

JURNAL ELEKTRO

Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Pada Tempat Sampah, Oleh: Teten Dian Hakim, Yosua Pratama Munthe

Analisa Perhitungan Kebutuhan Genset Stamford 670 KVA Pada Apartemen Mustika Golf Residence Cikarang Jawa Barat, Oleh: Nurhabibah Naibaho, Mohammad Yoverly

Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino, Oleh: Slamet Purwo Santoso, Fajar Wijayanto

Analisis Efisiensi Daya Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Soft Starter Pada Reciprocating Compressor, oleh: Ujang Wiharja, Septo Wisnu Groho

Rancang Bangun Incubator Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dilengkapi Sensor DHT 22, Oleh: Abdul Kodir Al bahar, Mujammil Haq

Analisis Pendeteksian Dini Arus Bocor Kabel Power 20 KV Pada Transformator 1 150/20 Kv Di GIS Gandaria, Oleh: Bayu Kusumo, Arif Rahman Hakim

Analisa Sisa Umur Pemakaian Transformator Tipe Rectifier Kapasitas 20 KV Berdasarkan Perhitungan Pembebanan Di Chemical Plant – Karawang, Oleh: Tri Ongko Priyono, Valentina

Rancang Bangun Sistem Penerangan Jalan Umum Dengan Solar Cell 50 WP Dan Solar Tracking, Oleh: Sri Hartanto, Guntoro

Analisis Konsumsi Daya Pemasangan Kapasitor Bank Pada Sistem Jaringan Listrik Tegangan Rendah Di Hotel The 101 Cengkareng, Oleh: Lukman Aditya, Alhaqam Rizky Ilmianta

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. Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Pada Tempat Sampah, Oleh: Teten Dian Hakim, Yosua Pratama Munthe	1 - 10
2. Analisa Perhitungan Kebutuhan Genset Stamford 670 KVA Pada Apartemen Mustika Golf Residence Cikarang Jawa Barat, Oleh: Nurhabibah Naibaho, Mohammad Yoverly	11 - 19
3. Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino, Oleh : Slamet Purwo Santoso, Fajar Wijayanto	20 - 31
4. Analisis Efisiensi Daya Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Soft Starter Pada Reciprocating Compressor, oleh: Ujang Wiharja, Septo Wisnu Groho	32 - 42
5. Rancang Bangun Incubator Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dilengkapi Sensor DHT 22, Oleh: Abdul Kodir Al bahar, Mujammil Haq	43 - 52
6. Analisis Pendeteksian Dini Arus Bocor Kabel Power 20 KV Pada Transformator 1 150/20 Kv Di GIS Gandaria, Oleh; Bayu Kusumo, Arif Rahman Hakim	53 - 62
7. Analisa Sisa Umur Pemakaian Transformator Tipe Rectifier Kapasitas 20 KV Berdasarkan Perhitungan Pembebanan Di Chemical Plant – Karawang, Oleh: Tri Ongko Priyono, Valentina.....	63 - 72
8. Rancang Bangun Sistem Penerangan Jalan Umum Dengan Solar Sel 50 WP Dan Solar Tracking, Oleh: Sri Hartanto, Guntoro	73 - 84

9. Analisis Konsumsi Daya Pemasangan Kapasitor Bank Pada Sistem Jaringan Listrik Tegangan Rendah Di Hotel The 101 Cengkareng, Oleh: Lukman Aditya, Alhaqam Rizky Ilmianta 85 – 94

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN SENSOR JARAK BERBASIS MIKROKONTROLER PADA TEMPAT SAMPAH

Teten Dian Hakim, Yosua Pratama Munthe

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu alternatif untuk mempermudah segala aktifitas di berbagai industri. Perancangan tempat sampah ini diberi sensor *HCSR-04* di bawah tutup tempat sampah sebagai sensor yang mendeteksi volume kapasitas pada tempat sampah, sensor *Inframerah* yang berada pada bagian depan tempat sampah yang fungsinya adalah untuk mendeteksi suatu obyek pada bagian depan tempat sampah untuk membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis, motor *Servo* yang letaknya di belakang tutup tempat sampah yang tujuan bergerak 180 derajat dan 90 derajat untuk membuka dan menutup tempat sampah, *DFPlayer* yang fungsinya untuk memberikan notifikasi feedback suara "BUKA PENUTUP", dan *LCD* dibagian depan tempat sampah yang fungsinya sebagai menampilkan kapasitas volume sampah. Semua pengoperasian tempat sampah dikendalikan dengan *Arduino Nano* dan untuk sistem monitoring menggunakan aplikasi *blynk* yang dihubungkan melalui modul *ESP8266*. *Prototype* juga ketika tempat sampah penuh maka akan memberikan notifikasi ke aplikasi *Blynk*.

Kata kunci : *Internet of Things* , *Sistem Monitoring Tempat Sampah*, Aplikasi *Blynk*

Internet of Things (IoT) is an alternative to facilitate all activities in various industries. The design of this trash can is given an HCSR-04 sensor under the lid of the trash can as a sensor that detects the volume capacity of the trash can, an Infrared sensor located on the front of the trash can whose function is to detect an object on the front of the trash can to open and close the bin. automatic trash can, Servo motor which is located behind the trash can lid which aims to move 180 degrees and 90 degrees to open and close the trash can, DFPlayer whose function is to provide voice feedback notification "OPEN COVER", and LCD on the front of the trash can which functions as a displays the volume capacity of the waste. All operations of the trash can are controlled by Arduino Nano and for the monitoring system using the blynk application which is connected via the ESP8266 module. The prototype also when the trash can is full it will give a notification to the Blynk application.

Keywords: Internet of Things, Trash Can Monitoring System, Application Blynk

1. PENDAHULUAN

Perkembangan di zaman modern dan teknologi mikrokontroler yang banyak berdampak kepada kehidupan setiap manusia. Berbagai imajinasi dan berbagai inovasi teknologi yang baru. Dengan adanya perkembangan teknologi mikrokontroler pada tempat sampah yang bisa membantu untuk meningkatkan kesadaran manusia bahwa pentingnya untuk menjaga kebersihan lingkungan. Setiap orang \

Saya penyusun berinisiatif untuk membuat sebuah alat yang tujuan dan fungsinya untuk memantau atau memonitoring isi daripada tempat sampah dengan menggunakan mikrokontroler *Arduino Nano* untuk membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis memberikan feedback suara melalui *DFPlayer* yang terkoneksi ke sebuah speaker, *ESP8266* untuk memonitoring volume level pada tempat sampah lewat aplikasi *Blynk*, sensor pembuka tutup tempat sampah secara otomatis dan sensor level untuk volume pada tempat sampah yang berfungsi sebagai alat yang untuk memantau isi tempat sampah tersebut dan akan memberi pemberitahuan kepada setiap petugas kebersihan yang bertugas untuk segera mengosongkan tempat sampah tersebut agar bisa digunakan lagi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Internet of Things

Internet of Thing adalah sebuah istilah yang dimaksudkan dalam penggunaan internet yang lebih besar, mengadopsi komputasi yang bersifat mobile dan konektivitas kemudian menggabungkan dalam kehidupan kita. *IoT* berkaitan langsung dengan *DoT (Disruption of Things)* sebagai perubahan atau transformasi penggunaan internet dari sebelumnya Internet of People menjadi Internet of *M2M (Maching-to-Machine)*.

