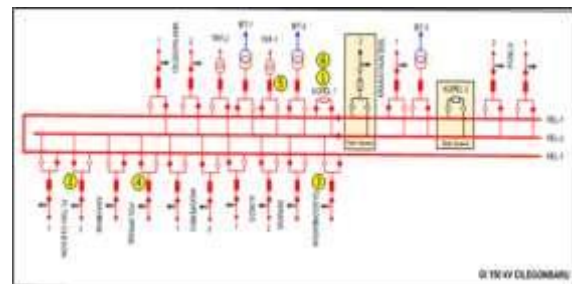
IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini, untuk melaksanakan konfigurasi looping IBT 3 Cilegon berdasarkan pada kondisi *real time*. Proses konfigurasi dilaksanakan pada hari minggu, 30 Agustus 2020, di mana selama konfigurasi tidak berdampak padam pada beban konsumen. Dalam pelaksanaan konfigurasi, dibagi atas 2 tahap manuver konfigurasi, Tahap pertama memisahkan Subsistem Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3, sehingga Cilegon IBT 3 berdiri sendiri, untuk tahap kedua, melakukan konfigurasi dengan looping sesaat di kopel GI Cilegon baru (looping dekan 3 IBT),

setelah looping dengan kopel, dilakukan konfigurasi.



Gambar 4.1 Konfigurasi sebelum looping 3 IBT Cilegon



Gambar 4.2 Konfigurasi setelah looping 3 IBT Cilegon

Dari hasil FGD, didapat informasi bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi keandalan antara lain sebagai berikut :

1. *Man* :
 - a. Dispatcher (Pengalaman kerja, beban kerja, masa kerja, dan kompetensi)
 - b. Staf Operasi (Komunikasi efektif terhadap dispatcher, masa kerja dan kompetensi)

2. *Money* :

Energi Not Served (ENS) : dengan cepatnya waktu pemulihan secara kondisi akan berdampak makin kecilnya energi yang tidak tersalurkan. Dari penjelasan sebelumnya perbandingan efisiensi antara subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan dengan subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon- Labuan jika terjadi kontingensi gangguan N-2 IBT (busbar-1).

4.1 Konfigurasi Sebelum

Beban puncak Subsistem IBT Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan tercatat pada tanggal 28 Agustus 2020 pukul 15.00 WIB sebesar 1025 MW mendapatkan beberapa sumber pasokan daya yang ditunjukkan dalam tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Pasokan daya Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan

Dari gambar 4.3 diperlihatkan konfigurasi di Subsistem Cilegon IBT.1&2- GU Cilegon-Labuan memasok wilayah Banten dengan data Gardu Induk Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Daftar GI Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan

NO	Gardu Induk	NO	Gardu Induk
1	PLTGU Cilegon	13	Gorda (KTT)
2	Cilegon Baru II	14	Gunung Mulia Steel (KTT)
3	Asahimas (KTT)	15	Serang 70kV
4	Asahimas Baru (KTT)	16	Nikomas
5	Chandra Asri (KTT)	17	Krakatau Steel
6	Poly Prima	18	Kopo
7	Cikande	19	Menes Baru
8	Puncak Ardi Mulya	20	Rangkas Bitung Baru
9	Puncak Ardi Mulya II	21	Saketi
10	Serang	22	Malimping
11	Indah Kiat (KTT)	23	Labuan
12	Rangkas Bitung 70kV	24	Bunar 70 kV

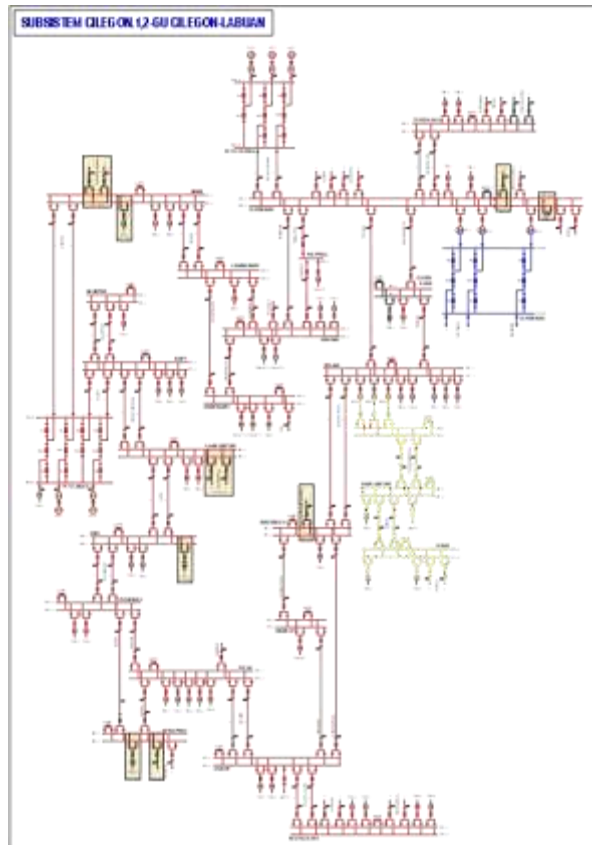
Berdasarkan data yang diperoleh pada saat kondisi sebelum konfigurasi pada Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan, maka diperoleh data pembebanan dari tiap-tiap gardu induk yang diolah dengan menggunakan *software* simulasi DigSILENT. Pada kondisi beban puncak subsistem dan kondisi normal seperti ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Daftar GI Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan

Beban (MW)	Mampu pasok		Cadangan
	KIT / IBT	M W	
1025	IBT 1 Cilegon	360	485 MW
	IBT 2 Cilegon	360	
	PLTGU Cilegon	230	
	PLTU Labuan	560	

Tabel 4.4 Tegangan GI di Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan

GARDU INDUK	LEVEL TEGANGAN (kV)	OUPUT TEGANGAN (kV)
Asahimas	150	149,30
Asahimas Baru	150	149,55
Balaraja Lama	150	144,18
Bunar	70	67,42
Candra Asri	150	149,29
Cikande	150	144,48
Cilegon Baru	150	150,91
Cilegon Baru II	150	148,00
Gorda	150	144,17
Gunung Mulia	150	145,71
Indah Kiat	150	145,28
Kopo	150	144,23
Malimping	150	147,65
Menes	150	150,09
Pltgu Cilegon	150	153,47
Pltu Labuan	150	150,27
Polyprima	150	149,52
Puncak Ardi Mulya	150	144,21
Puncak Ardi Mulya Baru	150	144,18
Rangkas Bitung	70	69,21
Rangkas Bitung	150	144,87
Saketi	150	147,56



Gambar 4.3 Tampilan Subsystem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan

Beban puncak Subsystem Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3 tercatat pada tanggal 24 Agustus 2020 pukul 13.00 WIB Berdasarkan data yang diperoleh pada saat kondisi sebelum konfigurasi pada Subsystem Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3, maka diperoleh data pembebanan dari tiap-tiap gardu induk yang diolah dengan menggunakan *software* simulasi DIGSILENT. Pada kondisi beban puncak subsystem dan kondisi normal seperti ditunjukkan pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Aliran Daya GI di Subsystem Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3

sebesar 260 MW mendapatkan beberapa sumber pasokan daya yang ditunjukkan dalam tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Pasokan daya Subsystem Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3

Beban (MW)	Mampu pasok		Cadangan
	KIT / IBT	MW	
260	IBT 1 Suralaya	200	500 MW
	IBT 2 Suralaya	200	
	IBT 3 Cilegon	360	

Dari gambar 4.5 diperlihatkan konfigurasi di Subsystem Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3 memasok wilayah Banten dengan Data Gardu Induk tabel 4.6 berikut.

NO	Gardu Induk	NO	Gardu Induk
1	Cilegon Baru	7	Alindo (KTT)
2	Cilegon Lama	8	Posco (KTT)
3	Indoferro (KTT)	9	Suralaya
4	MCCI (KTT)	10	Suralaya Baru
5	Mitsui (KTT)	11	Prima Ethycolindo (KTT)
6	Peni (KTT)	12	Salira Indah (KTT)

NO	GARDU INDUK	TRAFO	DAYA (MW)	BEBAN (AMPERE)
1	Alindo	1	39	1170
2	Cilegon Lama	1	16	480
3	Cilegon Lama	2	50	1500
4	Indoferro	1	28	840
5	Mitsubishi	1	9	270
6	Mitsubishi	2	9	270
7	Mitsui	1	12	360
8	Mitsui	2	9	270
9	Prima Ethycolindo	1	2	60
10	Peni	1	15	450
11	Peni	2	15	450
12	Salira Indah	1	10	300
13	Salira Indah	2	22	660
14	Salira Indah	3	14	420
15	Salira Indah (KTT)	1	2	60
16	Salira Indah (KTT)	2	5	150

17	Suralaya	1	3	90
TOTAL BEBAN			260	7800

Tabel 4.8 Tegangan GI di Subsistem Suralaya IBT.1&2-Cilegon IBT.3

4.2 Konfigurasi Sesudah

Beban puncak Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan tercatat pada tanggal 05 Oktober 2020 pukul 14.00 WIB sebesar 1180 MW. Tabel di bawah merupakan neraca daya dengan asumsi IBT Cilegon dalam konfigurasi satu subsistem. Pembangkit PLTU Labuan mampu memasok daya sebesar 560 MW. Namun PLTGU Cilegon pada kondisinya mampu pasok daya hanya sebesar 120 MW karena keterbatasan energi primer gas PHE.