Secara sederhana Cara kerja *Internet of Things* adalah adanya interkoneksi antar perangkat elektronik dan pengguna. Misalnya penerapan *IoT* pada smart home, pemilik rumah yang terlupa mengunci pintu rumahnya atau mematikan AC ketika

berpergian, maka cukup meremote perangkat elektronik tersebut menggunakan perangkat mobilnya saja, dalam aplikasi memonitoring volume tempat sampah juga sangat berguna karena tempat sampah yang termonitoring oleh aplikasi membantu petugas tempat sampah untuk segera mengosongkan tempat sampah agar tidak terlanjur menumpuk saat sampah penuh.

IoT berjalan menerjemahkan bahasa pemrograman yang sudah dibuat dengan cara bahasa pemrograman yang dibuat tersebut biasanya berupa Bahasa C yang kemudian di upload ke Alat. Alat tersebut juga biasa dikenal sebagai *Mikrokontroler, Mikrokontroler* yang biasa digunakan adalah modul *Arduino* dan modul *ESP*. [1]

2.2 Modul ESP 8266

ESP8266 adalah sebuah modul WiFi serbaguna yang bersifat *SoC (System on Chip)*, sehingga bisa melakukan programming langsung ke *ESP8266* tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Kelebihan lainnya, *ESP8266* ini dapat menjalankan peran sebagai *Access Point* dan juga *Klien*.

Modul ini memiliki tegangan operasi sebesar 3.3 Volt, memiliki tiga mode wifi Pertama yaitu Station yang mana membuat modul dapat menghubungkan pada Access Point router yang sudah disetting, Kedua Access Point dimana modul bertindak sebagai Access Point yang membuat perangkat dapat terhubung ke modul ini dan yang Ketiga adalah *Both* (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan *GPIO* dimana jumlah pin bergantung dengan jenis *ESP8266* digunakan.

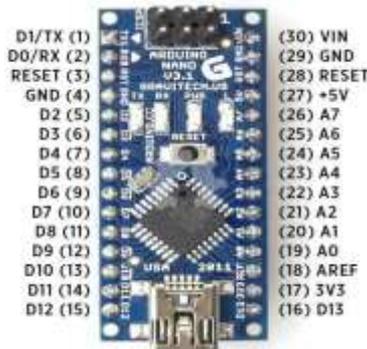
Firmware default yang digunakan pada modul ini adalah *AT Command*, selain itu ada beberapa *Firmware* yang dapat digunakan modul ini berbasis open source

2.3 Arduino Nano

Arduino adalah sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat open source. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, *Integrated Development Environment (IDE)* yang

canggih. *IDE* adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory *microcontroller*

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan *mikrokontroler* yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. *Arduino Nano* diciptakan dengan basis mikrokontroler *ATmega328* (untuk *Arduino Nano* versi 3.x) atau *ATmega 168* (untuk *Arduino* versi 2.x). *Arduino Nano* kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan *Arduino Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. *Arduino Nano* tidak menyertakan colokan *DC* berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port *USB Mini-B*. *Arduino Nano* dirancang dan diproduksi oleh perusahaan *Gravitech*. [2]



Gambar 2.1 Konfigurasi Pin Layout Arduino Nano

2.4 Arduino IDE

Area pemrograman *Arduino* dikenal dengan *Integrated Development Environment (IDE)*. Area pemrograman yang digunakan untuk menulis baris program dan mengunggahnya ke dalam board *Arduiino*.

IDE Arduino membutuhkan beberapa pengaturan yang digunakan untuk mendeteksi board *Arduino* yang sudah dihubungkan ke komputer. Beberapa pengaturan tersebut adalah mengatur jenis board yang digunakan sesuai dengan board yang terpasang dan mengatur jalur komunikasi data melalui perintah *Serial*

Port. Kedua pengaturan tersebut dapat ditemukan pada *pull down menu Tools*.

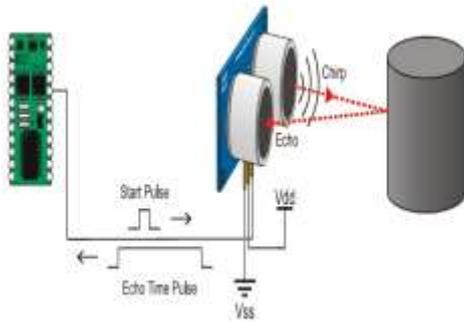
2.5 Sensor HCSR-04

Sensor Jarak *Ultrasonik* atau *Ultrasonic Proximity Sensor* adalah sensor jarak yang menggunakan prinsip operasi yang mirip dengan radar atau *sonar* yaitu dengan menghasilkan gelombang frekuensi tinggi untuk menganalisis gema yang diterima setelah terpantul dari objek yang mendekatinya. Sensor *Proximity Ultrasonik* ini akan menghitung waktu antara pengiriman sinyal dengan penerimaan sinyal untuk menentukan jarak objek yang bersangkutan. sering digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek dan mengukur jarak obyek di proses otomasi pabrik.



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik

Ketika adanya sebuah gelombang *ultrasonik* melewati suatu objek, sebagian dipantulkan, sebagian diteruskan dan sebagian lagi diserap. Sensor itu menghasilkan gelombang suara dan memancarkannya sehingga mengenai objek yang berada didepannya kemudian pantulan gelombang suara dari objek yang berada didepannya ditangkap dengan perbedaan waktu yang digunakan sebagai dasar perhitungan jarak objek. Perbedaan waktu pancaran dan waktu pantulan berbanding lurus dengan jarak objek yang memantulkannya. Jenis objek yang di indranya dapat berupa zat padat, cair dan butiran.



Gambar 2.3 Prinsip kerja sensor Ultrasonik

2.6 BLYNK

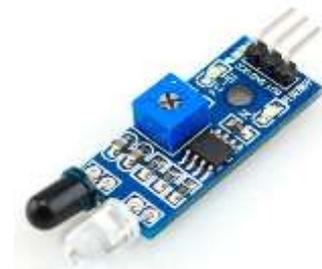
Blynk merupakan platform untuk aplikasi Mobile (*iOS dan Android*) yang berguna untuk mengendalikan modul *Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1*, dan modul jenis lain dengan Internet. Aplikasi ini sangat mudah digunakan bagi orang yang baru menggunakan *Blynk*. Aplikasi ini memiliki banyak fitur yang sehingga membuat pengguna dapat berkreasi dengan aplikasi *Blynk*. Membuat projek di aplikasi *Blynk* ini sangat mudah, yaitu dengan cara *drag and drop*. *Blynk* tidak terkait atau berkerja sama dengan modul atau *mikrokontroller* tertentu.

Dengan aplikasi ini kita dapat mengontrol apapun dari jarak dimana pun kita berada dengan asalkan terhubung dengan internet. Hal inilah yang biasa disebut dengan *IOT (Internet Of Things)*. [4]

2.7 Sensor Inframerah (IR)

Sensor pendeteksi garis sebenarnya bisa dibuat dengan menggunakan *LED, LDR* dan *komparator* untuk mengambil keputusan adanya halangan atau tidak. Dimana didalamnya terdapat sebuah pemancar *Infrared*, dan penerima *Infrared* berupa *photo transistor*. Dimana sinyal yang *photo transistor* tergantung permukaan objek yang berwarna putih atau terang yang memantulkan *Infrared*, atau gelap yang tidak memantulkan sinyal *Infrared*. Komponen ini digunakan untuk mengenali halangan atau rintangan.

Jarak efektif sensor *Infrared* ini dari 0.2mm sampai 30 [5]



Gambar 2.4 Sensor Inframerah

Sistem sensor *Inframerah* pada dasarnya menggunakan *Inframerah* sebagai media untuk komunikasi data antara *receiver* dan *transmitter*. Sistem akan bekerja jika pada sinar *Inframerah* yang dipancarkan terhalang oleh suatu obyek yang mengakibatkan sinar *inframerah* tersebut tidak dapat terdeteksi oleh penerima. Keuntungan atau manfaat dari sistem ini dalam penerapannya antara lain sebagai pengendali jarak jauh, alarm keamanan, otomatisasi pada sistem. Pemancar pada sistem ini terdiri atas sebuah *LED Inframerah* yang dilengkapi dengan rangkaian yang mampu membangkitkan data untuk dikirimkan melalui sinar *Inframerah*, sedangkan pada bagian penerima biasanya terdapat *foto transistor, fotodiode*, atau *Inframerah* modul yang berfungsi untuk menerima sinar *Inframerah* yang dikirimkan oleh pemancar.

2.8 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem tertutup dimana posisi dari motor akan diinformasikan Kembali ke rangkaian control yang sudah ada di dalam servo tersebut. *Motor servo* terdiri dari sebuah motor, satu rangkaian gear, *potensiometer* dan rangkaian control. *Potensiometer* dalam *motor servo* berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran *servo*. Sedangkan sudut dari sumbu *motor servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor [6]



Gambar 2.5 Motor Servo

2.9 LCD

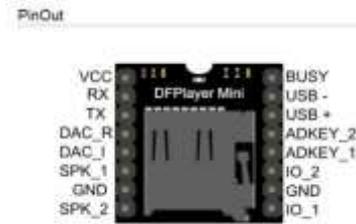
LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. *LCD* pada umumnya digunakan dalam berbagai bidang mulai dari alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun komputer. *LCD* digunakan untuk menampilkan kapasitas pada tempat sampah.



Gambar 2.6 LCD 2X16

2.10 DFPlayer

DFplayer merupakan suatu *module Sound/music* yang mendukung beberapa file salah satunya adalah file mp3 yang pada umumnya kita gunakan sebagai format sound file. *DFPlayer* mempunyai 16 pin *interface* berupa standar *DIP pin header* pada kedua sisinya. Berikut nama dan fungsi masing-masing pin pada *module DFPlayer*:



Gambar 2.7 Pin pada Modul DFPlayer

3. METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan sistem prototype tempat sampah

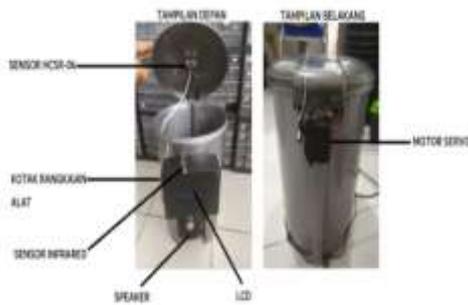
Pembuatan alat tempat sampah ini direncanakan sebagai berikut:

1. *Prototype* ini 1 bagian besar ialah tempat sampah dan 1 kotak untuk penyimpanan modul board
2. Pada rancangan tempat sampah ini di bagian depan diberi *LCD 2X16*.
3. Pada rancangan tempat sampah ini di bagian depan bawah terdapat speaker yang akan memberikan feedback suara ketika tempat sampah terbuka atau tertutup
4. Dibagian atas tutup tempat sampah diberikan sensor *HSCR-04* sebagai sensor level pada tempat sampah
5. Diatas kotak tempat penyimpanan board ditaruh atau ditempelkan sensor Inframerah yang akan mendeteksi suatu obyek.
6. Disamping kotak board diberikan lubang untuk lubang power menghidupkan sistem dengan adapter 12Vdc
7. Dibelakang body tempat dibagian belakang dipasang *Motor Servo* untuk membuka dan menutup tempat sampah secara otomatis.

4.1 Perancangan Model alat

Berikut ini adalah rancangan model alat yang akan dirancang pada tempat sampah sementara yang suatu saat masih dapat berubah, tempat sampah yang berukuran panjang 25 cm dan lebar 25 cm alat nya terdiri dari *Motor Servo* yang akan berguna pada rancangan alat untuk sebagai penggerak tutup tempat sampah, Sensor *Infrared* yang akan digunakan pada

rancangan tempat sampah sebagai untuk mendeteksi benda atau objek ,sensor infrared dapat menangkap objek berjarak 5 sentimeter dan sensor *ultrasonik HCSR-04* sebagai sensor mendeteksi level volume pada tempat sampah berjarak 5 sentimeter, setelah itu kotak rangkaian berisikan alat *LCD*, *Arduino Nano*, *ESP 8266*, *DFPplayer* dan beserta rangkaian lainnya yang diperlukan.

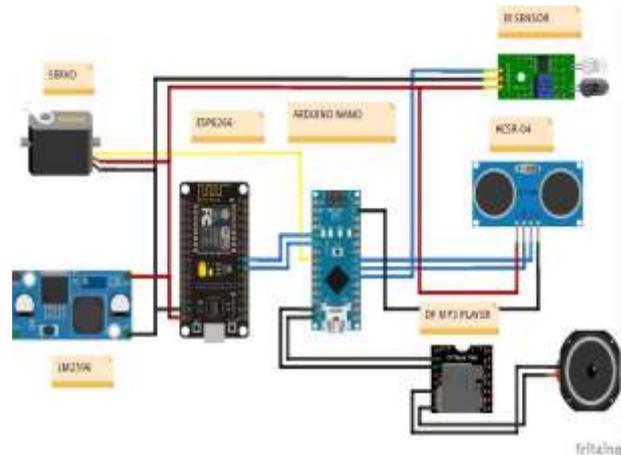


Gambar 3.1 Rancangan Desain Alat

4.2 Rancangan desain wearing alat

Berikut ini adalah rancangan desain wearing alat yang akan dirancang pada tempat sampah *Motor Servo* mendapatkan input dari *Arduino Nano* Sensor *HCSR-04* dan *Sensor Inframerah* memberikan input kepada *Arduino Nano*, *DFPlayer* mendapatkan Input dari *Arduino Nano* dan memberikan feedback suara melalui speaker modul *LM2596* digunakan sebagai *stepdown dc to dc* dan *Arduino Nano* memberikan *output* ke *ESP8266* yang akan mengirimkan data ke aplikasi *Blynk* untuk memonitoring tempat sampah.

Dibawah ini gambar alat yang akan di rancang pada *prototype* tempah sampah:



Gambar 3.2 Model Wearing dan rancangan alat

4.3 Proses Cara Kerja Alat

Alat tugas akhir ini menggunakan sensor yaitu sensor *infrared* untuk mendeteksi adanya obyek yang mendekati tempat sampah, sensor *ultrasonik HCSR04* untuk mendeteksi volume level pada tempat sampah.