Tabel 4.9 Neraca Daya Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan

Beban (MW)	Mampu pasok		Cadangan
	KIT / IBT	M W	
1180	IBT 1 Cilegon	360	580 MW
	IBT 2 Cilegon	360	
	IBT 3 Cilegon	360	
	PLTGU Cilegon	120	
	PLTU Labuan	560	

Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan memasok wilayah Banten dengan data Gardu Induk Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Daftar Gardu Induk Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon- Labuan

NO	Gardu Induk	NO	Gardu Induk
1	PLTGU Cilegon	15	Gorda (KTT)

2	Cilegon Baru II	16	Gunung Mulia Steel (KTT)
3	Asahimas (KTT)	17	Serang 70kV
4	Asahimas Baru (KTT)	18	Nikomas
5	Chandra Asri (KTT)	19	Krakatau Steel
6	Poly Prima	20	Kopo
7	Cikande	21	Menes Baru
8	Puncak Ardi Mulya	22	Rangkas Bitung Baru
9	Puncak Ardi Mulya II	23	Saketi
10	Serang	24	Malimping
11	Indah Kiat (KTT)	25	Alindo (KTT)
12	Rangkas Bitung 70kV	26	Posco (KTT)
13	Labuan	27	Indoferro (KTT)
14	Bunar 70 kV	28	Cilegon Baru

Berdasarkan data yang diperoleh pada saat kondisi setelah konfigurasi pada Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan, maka diperoleh data pembebanan dari tiap-tiap gardu induk yang diolah dengan menggunakan *software* simulasi DiGSILENT. Pada kondisi beban puncak subsistem dan kondisi normal seperti ditunjukkan pada tabel

IV.11 berikut :

Tabel 4.11 Aliran Daya GI di Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan

NO	GARDU INDUK	TRAFO	DAYA (MW)	BEBAN (AMPERE)
1	Alindo	1	32	960
2	Asahimas	1	22	660
3	Asahimas	2	20	600
4	Asahimas (KTT)	2	63	1890
5	Asahimas (KTT)	3	66	1980
6	Asahimas Baru	1	9	270
7	Balaraja	1	24	720
8	Balaraja	2	21	630
9	Balaraja	3	20	600
10	Balaraja	4	8	240
11	Bunar 70 kV	1	21	630
12	Cikande	1	32	960
13	Cikande	2	10	300
14	Cikande	3	16	480
15	Cilegon Baru	1	22	660
16	Cilegon Baru	2	40	1200
17	Chandra Asri	1	10	300

18	Chandra Asri (KTT)	1	16	480
19	Chandra Asri (KTT)	2	41	1230
20	Gunung Mulia Stell	1	14	420
21	Samator	1	11	330
22	Indah Kiat	1	18	540
23	Indoferro	1	34	1020
24	Kopo	1	39	1170
25	Kopo	2	38	1140
26	Cilegon Baru II	1	18	540
27	Krakatau Stell	3	49	1470
28	Menes	1	17	510
29	Menes	2	16	480
30	Malimping	1	8	240
31	Puncak Ardi Mulya Baru	1	10	300
32	Puncak Ardi Mulya Baru	2	21	630
33	Polyprima	1	3	90
34	Posco (KTT)	1	1	30
35	Posco (KTT)	2	1	30
36	Puncak Ardi Mulya	1	34	1020
37	Puncak Ardi Mulya	2	38	1140

4.3 Perhitungan Biaya

Pada perhitungan kali ini akan dilakukan perbandingan kondisi antara sebelum dengan sesudah dilakukan konfigurasi. Berikut perhitungan yang dilakukan dalam mencari jumlah energi yang tidak tersalurkan akibat gangguan :

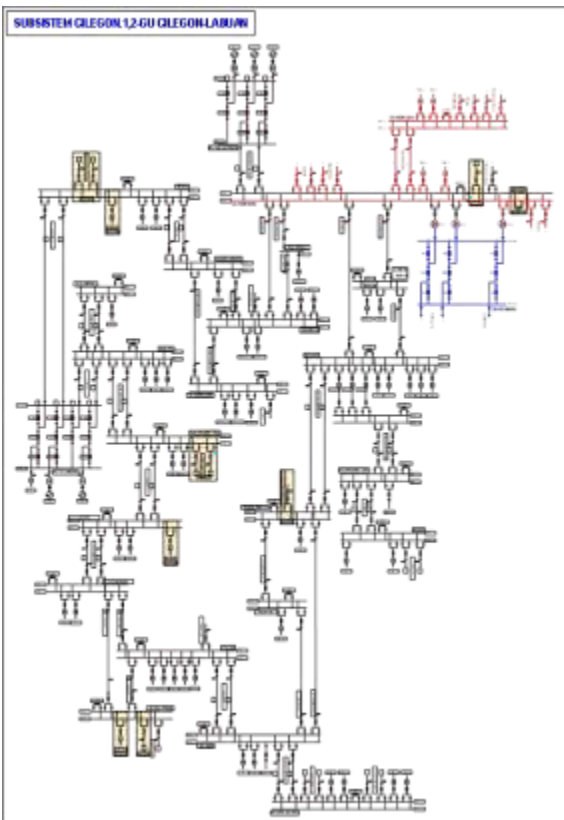
$$ENS (kWh) = \text{Beban Padam (kW)} \times 1 \text{ Jam (h)}$$

$$ENS (Rp) = \text{Beban Padam (kW)} \times 1 \text{ Jam (h)} \times \text{Biaya Operasi (Rp/kWh)}$$

Apabila dilihat efisiensinya sebelum dan setelah looping konfigurasi maka,

$$\text{Efficiency (\%)} = \frac{ENS (kWh) \text{ sebelum konfigurasi}}{ENS (kWh) \text{ setelah konfigurasi}} \times 100\%$$

4.3.1 Kondisi sebelum Konfigurasi



Gambar 4.7 Gangguan Busbar-1 GI Cilegon Baru pada Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon-Labuan

Kondisi sebelum konfigurasi yaitu kondisi semula Subsistem Cilegon IBT.1&2- GU Cilegon-Labuan ketika belum looping dengan Cilegon IBT.3. Dengan kondisi tersebut, apabila terjadi gangguan parsial subsistem maka asumsi kerugian energi yang tidak tersalurkan (ENS) yaitu sebagai berikut.

➤ Ketika terjadi gangguan Busbar-1
 $ENS (kWh) = \text{Beban Padam (kW)} \times 1 \text{ Jam}^*$
 (h)

$$= 1.025.000 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam}$$

$$= 1.025.000 \text{ kWh}$$

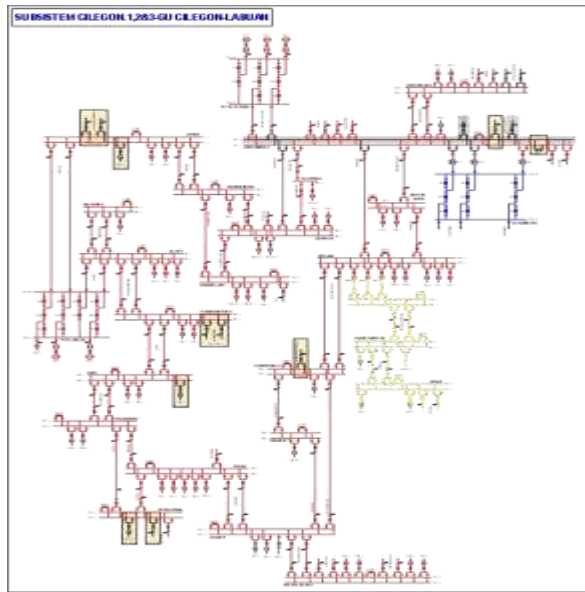
$$ENS (Rp) = \text{Beban Padam (kW)} \times 1 \text{ Jam (h)} \\ \times \text{Biaya Operasi}^{**} (Rp/kWh)$$

$$= 1.025.000 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \times \\ 1.444,7$$

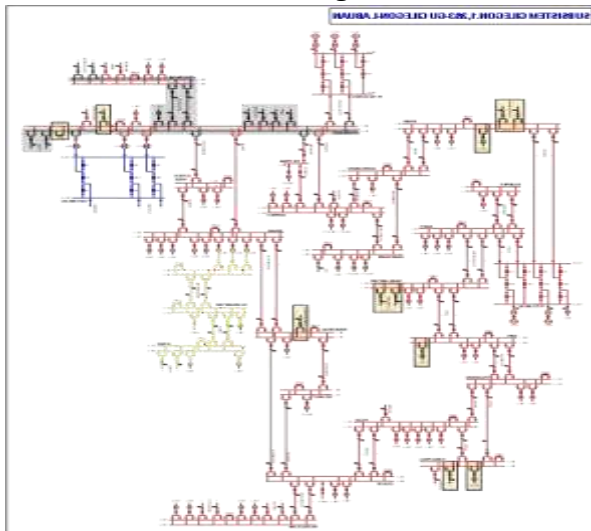
$$= \text{Rp } 1.480.817.500,-$$

Dalam kondisi gangguan busbar-1 skema OLS akan bekerja dengan baik apabila kondisi masing-masing Pembangkit yaitu PLTU Labuan dan PLTGU Cilegon dalam kondisi normal, artinya tidak mengalami kendala mesin atau peralatan, bahan bakar, serta tidak dalam perbaikan sehingga keluar dari sistem. Untuk kondisi saat ini, tidak ideal apabila gangguan busbar-1 terjadi, karena PLTGU Cilegon mempunyai kendala keterbatasan penyediaan bahan bakar berupa gas PHE (Penyuplai dari Pertamina Hulu Energi). Sehingga mengurangi daya mampu pasoknya serta dikhawatirkan *island operation* tidak berhasil dan subsistem mengalami padam total.

Kondisi setelah
Konfigurasi



Gambar 4.8 Gangguan Busbar-1 GI Cilegon Baru pada Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan



Gambar 4.9 Gangguan Busbar-2 GI Cilegon Baru pada Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan

Kondisi setelah konfigurasi yaitu kondisi Subsistem Cilegon IBT.1&2-GU Cilegon- Labuan ketika sudah looping dengan Cilegon IBT 3. Sehingga apabila terjadi gangguan parsial subsistem maka

asumsi kerugian energi yang tidak tersalurkan (ENS) yaitu sebagai berikut.