Sistem ini menggunakan 2 *mikrokontroler* yaitu yang pertama adalah *Arduino Nano* yang berfungsi untuk memproses seluruh data dari sensor dan yang kedua adalah *ESP8266* yang berfungsi untuk mengirimkan data ke *Blynk server*, *port GPIO ESP8266* sangat terbatas. Untuk memutar suara Mp3 menggunakan *Arduino Nano*. Sedangkan untuk proses mengirim data dari *Arduino Nano* ke *ESP8266* ialah menggunakan komunikasi serial, dari *Arduino Nano* sebagai pengirim transmiter atau *TX* sedangkan *ESP8266* sebagai penerima yaitu *pin RX*. Pin yang digunakan *Arduino Nano* adalah pin digital 2 dan 3 sedangkan di *ESP8266* adalah menggunakan *pin GPIO* pin 12 dan 14. Untuk komunikasi dari *Arduino Nano* ke modul *DFPlayer* menggunakan komunikasi serial menggunakan library software serial fungsinya untuk menjadikan *Arduino Nano* lebih dari 1 komunikasi serial, komunikasi serial, komunikasi serial yang pertama adalah proses mendownload data dari komputer ke *Arduino Nano*, komunikasi serial yang kedua serial *Arduino Nano* mengirim data ke *ESP8266*, komunikasi serial ketiga *Arduino Nano* mengirim data ke

DFPlayer, dan untuk *LCD* menggunakan komunikasi *I2C* fungsinya untuk menghemat pin yang digunakan adalah pin A4 dan A5. Sedangkan *ESP8266* membaca data serial dari *Arduino Nano* dan dikirimkan langsung ke *Blynk* server. *Esp 8266* menggunakan inisialisasi token alamat dari aplikasi.

3.2 Perancangan Arduino IDE

Pada tahapan ini penulis memberikan metode perancangan pada program *Arduino Nano* masuk ke menu port, pilih board “*Arduino Nano*” lalu pilih port yang sesuai dengan port *Arduino* yang digunakan. Setelah itu lakukan perintah upload, jika berhasil maka program siap untuk di jalankan.

3.3 Perancangan Motor Servo

Pada perancangan *motor Servo* terdapat 3 kabel berwarna merah, hitam dan kuning. Pertama kabel warna kuning pada motor *Servo* di sambungkan ke pin D5 pada *Arduino Nano*, kabel merah pada motor servo disambungkan ke *Vcc* sensor *Inframerah* dan *Vcc* Sensor *HCSR-04*, lalu disambungkan ke *Out* pada modul *LM2596* dan tersambung ke *Vin* pada *ESP8266*, untuk kabel berwarna hitam pada motor servo disambungkan ke *Out* modul *LM2596*, disambungkan ke *Gnd* *ESP8266* dan *Gnd* Sensor *Inframerah*

3.4 Perancangan HCSR-04

Pada perancangan sensor *HCSR-04* di sensor ini terdapat 4 pin yaitu *Vcc*, *Trig*, *Echo* dan *Gnd*. Pada perancangan rangkaian *HCSR-04* pin *Gnd* pada *HCSR-04* disambungkan ke pin *Gnd* pada *Arduino Nano*, pin *Echo* pada *HCSR-04* disambungkan ke pin A4 pada yang ada pada *Arduino Nano*, pin *Trig* pada *HCSR-04* disambungkan ke pin A3 pada *Arduino Nano* dan pin *Vcc* yang ada pada *HCSR-04* dikoneksikan ke Pin *Vin* pada *ESP8266*

3.5 Perancangan DFPlayer

Pada perancangan *DFPlayer* ini, pin *RX* pada *DFPlayer* disambungkan ke pin

D12 pada *Arduino Nano* pin *TX* pada *DFPlayer* disambungkan ke D11 pada *Arduino Nano* lalu untuk keluaran suara *SPK_1* dan *SPK_2* pada *DFPlayer* dihubungkan ke *Speaker* untuk bunyi suara. Setelah terkoneksi maka *DFPlayer* diberikan *Micro Sdcard* yang sudah diisi notifikasi yang ingin di suarakan.

3.6 Perancangan Inframerah

Pada perancangan pada sensor *Inframerah* yang terdapat di *Inframerah* pin *Out*, *Gnd*, dan *VCC* untuk perancangan pada sensor *Inframerah* pin *Out* pada sensor *Inframerah* disambungkan ke pin A2 pada *Arduino Nano* dan pin *Gnd* pada sensor *Inframerah* akan di sambungkan juga ke pin *Vin* pada *ESP8266* dan *Out* pada modul *LM2596* lalu disambungkan ke kabel hitam pada motor *Servo*, lalu pin *Vcc* pada sensor *Inframerah* di sambungkan ke *out* dari modul *LM2596*, ke *Vcc* pada *HCSR-04*, disambungkan ke *Vin* pada *ESP8266* dan kabel merah pada *motor Servo*.

3.7 Proses Sinkronisasi ke Aplikasi Blynk

1. Proses atau cara sinkronisasi aplikasi *blynk* pada modul *ESP 8266*. Berikut pembahasan tiap bagiannya :
2. *Download* dan *install* aplikasi *blynk* pada *google playstore smartphone* dan buka aplikasi *blynk*.
3. 2. Bikin project baru di *blynk* dan salin *Auth Token* yang dikirim ke email
4. *Install library blynk* pada *Arduino IDE*. Cara mudahnya, pilih menu *Sketch-Include Library-Manage Libraries* kemudian ketik ‘*Blynk*’ pada kotak pencarian.
5. Pilih board ‘*Generic ESP8266 Module*’ pada menu *Tools-Board*
6. Buka *sketch* pada program *Example – Blynk – Boards_Wifi – Esp8266_standalone*, masukkan atau update *auth token* tersebut pada *sketch* di atas. Sesuaikan *ssid* dan *password* *WIFI* Anda. Kemudian upload *sketch* ke *ESP8266*.

4. PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian LCD

Pengujian untuk operasi ini untuk melihat seberapa berfungsinya *LCD* pada *prototype* tempat sampah. Pengujian ini akan dilakukan dengan melihat *LCD* nyala dan berfungsi memberikan simbol.



Gambar 4. 1 Pengujian LCD

4.2 Pengujian HCSR-04

Pada pengujian sensor *HCSR-04* ini yang tujuannya adalah untuk mendeteksi volume pada tempat sampah sesuai persentasenya. Pada pengujian ini saya mencoba telah menghubungkan sensor *HCSR-04* dengan modul *Arduino Nano*. Uji coba dari sensor ini adalah dengan cara memberikan suatu objek pada lubang tempat sampah dan mengujinya dengan mencoba bervariasi jaraknya. Saat kapasitas pada tempat sampah kosong maka sensor membaca volumenya 0 persen yang ditampilkan pada *LCD* tempat sampah dan saat ketika diberikan suatu benda sekitar setengah dari kapasitas tempat sampah maka sensor membaca volume tempat sampah 50 persen yang harusnya ditampilkan di *LCD* tempat sampah begitu juga jika saya memberi suatu objek untuk memenuhi isi dalam tempat sampah maka sensor membaca volume yang ada di tempat sampah full atau 100 persen yang harusnya ditampilkan pada *LCD* tempat sampah.

Berikut tampilan tabel dan gambar lcd pada saat hasil pengujian sensor *HCSR-04*:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian HCSR-04

Kapasitas volume tempat sampah	Tampilan di LCD	Pembacaan sensor
0 %	0 %	Benar
50 %	50 %	Benar
100 %	100 %	Benar

Kondisi	Vout	Keterangan
Tidak ada halangan	4.98V	Tempat sampah tertutup
Ada halangan	0V	Tempat sampah terbuka

4.3 Pengujian Sensor Inframerah

Pada pengujian sensor *Inframerah* pada tempat sampah ini saya mencoba menghalangi sensor *Inframerah* ini dengan bervariasi jaraknya apakah tempat sampah terbuka ataupun tertutup secara otomatis. Sensor *Inframerah* terbaca ketika jarak 5 cm jika jarak lebih dari 5 cm maka sensor tidak akan membaca.

Tabel dan gambar berikut adalah hasil pengujian terhadap *Inframerah*:

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor Inframerah

Kondisi	Vout	Keterangan
Tidak ada halangan	4.98V	Tempat sampah tertutup
Ada halangan	0V	Tempat sampah terbuka



Gambar 4.2 Pengujian Sensor Inframerah

4.4 Pengujian Operasi Aplikasi Blynk

Proses koneksi antara *NodeMCU ESP8266* dengan server *Blynk*. *SSID WiFi* menggunakan *SAYUSWA* dengan *IP DHCP 192.168.1.26*. Koneksi server tujuan *Blynk* dengan domain *blynk-cloud.com* dengan *Port 8080*:

```

17:43:04.238 => [7149] Connecting to SAYUSWA
17:43:04.649 => [571] Connected to WiFi
17:43:04.649 => [571] IP: 192.168.1.26
17:43:05.005 => [571]
17:43:05.005 =>
17:43:05.094 =>
17:43:05.094 =>
17:43:05.094 =>
17:43:05.098 =>
17:43:05.098 =>
17:43:05.210 =>
17:43:05.210 => [644] connecting to blynk-cloud.com:8080
17:43:05.210 => [704] ready (ping: 39ms)
17:43:05.210 => DAT:17,1
17:43:05.480 => DAT:17,1
17:43:06.923 => DAT:17,1
17:43:08.098 => DAT:17,1
17:43:09.243 => DAT:17,1
17:43:10.481 => DAT:17,1
17:43:11.649 => DAT:17,1
    
```

Gambar 4.3 Pengujian Operasi Blynk



Gambar 4.4 Gambar tampilan di aplikasi Blynk

4.5 Pengujian DFPlayer

Pada pengujian *DFPlayer* kondisi tutup tempat sampah terbuka maka *DFPlayer* memberikan notifikasi suara “BUKA PENUTUP” yang dikeluarkan melalui Speaker

4.6 Pengujian Motor Servo

Pada Pengujian *Motor Servo* kondisi sudut Servo saat menutup adalah diseting adalah pada sudut 180 derajat. Pada saat ada halangan dalam artian kondisi *logic Inframerah* low atau 0 maka sudut *servo* bergerak kearah 90 derajat.

Berikut ini adalah tabel dan gambar dari pengujian *motor servo* pada tutup tempat sampah yang diuji:

Tabel 4. 3 Hasil pengujian motor Servo

Kondisi	Sudut Servo	Kondisi Tutup
Ada Halangan	90	Terbuka
Tidak Ada halangan	180	Menutup

Analisa Hasil Pengujian

Pada pengujian untuk buka tutup tempat sampah pada sensor *Inframerah* dengan cara diukur dengan bervariasi jarak yang ditentukan tutup tempat sampah tidak akan terbuka jika jarak lebih dari 5 cm jika jarak kurang dari 5 cm maka tutup tempat sampah akan terbuka. Pengujian sensor level atau volume pada tempat sampah dengan sensor *HCSR-04* bahwa telah diuji sensor membaca dan menampilkan volume kapasitas tempat sampah dengan diuji bervariasi dengan

kondisi volume tempat sampah kosong, setengah penuh dan kondisi tempat sampah penuh menampilkan sesuai dengan presentase pada *LCD*. Pada pengujian buka tutup tempat sampah *DFPlayer* berfungsi dengan benar saat kondisi tutup tempat sampah membuka dengan notifikasi “BUKA PENUTUP”

Prototype tempat sampah berfungsi dengan baik membaca sensor dan membuka tutup tempat sampah pengujian operasi tempat sampah dengan menggunakan aplikasi *blynk* ditemukan bahwa *prototype* dapat berfungsi membaca memonitoring kapasitas volume sampah pada aplikasi dan juga saat kondisi sampah penuh maka tempat sampah tidak akan melayani buka tutup kembali sebelum di riset melalui aplikasi yang memonitoring tempat sampah ini. Keberhasilan pengujian ini dapat dijadikan oleh penulis untuk mengembangkan penggunaan tempat sampah aktual untuk mengurangi potensi penyebaran penyakit menular yang berkemungkinan di sebarakan melalui sentuhan pada objek umum seperti membuka tutup sampah dengan bersentuhan dan juga membantu kepada setiap petugas kebersihan untuk memonitoring tempat sampah agar sampah tidak menumpuk dan tidak lupa untuk membuang sampah pada pembuangan sampah akhir

5. KESIMPULAN

Dari keseluruhan perancangan *prototype* tempat sampah ini yang telah dibuat dan diuji maka dapat kita simpulkan bahwa:

1. Program kontrol yang dibuat telah sesuai dengan deskripsi kerja alat yang telah ditentukan. Program kontrol mampu melakukan operasi-operasi dari membuka tutup tempat sampah secara otomatis dan memberikan notifikasi melalui *DFPlayer*
2. Menampilkan kapasitas volume sampah pada *LCD* yang ada pada tempat sampah dengan menggunakan aplikasi *blynk* dan keberfungsian sensor memonitoring kapasitas volume sampah juga mereset jika kondisi tempat sampah terisi penuh agar tutup tempat sampah dapat terbuka.

Dengan adanya sistem otomatis pada *motor servo* yang menggerakkan tutup tempat sampah dan memberikan notifikasi dapat memudahkan masyarakat untuk membuang sampah tanpa harus bersentuhan dengan tutup sampah, dan juga dengan adanya sistem penyatuan dengan teknologi informasi ke aplikasi sangat membantu untuk memonitoring tempat sampah dari jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fawzi Behmann (Author of Collaborative Internet of Things (C-IoT)) (goodreads.com)
- [2] Dewantoro, O.B 2009. Landasan Konseptual Perencanaan Dan Perancangan Pusat Pengelolaan Sampah Diy. Skripsi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [3] Dian Novitasari Universitas Gunadarma 2019 PROTOTYPE SISTEM KENDALI LAMPU BERBASIS WEMOS D1 MINI DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI WEB PADA SMARTPHONE ANDROID
- [4] Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra. Vol. 7, No. 1, September 2020: Hal 1-7
- [5] Setiawan, D.S.T. & Iqbal, M. 2014 Rancangan Bagun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, volume 1, no. 1, Hal 55,62, Desember 2014 (Online) http://is.its.ac.id/pubs/oajis/index.php/file/download_file/12890020
- [6] Sulistyowati, R. & Febrianto, D.D. 2012. Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. Universitas Kristen Petra: Jurnal IPTEK Vol.16:148-153