- Ketika terjadi gangguan Busbar-1 (Padam Trafo-1 : 22,2 MW & KSTEL : 48,7 MW & OLS Tahap 1 : 160 MW)

$$\begin{aligned} \text{ENS (kWh)} &= (\text{Beban Padam (kW)} + \text{OLS Tahap 1 (kW)}) \times 1 \text{ Jam}^* (\text{h}) \\ &= ((70.900 \text{ kW} + 160.000 \text{ kW}) \times 1 \text{ Jam}) \\ &= 230.900 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ENS (Rp)} &= \text{Beban Padam (kW)} \times 1 \text{ Jam (h)} \times \text{Biaya Operasi}^{**} (\text{Rp/kWh}) \\ &= 230.900 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \times 1.444,7 \\ &= \text{Rp } 333.581.230,- \end{aligned}$$

Ketika terjadi gangguan busbar-1 maka berdasarkan hasil simulasi menggunakan DigSILENT masih mampu mempertahankan kekuatan subsistem tersebut dengan rincian padam hanya pada GI Cilegon Baru Trafo-1 : 22,2 MW & Pelanggan Krakatau Steel : 48,7 MW dan OLS Tahap 1 : 160 MW. Dibandingkan sebelum konfigurasi yang mengakibatkan pada total sebesar 1025 MW, kondisi setelah konfigurasi ini hanya akan mengakibatkan padam kurang lebih sebesar 230,9 MW karena desain defence scheme yang terbaru sudah terpasang. Sehingga perbandingan sebelum looping sebesar 100% (Rp 1.480.817.500,-) menjadi 22,5% (Rp 333.581.230,-) setelah looping, sehingga mendukung terciptanya *Cost Efficiency*. Dalam hal perbandingan kualitas tegangan pada Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon- Labuan mengalami kenaikan 1-2 kV setelah dilakukannya konfigurasi. Yaitu dengan

cara membandingkan data rekapan beban perjam yang ada di grup WA (pada tanggal 24 Agustus 2020 dengan tanggal 31 Agustus 2020) serta menggunakan simulasi DIgSILENT, tegangan terendah ada di gardu induk Puncak Ardi Mulya (GI PUCAM) yang mengalami kenaikan setelah dilakukannya konfigurasi dari tegangan 142 kV menjadi 143 kV.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dengan berhasilnya konfigurasi looping

3 IBT Cilegon menjadi Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan maka dapat terdapat beberapa manfaat yaitu :

1. Keandalan Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan terpenuhi, karena defense scheme (OLS) dengan desain terbaru ini sudah ada. Sehingga ketika terjadi gangguan pada busbar-1, Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan tidak akan menyebabkan padam total.
2. Kualitas tegangan GI pada Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan naik 1-2 kV.
3. Kerugian finansial akibat gangguan busbar-1 jauh lebih kecil dari sebelumnya Rp 1.480.817.500,- menjadi Rp 333.581.230,-.

5.2 Saran

Adapun saran untuk UP2B DKI Jakarta & Banten sebagai Area Pengatur Beban (APB) yang salah satu wilayah kerjanya mencakup Subsistem Cilegon IBT.1,2&3-GU Cilegon-Labuan yaitu :

1. Penggantian pelaratan pada bay instalasi yang sudah tua, seperti di GI Cilegon Baru

dan Cilegon Lama agar semua bay (PMT dan PMS Rel) bisa diremote.

2. Mengadakan pelatihan DTS kepada Dispatcher pada setiap semester (1 tahun selama 2 kali).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero) UDIKLAT SEMARANG LIVE and Maintenance.2012. Pengenalan Operasi Sistem Tenaga Listrik.Semarang.
- [2] PT. PLN (Persero) UDIKLAT SEMARANG LIVE and Maintenance. 2012. Overview Defense Scheme.Semarang.
- [3] Marsudi, Djiteng. 2006. Operasi Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] UU RI Nomor 20.2002. Tentang Ketenagalistrikan.Jakarta: Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [5] Summary Defense Scheme UP2B Jakban 2020, September 2020.
- [6] Marwan. 2019. Simulasi Sistem Tenaga Listrik Menggunakan DIgSILENT. Yogyakarta: Andi.
- [7] Marsudi, Djiteng. 2016. Operasi Sistem Tenaga Listrik Edisi 3. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8] Afandi. 2010. Operasi Sistem Tenaga Listrik Berbasis EDSA. Yogyakarta: Gava Media.

RANCANG BANGUN ALAT *HAND SANITIZER* OTOMATIS MENGUNAKAN ARDUINO UNO R3 ATMEGA 328 DAN SENSOR INFRARED

Abdul Kodir Al Bahar, Farihin Asyjar Ashfahani

Abstrak - Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membawa dampak positif dalam kehidupan manusia, dimana saat ini sedang terjadi virus corona yang menyebabkan kita harus menjaga kebersihan. Salah satu perkembangan teknologi adalah *Hand Sanitizer Otomatis* yang memanfaatkan teknologi *Arduino*, sensor *gy-906* dan *Infrared*. Alat *Handsantizer* otomatis ini membuat kita tidak perlu menyentuh tombol untuk mengeluarkan cairan antiseptic. Alat ini dilengkapi sensor *Infrared* yang dapat mendeteksi sampai 3 cm serta sensor suhu *gy-906* dan buzzer yang akan aktif atau berbunyi jika suhu pengguna yang dideteksi diatas 38°C.

Kata Kunci : *Hand Sanitizer*, sensor *Infrared*, *Arduino Uno*, otomatis, Pompa Air, Sensor GY-906

Abstract - The development of science and technology has a positive impact on human life, where the corona virus is currently happening which causes us to maintain cleanliness. One of the technological developments is the Automatic Hand Sanitizer which utilizes Arduino technology, gy-906 sensor and Infrared. This automatic Handsantizer tool eliminates the need to touch a button to remove antiseptic fluid. This tool is equipped with an Infrared sensor that can detect up to 3 cm as well as a gy-906 temperature sensor and a buzzer that will activate or sound if the detected user's temperature is above 38°C.

Keywords: *Hand Sanitizer*, *Infrared sensor*, *Arduino Uno*, automatic, Water Pump, GY-906 Sensor

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini memunculkan suatu inovasi untuk menciptakan suatu alat yang digunakan untuk memudahkan kehidupan sehari-hari pada saat pandemic CODID-19 ini kita dianjurkan untuk menjaga kebersihan dan juga Kesehatan. Alat *Hand Sanitizer* otomatis merupakan salah

satu contoh dari perkembangan teknologi. Alat yang bekerja secara otomatis ini tidak memerlukan

menekan tombol untuk mengeluarkan cairan antiseptic, karena sudah bekerja secara otomatis dengan bantuan teknologi. Mikrokontroller merupakan suatu chip yang dapat diprogram untuk suatu kegiatan pengendalian, dimana pada sistem perancangan *Hand Sanitizer* otomatis ini menggunakan mikrokontroller ATmega 328 yang ada pada papan mikrokontroller *Arduino UNO R3*. Selain itu alat ini juga menggunakan sensor *IR Infrared* untuk sebagai *input* untuk menjalankan alat tersebut.

Untuk pemrograman mikrokontroler tersebut, menggunakan aplikasi Arduino IDE yang bahasa pemrogramannya menggunakan bahasa C yang lebih praktis dan mudah dimengerti. Oleh karena itu, perancangan sistem *Hand Sanitizer* Otomatis ini diharapkan dapat memudahkan penggunaannya.



II. LANDASAN TEORI

Arduino

Arduino merupakan salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan sekarang ini dikarenakan mudahnya penggunaan *Arduino* dan bahasa programnya dibandingkan dengan sistem minimum mikrokontroler [2]. Penggunaan *Arduino* sendiri saat ini tidak hanya terbatas pada hobi saja tetapi sudah meluas ke kehidupan sehari-hari contohnya : alat penyiram otomatis, alat pakan unggas otomatis, dan lain-lain. *Arduino Uno* merupakan salah satu versi dari *Arduino* yang ada, pada *Arduino uno* dilengkapi dengan menggunakan ATMEGA328 sebagai Microcontrollernya, 14 pin *digital* dan 6 pin *Input analog* tetapi penggunaan dan bahasa pemrograman masih sama dengan *Arduino* yang lain, Gambar 2.1 merupakan gambar dari *Arduino uno*[1].

Gambar 2.1 *Arduino Uno*[1].

Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, *hobbies* dan setiap orang yang tertarik dalam membuat sebuah objek atau lingkungan yang interaktif [2]

Tabel 2.1 Spesifikasi *Arduino Uno*.

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi tegangan	5V
Input tegangan	disarankan 7-11V
Input tegangan batas	6-20V
Pin I/O <i>digital</i>	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin <i>Analog</i>	6
Arus DC tiap pin I/O	50mA
Arus DC ketika 3.3V	50mA
Memori <i>flash</i>	32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan clock	16 MHz

Sensor Infrared

Sensor *Infrared* adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mendeteksi benda atau objek dengan cara menembakan cahaya infra merah . Sensor infared terbagi menjadi 2 bagian yaitu, bagian led *Infrared* sebagai pemancar dan bagian penerima yang berfungsi

untuk menerima sinar inframerah yang dikirimkan oleh pemancar.

Prinsip kerja rangkaian sensor *Infrared* adalah ketika cahaya infra merah yang ditembakkan oleh pemancar terhalang benda maka terbdapat cahaya yg terpantul Kembali dan diterima oleh fototransistor maka basis fototransistor akan mengubah energi cahaya infra merah tersebut menjadi arus listrik sehingga akan berubah seperti saklar (*switch closed*) atau fototransistor akan aktif (*LOW*) secara sesaat.[3]

Led *Infrared* memancarkan cahaya apabila terkena benda padat, maka pada saat itu cahaya akan terpantul. Dan dari pantulan cahaya tersebut apabila ditangkap oleh **photodiode** maka nilai **resistansi** photodiode akan turun dan menyebabkan tegangan yang melewati photodiode semakin besar. Tegangan tersebut terhubung dengan **op-amp comparator** yang dimana pada IC OP-AMP tersebut akan membandingkan nilai tegangan antara tegangan yang masuk dari photodiode dengan tegangan referensi (V_{ref}). V_{ref} didapat dari setting trimpot yang terdapat pada module. Apabila hasil perbandingan menunjukan besar tegangan masuk maka indikator LED status akan menyala. Pada trimpot juga dapat dijadikan acuan untuk setting jarak minimal sensing sensor.



Gambar 2.2 sensor *Infrared*[3]

Pompa Air Mini

Pompa air yang berukuran lebih kecil dari pada pompa air pada umumnya. Pompa air berukuran kecil yang digunakan untuk mengeluarkan air bertekanan. Pompa air mini biasanya digunakan pada akuarium biasa digunakan untuk membuat gelembung udara ataupun sirkulasi air[10]. Prinsip kerja pompa air, unit mesin pompa air menghisap dan mendorong air dengan menggunakan putaran dari kipas impeller. Air yang ditarik akan terus menerus menarik air dari sumber air kemudian dialirkan menuju pipa *output*. Pada pipa *output*, impeller akan mendorong air untuk menuju kepenampungan ataupun ke kran-kran air langsung. Oleh karena itu, pada dasarnya mesin pompa air ini bekerja menyedot atau menghisap dan mendorong air sekaligus dalam sekali kerja. Oleh sebab itu, pemasangan mesin pompa air ini biasanya diletakkan ditengah antara menampungan dan sumur agar tarikan dan dorongan dapat digunakan secara optimal.

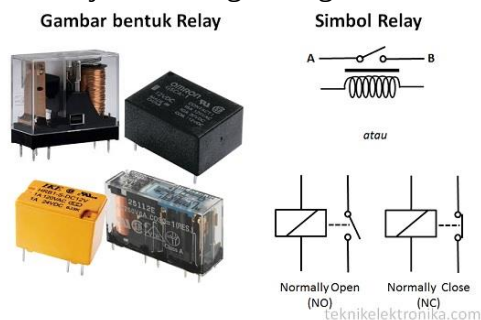


Gambar 2.3 Pompa air mini[3]

Relay

Relay adalah komponen elektromekanikal yang dioperasikan secara listrik. Komponen ini memiliki 2 bagian utama yaitu coil atau bagian magnetic yang berfungsi sebagai *Input* dan bagian mekanikal atau saklar sebagai *outputnya*. Relay memiliki prinsip kerja elektromagnetik untuk mengaktifkan kontak saklar dengan menggunakan arus lemah, Ketika bagian coil di alirkan oleh arus listrik maka magnet akan aktif dan menggerakkan saklar pada bagian *outputnya*.

Relay memiliki beberapa fungsi yaitu sebagai fungsi logika, sebagai fungsi penundaan waktu, mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan arus tegangan lemah dan sebagai pengaman atau proteksi untuk melindungi komponen utama jika terjadi hubungan singkat.[3]



Gambar 2.4 Relay[3]

LED

LED (*Light Emitting Diode*) adalah sebuah komponen elektronika yang

memiliki fungsi untuk memancarkan cahaya Ketika diberikan tegangan. LED merupakan salah satu keluarga dari diode yang memiliki bahan semikonduktor, cahaya yang dipancarkan LED bervariasi tergantung dari bahan semikonduktor yang digunakan. LED sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari seperti pada remot tv, modem ataupun perangkat lainnya.

Bagian terpenting dari LED terdapat pada bola lampu kepingan semikonduktor yang berada di pusat bola lampu. Kepingan ini memiliki dua bagian yang dipisahkan oleh sebuah *junction*. Bagian p didominasi muatan listrik positif dan bagian n didominasi muatan listrik negatif. *Junction* bertindak sebagai penghalang aliran elektron antara bagian p dan n. Ketika terdapat tegangan yang cukup untuk digunakan pada kepingan semikonduktor, maka terjadi aliran arus sehingga elektron dapat mengalir melewati *junction* dan masuk ke bagian p.

Energi photon ditentukan dari energi *bandgap* semikonduktor ketika terjadi perpindahan elektron ke bagian p. Mata manusia sensitif pada cahaya yang memiliki energi photon mulai 3.1 eV sampai 1.6 eV (0.40 ampai 0.78 μm). Perubahan panjang gelombang (λ) dalam mikron menjadi energi photon dapat menggunakan rumus $\lambda = 1.24 / \text{eV}$.

Cahaya LED mempunyai sifat warna tertentu dan tersedia pada range warna yang lebar. Adapun panjang gelombang atau spektrum yang dihasilkan LED berkisar antara $400 < \lambda < 450$ sampai $\lambda > 760$. LED memiliki kelebihan dibandingkan lampu yang ada, yaitu dalam hal efisiensi sehingga berpotensi untuk dijadikan sumber pencahayaan pengganti lampu. Efisiensi lampu

dikenal dalam istilah efikasi dengan satuan lumen/Watt. Makin besar efikasi suatu lampu maka makin efisien lampu tersebut[8].



Gambar 2.5 LED[8]

Sensor suhu GY-906 MLX90614

MLX90614 adalah termometer inframerah untuk pengukuran suhu non-kontak. Baik chip detektor termopile sensitif IR dan pengkondisi sinyal ASIC terintegrasi dalam kemasan sensor model TO-39 yang sama. Pengondisi sinyal yang terintegrasi ke dalam MLX90614 adalah *LOW noise amplifier*, ADC 17-bit, dan unit DSP yang kuat untuk mencapai akurasi dan resolusi tinggi dari termometer.

Secara default dari pabrik, sensor dikalibrasi dengan *output* SMBus digital yang memberikan akses penuh ke suhu terukur dalam kisaran suhu lengkap dengan resolusi 0,02 ° C.

Pengguna dapat mengkonfigurasi keluaran digital menjadi modulasi lebar pulsa (PWM). Sebagai standar, PWM 10-bit dikonfigurasi untuk terus mentransmisikan suhu yang diukur dalam kisaran -20 hingga 120 ° C, dengan resolusi keluaran 0,14 ° C.

Salah satu solusi untuk membangun sistem sensor yang dapat mengukur suhu tinggi tanpa merusak sistem adalah dengan menggunakan sensor suhu contactless atau non-contact. Sensor ini dapat merasakan suhu

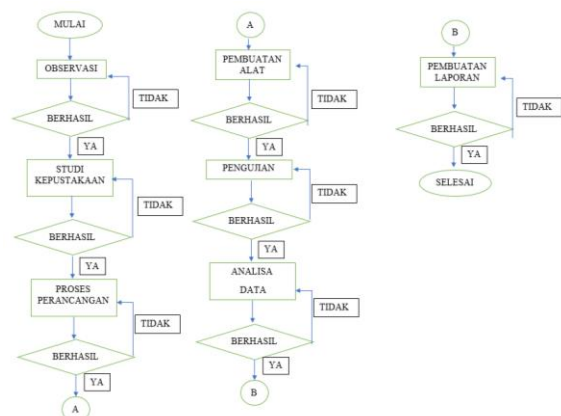
suatu benda tanpa menyentuh benda tersebut.[8]



Gambar 2.6 sensor GY-906[8]

III. METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian

Perancangan dalam pembuatan kamus elektronik ini dilakukan beberapa tahap, yaitu :

Teknik pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan Observasi , Studi Literatur dan pengukuran yang terkait dengan pembahasan materi penulis.

Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan baik secara sistematis atau sengaja, yang dilakukan dengan cara pengamatan, percobaan dan pencatatan gejala – gejala yang diselidiki.

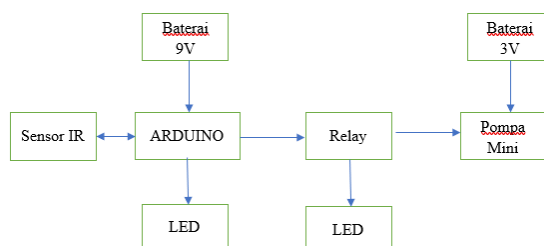
Studi Literatur

Studi Literatur merupakan uraian tentang teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang digunakan sebagai dasar landasan kegiatan penelitian yang digunakan untuk menyusun kerangka pemikiran dari rumusan masalah. Pada penelitian ini penulis menggunakan studi literatur untuk mengumpulkan data dan informasi tentang rancang bangun alat *Hand Sanitizer* otomatis menggunakan *Arduino* UNO R3 ATmega 328 dan sensor *Infrared*.

Pengukuran

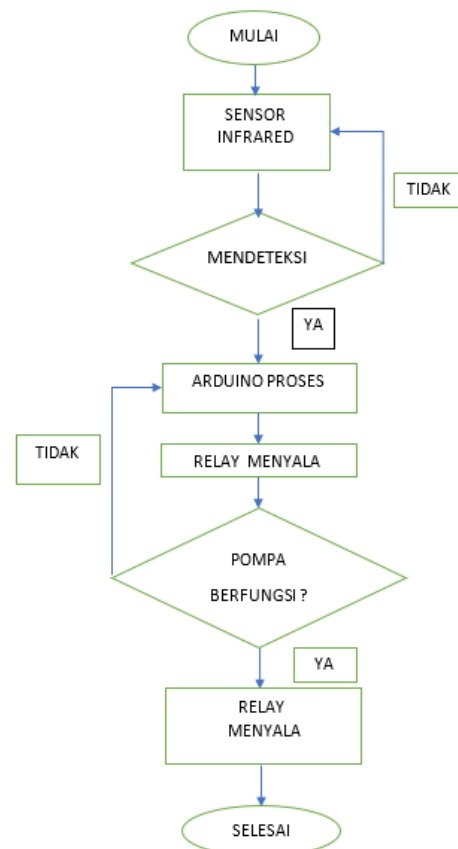
Pengukuran adalah menentukan besaran, dimensi, atau kapasitas, terhadap suatu standar atau satuan ukur. Pengukuran juga dapat diartikan sebagai pemberian angka terhadap suatu atribut atau karakteristik tertentu yang dimiliki oleh seseorang, hal, atau objek tertentu menurut aturan atau formulasi yang jelas dan disepakati. Pengukuran dapat dilakukan pada apapun yang dibayangkan, namun dengan tingkat kompleksitas yang berbeda.

Design alat dan sistem



Gambar 3.2. Design sistem

Cara kerja alat *Hand Sanitizer* otomatis berdasarkan Gambar 3.2 *Arduino* mendapatkan sumber tegangan dari baterai 9V di mana ini dibutuhkan untuk mengaktifkan alat dan sistem sehingga menyala, Ketika *Arduino* sudah mendapatkan maka sensor akan mulai bekerja. Keluaran dari sensor *Infrared* ini yang nantinya sebagai *Input* data untuk di proses pada *Arduino*. Data yang diproses pada *arduno* nantinya akan mengatur kondisi relay apakah aktif atau tidak aktif. Baterai 3V yang digunakan untuk pompa mini, dimana tegangan *negatif* langsung ke pompa dan tegangan positifnya melalui relay. Relay ini berfungsi untuk menyalakan pompa dan led indikator pompa ataupun sebaliknya mematikan pompa dan led.