ANALISA PERHITUNGAN KEBUTUHAN GENSET STAMFORD 670 KVA PADA APARTEMEN MUSTIKA GOLF RESIDENCE CIKARANG JAWA BARAT

Nurhabibah Naibaholo, Mohammad Yoverly

Abstrak - Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik, Apartemen Mustika Golf Residence menggunakan energi listrik yang berasal dari PLN. Akan tetapi suplai energi listrik dari PLN tidak mampu secara terus-menerus menyediakan energi listrik tanpa adanya gangguan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka perlu adanya sistem back-up energi listrik berupa generator set (Genset) agar energi listrik untuk kebutuhan gedung tetap terjaga. Genset bekerja secara otomatis, sehingga pada saat energi listrik PLN padam maka genset akan langsung bekerja. Begitupun sebaliknya, apabila energi listrik PLN normal kembali, maka genset akan berhenti bekerja. Dari perhitungan didapat total beban terpasang di Apartemen Mustika Golf Residence sebesar 1.645 kW. Untuk pemakaian beban puncak tertinggi yang terjadi pada bulan April 2021 sebesar 549,612 kW atau 578,538 kVA. Untuk kapasitas daya genset setelah dilakukan perhitungan yaitu sebesar 678,562 kW. Adapun genset yang digunakan dengan kapasitas daya 536 kW. Efisiensi generator ketika genset bekerja selama 1 jam pada Apartemen Mustika Golf Residence masih terbilang rendah yaitu sebesar 33,11%. Hal tersebut dikarenakan, ketika generator bekerja pembebanan pada generator juga rendah yaitu 17,26% dari total beban gedung 1.645 kW. Laju penggunaan bahan bakar dari perhitungan dapat kita lihat bahwasanya konsumsi bahan bakar genset selama satu jam dengan daya *output* 142 kW dengan menghabiskan bahan bakar solar sebanyak 62,76 liter/jam. Rating pengaman ACB setelah melakukan perhitungan, didapat arus pengaman genset per unit sebesar **1.028,4 A** dan kemampuan pengaman 2 unit genset paralel sebesar **2.056,4 A**. Dapat dikatakan pengaman sudah mampu bekerja dengan baik. Penghantar yang dipilih untuk outgoing masing-masing genset dengan KHA 2 x 590 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal **788,44 A** dan penghantar untuk dua unit genset sinkron menuju ke busbar panel PUTR dengan KHA 4 x 481 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal 1.576,8 A.

Kata Kunci : *Distribusi energi listrik, sistem back-up genset, generator.*

Abstract - *To meet the needs of electricity, Mustika Golf Residence Apartment uses electrical energy from PLN. However, the supply of electrical energy from PLN is not able to continuously provide electrical energy without any disturbance. To anticipate this, it is necessary to have a back-up system for electrical energy in the form of a generator set (Genset) so that electrical energy for building needs is maintained. The generator works automatically, so that when the PLN electricity goes out, the generator will work immediately. And vice versa, if PLN's electrical energy returns to normal, the generator will stop working. From the calculation, the total load installed at Apartement Mustika Golf Residence is 1,645 kW. For the highest peak load usage that occurred in April 2021, it was 549,612 kW or 578,538 kVA. The power capacity of the generator after the calculation is done is 678,562 kW. The generator used with a power capacity of 536 kW. The efficiency of the generator when the generator works for 1 hour at the Mustika Golf Residence Apartment is still relatively low at 33.11%. This is because, when the generator is working, the load on the generator is also low, namely 17.26% of the total building load of 1,645 kW. The rate of*

fuel use from the calculation can be seen that the generator fuel consumption for one hour with an output power of 142 kW by spending diesel fuel as much as 62.76 liters / hour. The ACB safety rating after doing the calculations, the generator safety current per unit is 1,028.4 A and the safety capability of 2 parallel generator units is 2,056.4 A. It can be said that the safety has been able to work well. The conductor selected for outgoing each genset with KHA 2 x 590 A has met the minimum current carrying capacity requirements of 788.44 A and the conductor for two synchronous generator units to the PUTR panel busbar with KHA 4 x 481 A has met the requirements for current-carrying capability a minimum of 1,576.8 A.

Keywords: Distribution of electrical energy, generator back-up system, generator.

1. PENDAHULUAN

Suplai daya listrik dari PLN sangat berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik bagi masyarakat. Energi listrik dari PLN, tidak selalu continue dalam penyalurannya suatu saat pasti terjadi pemadaman dari PLN. Oleh karena itu untuk pensuplyan cadangan listrik sebagai *back-up* suplai cadangan utama yaitu genset harus sangat diperhatikan.

Apartemen Mustika Golf Residence merupakan Serviced Apartemen yang memiliki 16 lantai, dengan menargetkan ekspatriat yang bekerja di kawasan industri di sekitar lokasi Apartemen. Apartemen Mustika Golf Residence memiliki cadangan daya, sehingga suplai daya listrik tidak tergantung pada PLN. Apartemen Mustika Golf Residence memerlukan energi listrik yang utama untuk penerangan ruangan-ruangan tertentu, seperti unit apartemen, ruang kantor, ruang data, corridor, parkir, restoran, retail dan ruang utility. Ruangan-ruangan ini penting untuk kegiatan yang terus berlangsung yang memerlukan sumber daya listrik 24 jam.

Berdasarkan pada hal di atas, agar ruangan-ruangan tersebut tetap harus mendapat suplai energi listrik maka dari itu diperlukan adanya analisa genset sebagai *back-up* suplai cadangan utama. Analisa yang dilakukan yaitu dengan menganalisa kembali sistem *back-up* serta efisiensi genset yang digunakan, dengan dilakukan hal tersebut diharapkan

terjadinya faktor keandalan pada sistem *back-up* dengan energi listrik yang terus ada. Analisa perhitungan kembali sistem ketersediaan energi listrik ini tentunya dengan memenuhi standar dan spesifikasi menurut Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).

2. TEORI DASAR

2.1 Generator set (Genset)

Generator adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi *elektromagnetik*. Generator memperoleh energi mekanis dari *prime mover*. Generator arus bolak-balik (AC) dikenal dengan sebutan *alternator*.

Sedangkan genset merupakan bagian dari generator. Genset merupakan suatu alat yang dapat mengubah energy mekanik menjadi energy listrik. Generator terpasang satu poros dengan motor diesel, yang biasanya menggunakan generator sinkron (*alternator*) pada pembangkitan.

Generator Set Stamford 670 kVA



Gambar II.1 Generator Set Stamford dengan daya 670 kVA.

Genset ini terhubung dan dikontrol dengan Panel Kontrol Genset (PKG). PKG terhubung dengan unit Panel Utama Tegangan Rendah (LVMDP). PKG akan menghidupkan Genset dan mensuplai tegangan ke LVMDP bilamana terjadi gangguan pada sumber PLN.

2.2 Cara Kerja Generator

Prinsip kerja dari generator sesuai dengan hukum Lens, yaitu arus listrik yang diberikan pada stator akan menimbulkan momen *elektromagnetik* yang bersifat melawan putaran rotor sehingga menimbulkan *electromotive force* (EMF) atau GGL pada kumparan rotor. Tegangan EMF ini akan menghasilkan suatu arus jangkar, jadi diesel sebagai prime mover akan memutar rotor generator, kemudian rotor diberi eksitasi agar menimbulkan medan magnet yang berpotongan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan pada stator.

2.3 Sinkronisasi Generator Set

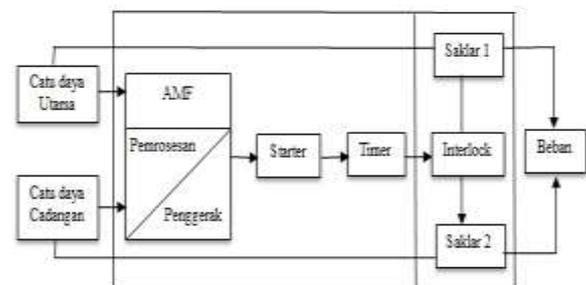
Proses memasukkan satu generator untuk kerja paralel dengan generator AC yang lain disebut *sinkronisasi*. Umumnya generator *sinkron* yang bekerja untuk suatu sistem tenaga bekerja paralel dengan banyak generator yang lain atau dengan sistem tegangan dari PLN. Generator dihubungkan dengan sistem yang hidup atau dengan tegangan dan frekuensi yang konstan.

Sistem generator yang dihubungkan sudah mempunyai banyak generator dan beban yang terpasang, sehingga berapapun daya yang diberikan oleh generator yang baru masuk tidak mempengaruhi tegangan

dan frekuensi dari sistem. Hal ini generator dikatakan terhubung dalam sistem yang kuat sekali. Mesin sinkron dalam keadaan diam tidak boleh dihubungkan pada jala-jala (sistem) karena pada saat diam EMF yang terinduksi pada stator adalah nol, maka bila dihubungkan ke sistem akan terjadi hubung singkat.

2.4 ATS (Automatic Transfer Switch) dan AMF (Automatic Main Failure)

ATS adalah singkatan dari *Automatic Transfer Switch*, yaitu proses pemindahan penyulang dari penyulang/sumber listrik yang satu ke sumber listrik yang lain secara bergantian sesuai perintah pemrograman, ATS adalah pengembangan dari COS atau yang biasa disebut secara jelas sebagai (*Change Over Switch*), beda keduanya adalah terletak pada sistem kerjanya, untuk ATS kendali kerja dilakukan secara otomatis, sedangkan COS dikendalikan atau dioperasikan secara manual.



Gambar II.3 Blok Diagram Proses Kerja ATS dan AMF. [5].

2.5 Efisiensi Generator

Efisiensi generator merupakan perbandingan antara daya output generator yang berbanding lurus dengan daya input mekanis generator. Dimana persamaan efisiensi generator yaitu :

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

η = Efisiensi generator

P_{out} = Daya output generator untuk beban (Watt)

P_{in} = Daya mekanik output generator (Watt)

2.6 Konsumsi Bahan Bakar

Untuk mengetahui nilai konsumsi solar yang digunakan genset kita dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = k \times P \times t \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$k = 0,21$ (faktor ketetapan konsumsi solar per kilowatt per jam)

$P =$ Daya Genset (kVA)

$t =$ Waktu (Jam)

$Q =$ Laju konsumsi bahan bakar (liter/jam).

2.7 Pengaman Genset

Pengaman genset digunakan untuk melindungi genset agar tidak rusak apabila pada sistem terjadi gangguan. Pengaman akan memutus aliran listrik antara genset dan sistem yang mengalami gangguan. Beberapa pengaman yang digunakan pada sistem keistrian genset diantaranya yaitu:

- a. Fuse Sekering

Sekring sering disebut juga dengan pengaman lebur atau *fuse* yang berfungsi sebagai pengaman peralatan instalasi listrik dari gangguan hubung singkat.

- b. MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB sering disebut sebagai pengaman otomatis. Alat ini berkerja memutuskan sirkit secara otomatis apabila arus yang melewatinya melebihi *setting* dari MCB yang digunakan. MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)

- c. ACB (Air Circuit Breaker)

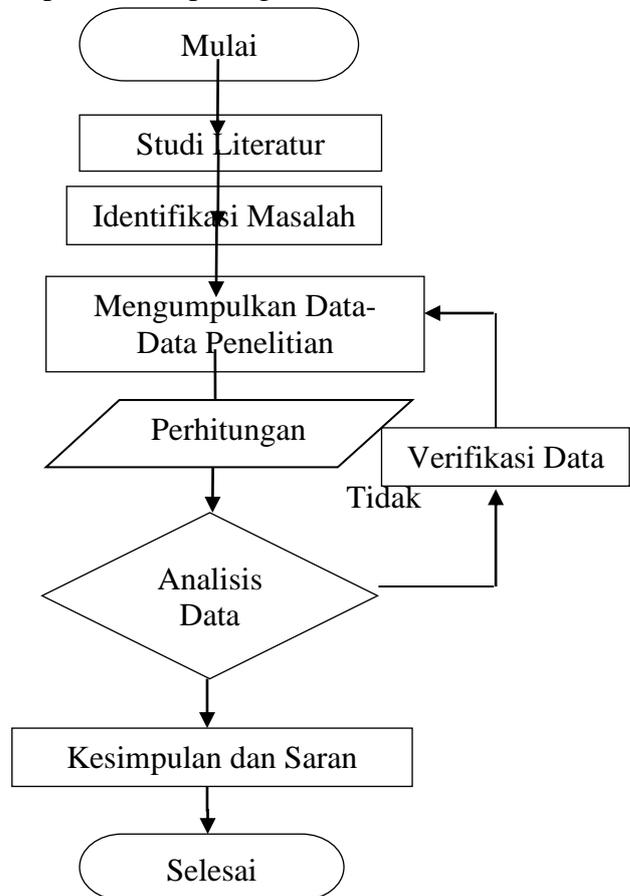
ACB yaitu alat yang berfungsi sebagai pemutus rangkaian listrik dengan memanfaatkan udara untuk meredam busur api saat bekerja.

Untuk menentukan rating pengaman keluaran genset menurut PUIL 2000 pasal 5.6.1.2.3 yang berisi “generator yang bekerja pada 65 V atau kurang dan dijalankan oleh motor tersendiri, dapat dianggap telah diproteksi oleh gawai proteksi arus lebih yang mengamankan motor, bila gawai proteksi ini bekerja kalau generator mambangkitkan tidak lebih dari 150% dari arus pengenal pada baban penuhnya”.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Diagram alir analisis tugas akhir ini dapat di lihat pada gambar III.1



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Dalam Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dengan jangka waktu 1 (satu) bulan terhitung dari Tanggal : 1 April – 30 April 2021.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Tempat penelitian tugas akhir dilakukan di Apartement Mustika Golf Residence yang berlokasi di Jln. Arifin C Noor Kav A. 3A Movieland, Jababeka 2, Cikarang, Jawa Barat.

3.3 Teknik Pengambilan Data

3.3.1 Studi Kasus

Studi Kasus merupakan salah satu metode untuk menyelidiki atau mempelajari suatu objek. Studi kasus

yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini antara lain:

- a. Studi Literatur
- b. Studi Bimbingan
- c. Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk menyusun tugas akhir ini.