Gambar 3.3 Flowchart Proses

Sistem yang bekerja pada *Hand Sanitizer* otomatis yaitu pertama-tama sensor *Infrared* akan mengeluarkan gelombang *Infrared* dengan jarak tertentu, Ketika sinar *Infrared* yang di pancarkan sensor terhalang sesuatu maka sensor akan mengeluarkan output sinyal *digital HIGH* (5V), jika tidak maka sinyal yang dikeluarkan adalah sinyal *digital LOW* (0V). Sinyal digital yang dikeluarkan oleh sensor *Infrared* ini nantinya akan menjadi *Input* yang akan menjadi masukan atau variable untuk *Arduino*. Setelah *Arduino* mendapatkan *Input* yang berasal dari sensor *Infrared*, selanjutnya *Input* tersebut akan diproses oleh program yang sudah di terdapat pada *Arduino*. Jika sinyal yang didapatkan merupakan sinyal *HIGH* maka *Arduino* akan memproses data tersebut yang nantinya akan dijadikan *Output* untuk mengaktifkan relay dari kondisi NO menjadi NC yang nantinya relay tersebut digunakan untuk mengaktifkan pompa mini, bersamaan dengan relay aktif atau menyala akan mengaktifkan juga LED sebagai indikator bahwa pompa menyala. Pompa mini ini berfungsi untuk mengalirkan cairan *Hand Sanitizer* dari wadah penyimpanannya melalui selang yang nantinya dikeluarkan untuk digunakan oleh orang. Sebaliknya jika sinyal yang diterima *Arduino* adalah sinyal *LOW* maka *Arduino* akan memproses relay menjadi atau tetap pada posisi tidak aktif atau menyala, sehingga hal ini menyebabkan pompa tidak aktif sehingga alat ini tidak mengalirkan cairan *Hand Sanitizer* dan lampu indikator tidak akan menyala.

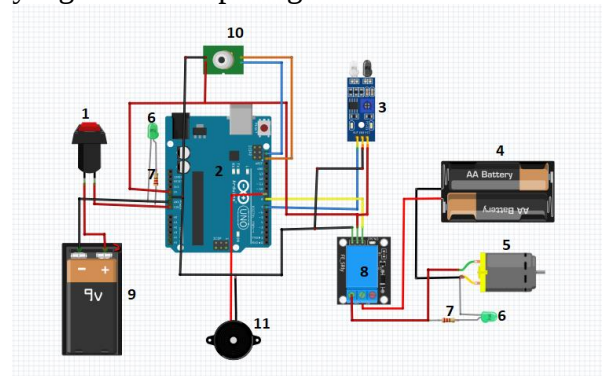
Tabel 3.1 Spesifikasi *Hand Sanitizer* otomatis.

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasi	3-9 V
Kampuan Pompa	66,7 mL/s
Kontroller	<i>Arduino UNO</i>
Sensor	<i>Infrared</i> dan GY-906
Sumber Tegangan	Baterai 3 V dan 9V
Kapasitas wadah	250mL

Realisasi alat dan sistem

Rangkaian Elektrikal *Hand Sanitizer* Otomatis

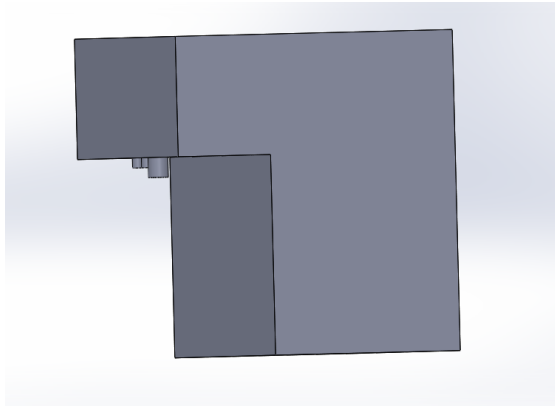
Berikut merupakan schematic rangkaian *Hand Sanitizer* Otomatis yang tercantum pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skematik Rangkaian *Hand Sanitizer* Otomatis

Keterangan gambar 3.4

1. Push button
2. *Arduino UNO R3*
3. Sensor *Infrared*
4. Baterai 1,5Vdc x 2
5. Pompa Air (motor dc)
6. LED hijau
7. Resistor 220 Ohm
8. Relay
9. Baterai 9Vdc
10. Sensor suhu GY-906
11. buzzer



Gambar 3.5 Desain alat

Pada gambar 3.5 adalah desain dari alat *Hand Sanitizer otomatis* yang memiliki dimensi Panjang 11cm x lebar 11 cm x tinggi 17 cm.

Proses Pengujian Alat

Pada sub bab ini akan dijelaskan bagaimana melakukan pengujian pada alat *hand sanitizer* otomatis dan pengujian apa saja yang dilakukan.

Prosedur untuk menggunakan alat Isi wadah penampungan cairan *hand sanitizer*.

Pasang baterai 9Vdc sebagai sumber Arduino.

1. Pasang baterai 3 x 1,5 Vdc sebagai sumber tegangan pompa.
2. Tekan tombol power dibagian atas alat. Jika led hijau dibagian atas sudah menyala alat sudah siap digunakan
3. Letakan Tangan maksimal 3 cm dibawah sensor infrared dan pipa output.
4. Jika sensor mendeteksi ada objek tangan maka lampu led dibagian depan akan menyala.
5. Cairan *hand sanitizer* akan keluar melalui pipa output ke tangan pengguna.
6. Untuk mengecek suhu letakan tangan dibawah sensor suhu.
7. Jika suhu terdeteksi diatas 38 celcius makan buzzer akan menyala dan jika dibawah 38

celcius buzzer tidak menyala atau diam.

Pengujian Sensor *Infrared*

Pada Bagian ini akan dilakukan percobaan terhadap sensor *Infrared*. Sensor ini memiliki fungsi sebagai *Input* untuk alat yang dimana nantinya *Output* yang dikeluarkan oleh sensor ini akan menentukan logika apa yang dijalankan.

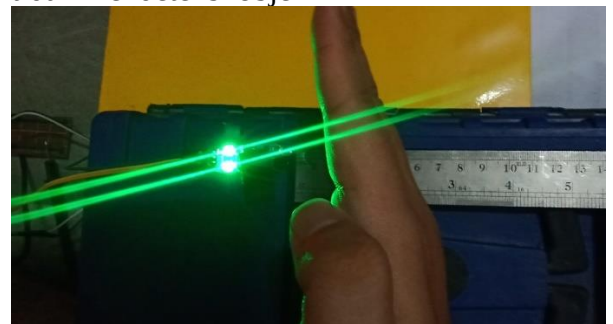
Tabel 3.2 Tabel Percobaan Sensor

NO	Jarak (cm)	Kondisi
1	1	Mendeteksi
2	2	Mendeteksi
3	3	Mendeteksi
4	4	Tidak Mendeteksi
5	5	Tidak Mendeteksi
6	6	Tidak Mendeteksi
7	7	Tidak Mendeteksi
8	8	Tidak Mendeteksi
9	9	Tidak Mendeteksi
10	10	Tidak Mendeteksi

Pada tabel 3.2 hasil dari pengukuran jarak yang dapat dideteksi oleh sensor *Infrared* sampai dengan jarak 3 cm dan jika objek benda lebih dari 3 cm maka sensor *Infrared* tidak dapat mendeteksi objek tersebut.



Gambar 3.6 Pengukuran jarak sensor tidak mendeteksi objek



Gambar 3.7 Pengukuran jarak sensor mendeteksi objek

Sensor *Infrared* yang digunakan memiliki spesifikasi:

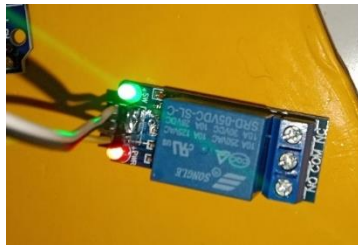
1. Banyak pin 3
2. Tegangan masukan 3-5 volt DC
3. Arus 25mA saat 3 volt dan 43mA saat 5 volt

Pengujian Relay

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian terhadap relay. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan relay menjalankan perintah yang dibelika oleh *Arduino* yang akan ditampilkan pada table 3.3.

Table 3.3 Percobaan Tehadap Relay

No	Perintah	Kondisi Kontak NO	Kondisi Kontak NC
1	<i>HIGH</i>	NC	NO
2	<i>LOW</i>	NO	NC



Gambar 3.8 Relay Aktif



Gambar 3.9 Relay tidak Aktif.

Relay yang digunakan memiliki spesifikasi

1. **1 channel Output.**
2. Tegangan suplai 5 - 7.5 VDC.
3. Dilengkapi dengan *HIGH-current relay*: 250VAC 10A; 30VDC 10A.

Pengujian Pompa Air Mini

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian terhadap Pompa air. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan Pompa menjalankan perintah yang dibelika oleh *Arduino* yang akan ditampilkan pada table 3.4.

Table 3.4 Percobaan Tehadap Pompa Air

No	Kondisi Kontak Relay	Posisi Ketinggian Pompa (cm)	Hasil
1	NC	0	Cairan Mengalir
2	NO	0	Tidak Mengalir
3	NC	9	Mengalir sampai isi setengah wadah
4	NO	9	Tidak mengalir
5	NC	17	Tidak dapat Mengaliran
6	NO	17	Tidak Mengalirkan

Pompa air yang digunakan memiliki spesifikasi :

1. Tegangan 3-5 VDC
2. Arus 130-220 mA
3. Kemampuan 240L/jam
4. Dapat menaikin air sampai 40 cm

Pegujian Buzzer dan sensor suhu GY-906

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian terhadap Buzzer dan sensor suhu gy-906. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan Pompa menjalankan perintah yang dibelika oleh *Arduino* yang akan ditampilkan pada table 3.5.

Table 3.5 Pengujian sensor suhu dan buzzer

No	Objek	1cm		2 cm		3cm	
		Suhu(°C)	Buzzer	Suhu(°C)	Buzzer	Suhu(°C)	Buzzer
1	Manusia 1	34	Diam	32	Diam	30	Diam
2	Manusia 2	34	Diam	31	Diam	30	Diam
3	Handphone	29	Diam	28	Diam	28	Diam
4	Leptop	32	Diam	31	Diam	30	Diam
5	Gun glue	49	Aktif	46	Aktif	36	Diam
6	solder	160	Aktif	105	Aktif	60	Aktif

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dan hasilnya terdapat pada table 3.5.

Berdasarkan program dan logika yang deprogram pada *Arduino* bahwa Ketika sensor mendeteksi suhu diatas 38°C maka *Arduino* akan mengaktifkan buzzer.

Objek manusia 1 dan 2 , handphone dan leptop memiliki suhu dibawah 38 sehingga buzzer tidak aktif atau diam. Sedangkan gun glue dan solder memiliki suhu diatas 38 sehingga buzzer menyala atau berbunyi.

IV. HASIL PENGUKURAN

Hasil Pengukuran Alat

Pada bagian ini penulis akan membahas nilai dari hasil pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur terhadap komponen alat.

Pengukuran Baterai

Tabel 4.1 Pengukuran Sumber Tegangan

Sumber Tegangan	Tegangan (Volt)
Baterai 9V	9,37
Baterai AAA 1,5V x 3	4,64

Pada bagian sub bab ini dilakukan pengukuran terhadap baterai menggunakan Avometer. Pada pengukuran tegangan dilakukan dengan cara meletakkan probe secara paralel dengan baterai atau dengan cara meletakkan probe merah Avometer ke kutub positif baterai dan probe hitam ke kutub negatif baterai.



Gambar 4.1 (kiri) Pengukuran Baterai 9V dan (kanan)

Gambar 4.2 Pengukuran Baterai AAA 1,5V x 3

Tabel 4.1 menunjukan nilai tegangan untuk *arduino* dari baterai 9V yang di ukur dengan multimeter terukur 9,37 volt dan untuk sumber pompa dengan baterai AAA 1,5V x 3 terukur 4,65 volt.

Pengukuran Sensor *Infrared*

Tabel 4.2 Pengukuran Tegangan output Sensor *Infrared*

Kondisi	Tegangan(Volt)
Ada objek	0,12
Tidak ada objek	4,72

Pada Tabel 4.2 diterangkan bahwa sensor *infrared* ketika sinar yang dipancarkan terhalang oleh suatu objek maka dia akan mengeluarkan tegangan output sebesar 0,12 volt . Ketika sensor tidak mendeteksi objek ataupun sinar yang dipancarkan sensor tidak terhalang oleh objek apapun maka sensor akan mengeluarkan tegangan output sebesar 4,72 volt.



Gambar 4.3 (kiri) Sensor Ketika tidak ada objek dan Gambar 4.4 (kanan) Sensor ketika ada objek

Pengukuran Pompa Air

Pada Bagian ini akan dibahas pengukuran untuk komponen pompa air . Pengukuran yang dilakukan pada pompa air didapatkan hasil 180,9mA untuk pengukuran arus pada pompa air dan tegangan sebesar 3.52 Volt DC.

Tabel 4.3 Hasil pengukuran pompa

NO	Pengukuran	Hasil
1	Tegangan	3.52VDC
2	Arus	180,9mA

Analisa dan Pembahasan

Pada sub bab ini akan dibahas analisa dan pembahasan mengenai alat *handsanitizer* otomatis yang sudah dibuat dan dilakukan percobaan yang hasilnya terdapat pada bab III dan pengukuran yang sudah dilakukan pada bab IV.



Gambar 4.5 (kiri) foto alat *hand sanitizer* dari atas dan Gambar 4.6 (kanan) foto alat *hand sanitizer* dari samping

Pada gambar 4.5 dan 4.6 merupakan hasil dari pembuatan alat dengan dimensi Panjang 11 cm x lebar 11cm dan tinggi 17 cm. Cover alat dibuat menggunakan barang bekas dari kotak plastic yang sudah tidak

terpakai lagi dan wadah penampungan cairan *hand sanitizer* menggunakan botol bekas 250mL.

Analisa Sensor Infrared dengan pompa air

Menurut table pengujian sensor pada table 4.3 alat ini bekerja atau aktif jika pengguna alat meletakkan tangan maksimal 3 cm dibawah sensor infrared . sebab jika lebih dari 3 cm maka alat tidak akan mengeluarkan cairan *hand sanitizer* . Hal ini terjadi karena Arduino mendapat informasi bahwa tidak ada objek yang terdeteksi sehingga Arduino tidak akan memproses ke tahap selanjutnya.

Tabel 4.4 Tabel Pengujian alat

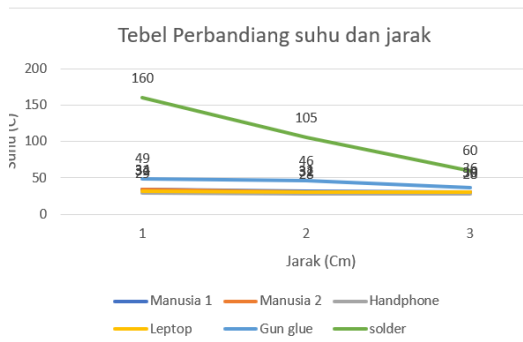
No	kondisi	Keterangan
1	Ada tangan jarak 1 cm dari sensor	Alat aktif
2	Ada tangan jarak 2 cm dari sensor	Alat aktif
3	Ada tangan jarak 3 cm dari sensor	Alat aktif
4	Ada tangan jarak 4 cm dari sensor	Alat Tidak aktif
5	Ada tangan jarak 5 cm dari sensor	Alat Tidak aktif
6	Ada tangan jarak 6 cm dari sensor	Alat Tidak aktif
7	Tidak Ada tangan	Alat tidak aktif

Analisa Sensor Suhu Gy-906 dan Buzzer

Pada table 3.9 pada bab 3 telah dilakukan uji coba pada sensor suhu dan buzzer didapatkan hasil bahwa

pengujian sensor dilakukan sebanyak 6 objek dan setiap objek dilakukan pengujian dengan 3 jarak yang berbeda yaitu pada 1 cm, 2 cm dan 3 cm.

Pada setiap jarak didapatkan hasil yang berbeda-beda, semakin jauh jarak pembacaan pada sensor semakin rendah hasil pembacaan suhunya. Sebagai contoh saat pembacaan gun glue suhu untuk jarak 1 cm dan 2 cm adalah 49 dan 46 tetapi untuk jarak 3 cm adalah 36 sehingga menyebabkan buzzer pada jarak pendeteksian 1 cm dan 2 cm berbunyi sedangkan jarak 3 cm tidak berbunyi.



Gambar 4.7 tabel perbandingan suhu dan jarak

Pada percobaan buzzer akan berbunyi jika suhu diatas 38 celcius seperti pada percobaan pada gun glue dan solder yang memiliki suhu yang panas di atas 40 celcius. dikarenakan ketepatan pembacaan suhu yang semakin rendah. Ketika jarak semakin jauh maka pendeteksian dilakukan pada jarak sedekat mungkin atau dibawah 2 cm untuk mendapatkan nilai pembacaan yang lebih baik dan tepat.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan percobaan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat dirancang dan dibuat menggunakan Arduino UNO R3 Atmega 835 sebagai otak dari alat, sensor Infrared sebagai input dan pompa air sebagai akuator.
2. Jarak sensor mendeteksi objek tangan sejauh maksimal 3 cm dari sensor infrared.
3. Pompa air mini harus diletakkan sejajar/ 0 cm dengan bagian bawah wadah penampungan cairan agar alat dapat mengalirkan cairan ke pipa output.
4. Pembacaan sensor suhu yang ketepatannya tergantung oleh jarak dimana jarak ideal untuk dilakukan pengecekan adalah dibawah atau kurang dari 2 cm dari sensor suhu.
5. Buzzer aktif saat mendeteksi suhu diatas 38° Celcius.

Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan peneliti sebagai berikut:

1. Mengenai desain alat dapat lebih diperbaiki bentuknya agar lebih baik.
2. Penambahan sensor ketinggian air dan indikator untuk mengetahui ketinggian cairan antiseptic yang masih terdapat atau tersisa pada wadah.
3. Penambahan lcd sebagai visualisasi nilai pembacaan suhu dari penggunaan sensor Gy-906.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arduino. *Arduino UNO*, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. diakses pada 20 november 2020.
- [2] Artanto. 2012. *APLIKASI MIKROKONTROLER*

- ATMega8535 dan ATMega16*.
Yogyakarta: ANDI.
- [3] Arfand, Armin i, Yonal Supit.
2019 Prototipe Sistem Otomasi
Pada Pengisian Depot Air
Minum Isi Ulang Berbasis
Arduino Uno, JURNAL SISTEM
INFORMASI DAN TEKNIK
KOMPUTER Vol. 4, No. 1,
(2019) ISSN: 2502-5899
- [4] Budiharto, Widodo. 2004.
Interfacing Komputer dan
Mikrokontroler. Jakarta: PT
Elex Media Komputindo.
- [5] Dinata, Yuwono Marta.2012.
Arduino Itu Mudah. Jakarta : PT.
Alex Media Komputindo.
- [6] Fritzing, <http://www.fritzing.org> ,
diakses pada 20 januari 2021.
- [7] Hendri Halifia, S.pd., M.kom,
2018. Pembersih tangan otomatis
dilengkapi air , sabun, handdryer
dan lcd menggunakan sensor
infrared berbasis Arduino, Jurnal
teknologi Vol.8,No1, April 2018,
Hal1-14
- [8] Melexis,
[https://www.melexis.com/en/pro
ducts](https://www.melexis.com/en/products), diakses pada 14 februari
2021
- [9] Istiyanto. 2014. *Perangkat,
Modul dan Pengertian dari
Arduino*. Yogyakarta: Gramedia.

OPTIMALISASI TRAFIK VOICE DAN ENODEB DENGAN MIGRASI MEDIA TRANSMISI RADIO MICROWAVE MENJADI FIBER OPTIK (STUDI KASUS SITE HARAPAN JAYA BEKASI)

Teten Dian Hakim, Doni Ramadhan

Abstrak - Seiring bertambahnya pembangunan BTS yang menggunakan transmisi gelombang radio, banyak terjadi gangguan diantaranya interferensi, obstacle, dan faktor cuaca buruk. PT. Indosat melakukan penggantian media transmisi dari radio microwave link ke jaringan akses Fiber Optik melalui proyek fiberisasi yang bekerja sama dengan PT. iForte Solusi Infotek. Penentuan lokasi dilakukan pada site Harapan Jaya Bekasi. Hasil perancangan sebelum dan sesudah fiberisasi akan dianalisa berdasarkan QoS dengan metode parameter packet loss, throughput, dan delay.

Dengan membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan sesuai dengan parameter yang ditetapkan dapat terlihat setelah dilakukan fiberisasi nilai packet loss yang terukur menurun signifikan menjadi 0,6 % packet yang hilang yang sebelumnya 32 %. Kecepatan data transfer/throughput meningkat sebesar 1,1 Mbps yang sebelumnya 0,47 Mbps, penurunan nilai rata-rata delay dalam pengiriman paket data dengan nilai 0,99 second yang sebelumnya sebesar 2,12 second.

Kata Kunci : BTS Fiberisasi, *Metro Ethernet (ME)*, *Packet Loss*, *Delay*, *Throughput*

Abstract - Along with the increasing construction of BTS using radio wave transmission, there are a lot of interference, obstacles, and bad weather factors. PT. Indosat replaces the transmission media from microwave radio link to Fiber Optic access network through a fiberization project in collaboration with PT. iForte Infotek Solutions. The location is determined at the Harapan Jaya Bekasi site. The results of the design before and after fiberization will be analyzed based on QoS with the parameter method of packet loss, throughput, and delay.

By comparing the measurement results and calculations according to the set parameters, it can be seen that after fiberization, the measured packet loss value decreased significantly to 0.6% of lost packets, previously 32%. Data transfer speed / throughput increased by 1.1 Mbps from 0.47 Mbps, decreasing the average value of delay in sending data packets with a value of 0.99 second, which was previously 2.12 seconds.

Keyword : BTS Fiberisasi, *Metro Ethernet (ME)*, *Packet Loss*, *Delay*, *Throughput*

I. PENDAHULUAN

Kenyamanan dalam memakai jasa telekomunikasi adalah tantangan tersendiri untuk penyedia layanan yaitu operator. Seiring bertambahnya pembangunan site baru di bekasi maka juga bertambahnya penggunaan gelombang radio. Sistem komunikasi radio saat ini sudah banyak dipakai dan berkembang, hal ini dikarenakan fungsi radio sebagai salah satu media transmisi yang dapat menjangkau jarak yang luas. Namun banyak permasalahan diantaranya terjadi gangguan dari frekuensi diantaranya yang berdekatan (*interferensi*), *obstacle* dan faktor dari cuaca buruk yang terjadi juga sangat rentan terjadinya gangguan terhadap transmisi [1].

Packet loss didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket data mencapai tujuan. Kegagalan paket data tersebut juga disebabkan oleh beberapa kemungkinan yang terjadi. *Overload traffic* dalam jaringan yang berdampak pada kapasitas yang tersedia, terjadi nya *congestion* dimana kongesti adalah perlambatan yang terjadi pada jalur paket-paket data. Penyebab terjadi nya kongesti salah satu nya *bandwith* yang kecil dan berdampak tidak seimbang nya dengan banyak lalu lintas data yang terjadi sehingga mengakibatkan *overload* [2].

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka penulisan tugas akhir ini dibahas perihal optimalisasi trafik dan peningkatan *packet loss* pada BTS milik PT. Indosat, Tbk dengan merubah media transmisi dari *radio microwave* menjadi fiber optik.

II. TEORI DASAR

2.1 Media Transmisi

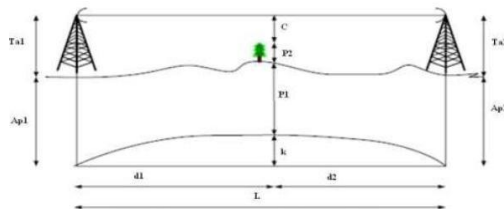
Merupakan pengiriman suatu sinyal atau informasi dari suatu tempat ke tempat lain. Media transmisi memiliki 2 bentuk yaitu :

1. *Guide Media* : menyediakan jalur transmisi sinyal yang terbatas secara fisik, meliputi: kabel *twisted-pair*, kabel koaksial dan kabel serat optik [1].
2. *Unguide Media* : komunikasi tanpa kabel/tanpa menggunakan konduktor secara fisik. Sinyal dikirimkan secara *broadcast* melalui udara, media transmisi ini dapat berupa *wireless* atau satelit [1].

2.2 Sistem Transmisi Gelombang Radio

Secara garis besar sistem ini adalah sebuah microwave atau pemancar yang menggunakan antena kearah tujuan dengan menggunakan gelombang radio di atas 1GHz. Sistem transmisi radio microwave dapat berupa sebuah *hop* dengan jarak maksimum 50 km atau sebuah *backbone* yang berupa *multiple hop*, dengan jarak sampai ratusan atau ribuan kilometer. Sebuah pemancar Tx yang memancarkan daya menggunakan antena kearah tujuan yang diterima oleh sebuah antena yang sesuai kemudian diteruskan ke sebuah pesawat penerima Rx. Ada beberapa parameter juga yang dibutuhkan agar sistem transmisi radio microwave dapat bekerja optimal sesuai dengan standar link budget transmisi dan memiliki kehandalan sistem yang maksimal [3].

Untuk mendapatkan hasil yang baik, diperlukan suatu kondisi dimana antenna pengirim dan penerima dapat saling melihat tanpa adanya gangguan serta halangan atau *obstacle* dalam batas-batas tertentu *Line of sight* (LOS) [3].



Gambar II. 1 *Line Of Sight* [3]

Ta1 = tinggi antenna stasiun pemancar (m)

Ta2 = tinggi antenna stasiun penerima (m)

Ap1 = *altitude*/ ketinggian stasiun pemancar (m)

Ap2 = *altitude*/ ketinggian stasiun penerima (m)

C = *clearance*/ jarak ruang (m)

P1 = tinggi penghalang(m)

k = faktor kelengkungan bumi

d1 = jarak penghalang ke pemancar (m)

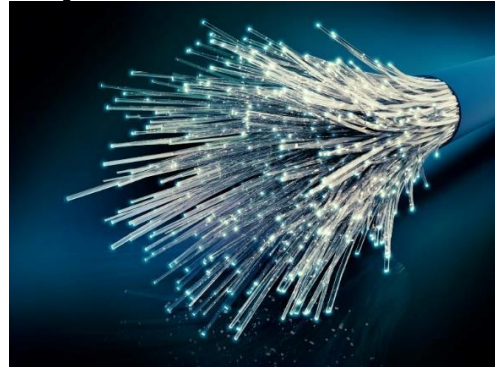
d2 = jarak penghalang ke penerima (m)

Parameter yang digunakan dalam propagasi *Line of sight* antara lain : daerah Fresnel, panjang lintasan, faktor 'k' dan faktor koreksi kelengkungan bumi [3].

2.4 Sistem Transmisi Fiber Optik

Fiber optik adalah salah satu media transmisi yang menyalurkan informasi dengan kapasitas besar dan kehandalan yang tinggi. Berbeda dengan media transmisi lainnya, maka pada serat optik gelombang pembawa nya tidak merupakan gelombang elektromagnetik atau listrik, akan tetapi menggunakan sinar atau cahaya laser [5].

Fiber Optik merupakan jenis kabel yang terbuat dari serat kaca atau plastik yang dapat mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat menuju tempat lainnya. Diameter kabel fiber optik pada umumnya berukuran 120 mikrometer, sedangkan sumber cahayanya dapat berupa sinar laser ataupun sinar LED [8].



Gambar II. 2 Fiber Optik [8]

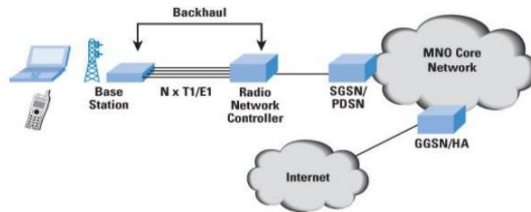
Dalam beberapa tahun terakhir penggunaan fiber optik di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini disebabkan dengan serat fiber optik maka data yang dikirimkan lebih cepat dan akurat. Di Indonesia sendiri fiber optik digunakan untuk jaringan internet, pengiriman data, telekomunikasi, dll [8].

2.5 Jaringan Backhaul

2.5.1 Backhaul

Pengertian *backhaul* secara umum adalah suatu jalur / jaringan yang digunakan untuk menyalurkan data maupun informasi dari *source point* ke *destination point*. Dalam penyaluran data informasi, *source point* akan melakukan *handover point* data dengan jaringan backhaul, kemudian jaringan backhaul tersebut

akan membawa informasi data tersebut menuju *destination source* yang melakukan serah terima data pada *handover point* antara jaringan *backhaul* dengan *destination point* [2].



Gambar II. 3 Jaringan *Backhaul* [2]

2.6 Standarisasi SLA (Service Level Agreement) BTS Fiberisasi

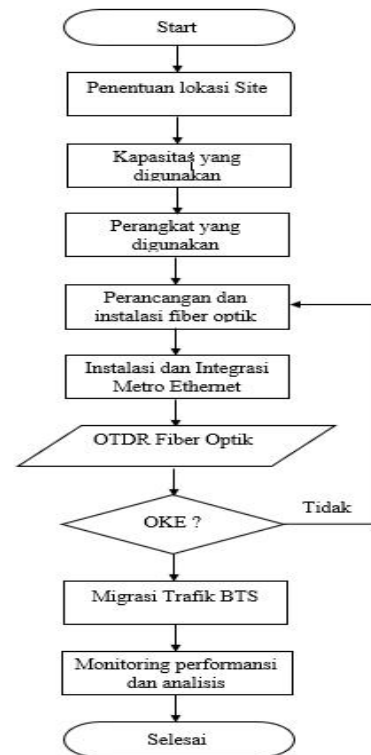
Standarisasi yang diberikan oleh PT. Indosat, Tbk terkait pelaksanaan fiberisasi adalah :

1. Selama dilakukannya proses fiberisasi, *link radio microwave existing* tetap berjalan seperti biasa sampai dengan fiber optik aktif.
2. Setelah fiberisasi sudah aktif (aktifasi dilakukan oleh vendor Departemen aktifasi), dalam kurun waktu 15 hari apabila tidak terjadi gangguan maka fiberisasi dinyatakan berhasil dan dapat mengajukan permintaan *dismantle/non-aktif link radio microwave existing*.
3. Apabila dalam kurun waktu 15 hari terjadi gangguan yang sama, maka fiberisasi dinyatakan gagal dan akan dikaji ulang.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat beberapa langkah-langkah yang ditunjukkan dalam diagram alur pada Gambar 3.1.

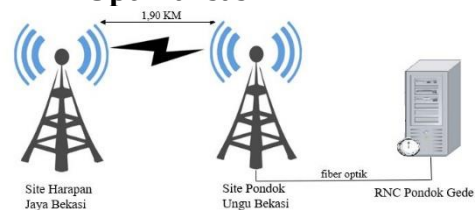


Gambar III. 1 Diagram alur penelitian

3.4 Optimalisasi Site

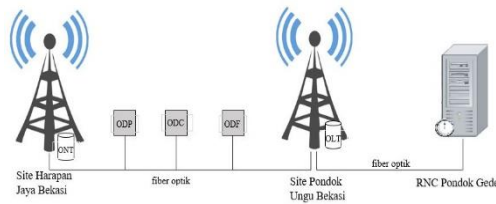
Optimalisasi site dilakukan dengan mengganti perangkat dan media transmisi dengan konfigurasi sebagai berikut :

3.4.1 Konfigurasi Link Sebelum Optimalisasi



Gambar III. 2 Konfigurasi Link Radio Microwave Site Harapan Jaya

3.4.2 Konfigurasi Link Sesudah Fiberisasi



Gambar III. 3 Jaringan Link BTS Fiberisasi

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Pengukuran

Pada pengukuran data ini penulis melakukan pengukuran di site Harapan Jaya Bekasi menggunakan *Software SecureCRT*, pengukuran dilakukan dengan interval waktu selama 14 hari, yaitu pada tanggal 04/09/2020 hingga 17/09/2020. Fiberisasi dilakukan pada tanggal 11/09/2020. Pengukuran data yang didapatkan ini akan dianalisis berdasarkan *Quality Of Service (QOS)* seperti *delay*, *throughput* dan *packet loss*.

4.1.1 Perhitungan Packet Loss

Packet loss merupakan *packet* yang hilang atau tidak sampai tujuan. *Packet loss* dapat dihitung dengan rumus berikut [9] :

$$Packet Loss = \frac{(Packet dikirim - Packet diterima)}{Packet dikirim} \times 100\% \quad (4.1)$$

Tabel IV. 1 Total Packet Transmitted dan Received

Perbandingan	Total Packet Transmitted	Total Packet Received	Date
Sebelum Fiberisasi	420740	285920	04 -10 September 2020
Sesudah Fiberisasi	616300	612600	11 -17 September 2020

Pada Tabel 4.2 pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan fiberisasi dengan interval

waktu selama 14 hari, yaitu dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan fiberisasi pada tanggal 04/09/2020 hingga 10/09/2020 dengan nilai rata-rata paket yang hilang selama tujuh hari sebagai berikut :

$$Packet Loss = \frac{(420740 - 285920)}{420740} \times 100\%$$

$$Packet Loss = 32 \%$$

2. Sesudah dilakukan fiberisasi pada tanggal 11/09/2020 hingga 17/09/2020 dengan nilai rata-rata paket yang hilang selama tujuh hari sebagai berikut :

$$Packet Loss = \frac{(616300 - 612600)}{616300} \times 100\%$$

$$Packet Loss = 0,6 \%$$

4.1.2 Perhitungan Throughput

Throughput untuk mengetahui suatu kecepatan (*rate*) transfer data efektif yang di ukur dalam satuan bps. *Throughput* dapat dihitung menggunakan persamaan [1].

$$Throughput = \frac{Packet data yang diterima}{Total Waktu Pengamatan} \quad (4.2)$$

Tabel IV. 2 Total Packet Received dan Duration

Perbandingan	Total Packet Received	Date	Total Duration (s)
Sebelum Fiberisasi	285920	04 -10 September 2020	604800
Sesudah Fiberisasi	612600	11 -17 September 2020	604800

Pada Tabel 4.3 adalah total *packet received* dalam durasi tujuh hari sebelum dan sesudah fiberisasi dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan fiberisasi pada tanggal 04/09/2020 hingga 10/09/2020, lalu dimasukan kedalam rumus *throughput* dengan hasil sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{285920}{604800}$$

$$\text{Throughput} = 0,47 \text{ Mbps}$$

2. Sesudah dilakukan fiberisasi pada tanggal 11/09/2020 hingga 17/09/2020 lalu dimasukan kedalam rumus *throughput* dengan hasil sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{612600}{604800}$$

$$\text{Throughput} = 1,01 \text{ Mbps}$$

4.1.3 Perhitungan Delay

Delay merupakan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari suatu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Berikut persamaan perhitungan *delay* [10].

$$\text{Rata - Rata Delay} = \frac{\text{Total Waktu Pengiriman Data}}{\text{Total Paket Yang Diterima}} \dots\dots\dots(4.3)$$

Tabel IV. 3 Total Packet Received dan Duration

Perbandingan	Total Packet Received	Date	Total Duration (s)
Sebelum Fiberisasi	285920	04 -10 September 2020	604800
Sesudah Fiberisasi	612600	11 -17 September 2020	604800

Pada Tabel 4.4 total *packet received* dalam durasi 7 hari sebelum dan sesudah fiberisasi dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan fiberisasi pada tanggal 04/09/2020 hingga 10/09/2020, lalu dimasukan dalam perhitungan rata-rata *delay* sebagai berikut :

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{604800}{285920}$$

$$\text{Rata - rata delay} = 2,12 \text{ second}$$

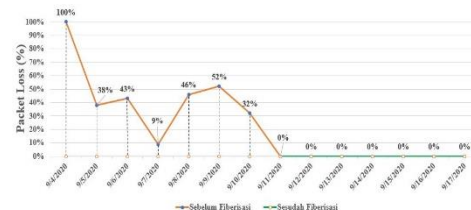
2. Sesudah dilakukan fiberisasi pada tanggal 11/09/2020 hingga 17/09/2020, lalu dimasukan dalam perhitungan rata-rata *delay* sebagai berikut :

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{604800}{612600}$$

$$\text{Rata - rata delay} = 0,99 \text{ second}$$

4.2 Analisa dan Pembahasan

4.2.1 Packet Loss



Gambar IV. 1 Perbandingan Data Packet Loss Sebelum dan Sesudah Fiberisasi

Pada Gambar 4.1 dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata paket yang hilang selama satu hari, dimana pada kondisi sebelum fiberisasi pada tanggal 04/09/2020 hingga 10/09/2020 jumlah *packet loss* meningkat dengan nilai rata-rata total durasi tujuh hari dengan perhitungan yaitu sebesar 32% *packet loss*, dan setelah dilakukan fiberisasi pada tanggal 11/09/2020 hingga 17/09/2020 nilai data *packet loss*

yang terukur menurun signifikan dengan nilai rata-rata total durasi tujuh hari adalah 0,6% *packet loss*.

4.2.2 Throughput

Tabel IV. 4 Hasil Perbandingan Throughput

Perbandingan	Throughput (Mbps)
Sebelum Fiberisasi	0,47
Sesudah Fiberisasi	1,01

Pada Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa *throughput* mengalami *improvement* yang baik sesudah fiberisasi dengan nilai kecepatan (*rate*) transfer data lebih besar dibandingkan sebelum fiberisasi.

4.2.3 Delay

Tabel IV. 5 Hasil Perbandingan Delay

Kategori	Delay (second)
Sebelum Fiberisasi	2,12
Sesudah Fiberisasi	0,99

Pada Tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata *delay* sesudah fiberisasi berkurang lebih kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata *delay* sebelum fiberisasi karena berkurangnya antrian dalam sistem pengiriman *packet data*.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan dilakukannya fiberisasi pada BTS Harapan Jaya, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan melakukan perubahan media transmisi dari *radio microwave* menjadi fiber optik maka nilai *packet loss* yang terukur menurun signifikan menjadi 0,6% yang sebelumnya 32%.
2. Nilai *throughput* mengalami kenaikan nilai sebesar 1,01 Mbps sesudah fiberisasi dibandingkan dengan nilai 0,47 Mbps

sebelum fiberisasi, nilai tersebut mempengaruhi kecepatan data transfer.

3. Dengan dilakukan fiberisasi dan penggantian perangkat mempengaruhi nilai rata-rata *delay* dari 2,12 second turun menjadi 0,99 second.

5.2 Saran

Untuk pihak PT Indosat, Tbk atau penyewa jasa pelayanan fiber optik harus segera melakukan perancangan dan instalasi satu jalur fiber optik kembali sebagai *link backup* jika terjadi *FO Cut* yang mengakibatkan BTS Down, karena saat ini belum ada *link backup* dan *link radio microwave* sudah *dismantle/non-aktif*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Pratiwi, A. A., & Laksana, E. P. (2018). PERANCANGAN SERVICE IMPROVEMENT PLAN MIGRASI LINK PADA LAYANAN PELANGGAN. *doc. MAESTRO*, 1(1), 50-59.
- [2]. Effendi, J. S., Sugito, S., & Maulana, M. I. (2018). Analisis Migrasi Media Transmisi Radio Ke Fiber Optik Di Jaringan Backhaul Bts Perum Manglayang. *eProceedings of Engineering*, 5(1).
- [3]. Jubaedah, P., & Abrianto, H. (2015). Perancangan Sistem Komunikasi Radio Microwave Antara Onshore Dan Offshore. *SAINSTECH*, 25(1).
- [4]. Poerwanto, E. (2013). *LKP: Desain dan Perencanaan Instalasi Antena Microwave untuk Mendapatkan Hasil yang Efisien* (Doctoral dissertation, Stikom Surabaya).
- [5]. Ananto, B., Darjat, D., & Setiyono, B. (2011). *Simulasi Perambatan Cahaya Pada Serat Optik* (Doctoral dissertation,

- Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik).
- [6]. Darmawan, F. D. (2011). LKP: SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK DI PT. TELEKOMUNIKASI INDONESIA, Tbk. DIVISI INFRATEL AREA NETWORK SURABAYA TIMUR.
 - [7]. Ramadwiputra, A., Munadi, R., & Laksono, F. A. (2019). Analisis Load Balance Fat Label Lag Pada Jaringan Metro Ethernet Dengan Service L2vpn (studi Kasus Interoperability Test Fat-label Rfc6391 Metro Alcatel-nokia Dan Tera Router Cisco Di Dds Pt. telkom Divisi Broadband Core Network). *eProceedings of Engineering*, 6(1).
 - [8]. <http://jurusan.tik.pnj.ac.id/repositori/pengarang/DITA%20NURHAYATI>
 - [9]. Hasyim, D. D. (2016). *TA: Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Video Call VoIP Server Kamailio dan VoIP Server Trixbox* (Doctoral dissertation, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya). Fauzi, A. A. ANALISIS QUALITY OF SERVICE DENGAN METODE WALK TEST TERHADAP PENGARUH POSISI PENGAMBILAN DATA USER PADA EVENT MOBILE LEGEND TELKOMSEL. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Ta*