3.4 Survei Data

Survei data dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung di lapangan, serta melakukan interview atau wawancara dengan pihak teknisi sistem tenaga listrik di Apartemen Mustika Golf Residence. Adapun bahan data yang diperoleh meliputi:

- a. Data Spesifikasi *Generator set* (Genset) yang digunakan.
- b. Data Spesifikasi Transformator.
- c. Data beban harian bulan April 2021 dari panel PUTR, meliputi arus yang terukur ketika waktu beban puncak (WBP) dan luar waktu beban puncak (LWBP).
- d. Data beban yang dikeluarkan genset ketika genset bekerja.

BAB 4 HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

Apartemen Mustika Golf Residence yang dibangun pada tahun 2016 ini mempunyai beban total sebesar 1730 kVA yang disuplai dari PLN tegangan menengah 20 kV dan diturunkan oleh transformator step-down berkapasitas 2500 kVA. Apabila sistem utama PLN gagal, sumber listrik cadangannya akan diambil alih oleh dua unit genset utama dengan kapasitas masing-masing 670 kVA.

4.1 Analisis Data

4.1.1 Menentukan Kapasitas Daya Genset

Dari tabel IV.1, beban maksimum harian tertinggi pada bulan april di Apartemen Mustika Golf Residence terjadi pada hari kamis tanggal 15 April 2021,

dimana arus maksimum yang tercatat adalah sebesar 879 A, maka besarnya daya dapat dihitung melalui persamaan daya yaitu :

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \times I \times V \times \cos\phi \\
 &= \sqrt{3} \times 879 \times 380 \times 0,95 \\
 &= 549,612 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Total beban tertinggi di bulan April yaitu sebesar 549,612 kW. Sedangkan total beban yang terpasang pada seluruh gedung sebesar 2.631 A, dimana dayanya dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \times I \times V \times \cos\phi \\
 &= \sqrt{3} \times 2.631 \times 380 \times 0,95 \\
 &= 1.645 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

agar daya genset yang digunakan mencapai 100%, terlebih dahulu mencari *demand factor* (DF) yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Demand Factor} &= \frac{\text{Total Beban puncak}}{\text{Total Beban yang terpasang}} \\
 &= \frac{549,612 \text{ kW}}{1.645 \text{ kW}} = 0,33 = 33\%
 \end{aligned}$$

Besar faktor kebutuhan (*demand factor*) yang didapatkan adalah sebesar 0,33 atau 33%. Setelah menghitung dan mendapatkan nilai faktor kebutuhan, selanjutnya yaitu mencari nilai kapasitas daya yang harus digunakan genset, sesuai dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Daya} &= \text{Total Beban Terpasang} \\
 &\times \text{Demand Factor} \times \text{faktor} \\
 &\text{keamanan trafo (\%)} \\
 &= 1.645 \times 0,33 \times 125\% \\
 &= 678.562 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka kebutuhan daya genset yang digunakan sebesar 678.562 kW.

4.1.2 Menentukan Rating Kinerja Genset

Pemilihan genset di gedung Apartemen Mustika Golf Residence adalah *standby* unit genset dengan kapasitas daya 670 kVA/536 kW. Untuk menghindari kerja genset yang berat, maka diasumsikan daya total yang akan disuplai adalah 0,8

atau 80% dari daya total genset. Besar rating genset adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (S)} &= \text{Kapasitas daya} \\ &\times 2 \text{ unit} \times 0,8 \\ &= 670 \text{ kVA} \times 2 \text{ unit} \times 0,8 = 1072 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (P)} &= \text{Kapasitas daya} \times \\ &2 \text{ unit} \times 0,8 \\ &= 536 \text{ kW} \times 2 \text{ unit} \times 0,8 \\ &= 857,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

Besar rating kinerja daya genset sinkron setelah dilakukan perhitungan adalah sebesar 1072 kVA/857,6kW, maka rating kinerja daya genset per-unit adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (S)} &= \frac{\text{Rating Genset Sinkron}}{\text{Jumlah Genset Yang disinkron}} \\ &= \frac{1072 \text{ kVA}}{2 \text{ Unit}} \\ &= 536 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rating kinerja genset (P)} &= \frac{\text{Rating Genset Sinkron}}{\text{Jumlah Genset Yang disinkron}} \\ &= \frac{857,6 \text{ kW}}{2 \text{ Unit}} \\ &= 428,8 \text{ kW} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, besar rating kinerja genset per unit adalah 536 kVA/428,8 kW. Karena genset yang digunakan sebanyak 2 unit, maka besar rating genset sinkron yaitu 1072 kVA/857,6 kW. Adapun daya terpasang di Apartemen Mustika Golf Residence sebesar 1730 kVA/1.645 kW maka berdasarkan perhitungan beban gedung dan rating kinerja genset sinkron tersebut maka kapasitas genset yang digunakan di Apartemen Mustika Golf Residence sudah memenuhi kebutuhan beban yang ada. Namun bedasarkan tabel data *control ampere* meter PUTR, daya yang terpasang pada Apartemen Mustika Golf Residence tidak 100% digunakan secara keseluruhan. Kita ambil studi kasus dari tabel IV.1 tercatat bahwa arus yang tercatat pada panel PUTR tertinggi terjadi pada hari kamis 15 April 2021 yaitu sebesar 879 A.

Dari arus 879 A, maka dayanya yaitu sebesar :

$$P(kW) = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos\phi$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{3} \times 879 \times 380 \times 0,95 \\ &= 549,612 \text{ kW} \\ S(KVA) &= \frac{P}{PF} = \frac{549,612}{0,95} \\ &= 578,538 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, didapat beban yang tertinggi yang terjadi pada bulan april 2021 yaitu sebesar 578,538 kVA/549,612 kW. Sedangkan kapasitas genset sinkron yang ada dapat mensuplai daya sebesar 1072 kVA/857,6 kW. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas genset yang ada sudah dapat mensuplai kebutuhan beban gedung sehari-hari apabila terjadi pemadaman listrik PLN.

4.1.3 Analisa Efisiensi Genset

Dari tabel menunjukkan bahwa perubahan daya yang dihasilkan beban dalam waktu tertentu yaitu saat genset bekerja selama 1 jam, mencapai 142 kW. Saat kedua genset bekerja selama 1 jam, daya bertambah besar, yaitu mencapai 284 kW. Dari data diatas maka dapat dihitung nilai efisiensi yang dihasilkan :

Efisiensi generator sinkron dengan daya 284 kW selama 1 jam adalah :

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{284 \text{ kW}}{857,6 \text{ kW}} \times 100\% \\ &= 33,11\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat efisiensi total daya yaitu sebesar 33,11% atau 0,3311. Nilai efisiensi ini terbilang cukup rendah. Hal ini disebabkan karena beban yang di suplai genset selama 1 jam hanya sebesar 284 kW atau 17.26% dari total beban gedung yaitu 1.645 kW.

4.1.4 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar

Dapat dihitung pemakaian bahan bakar selamagenset berkerja menggunakan persamaan berikut :

$$\text{a. Genset}_1 = 142 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P}{\text{Cos } \phi} = \frac{142 \text{ kW}}{0,95} = 149,47 \text{ kVA}$$

$$b. \text{ Genset}_2 = 142 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{142 \text{ kW}}{0,95} = 149,47 \text{ kVA}$$

Beban ketika kedua genset tersebut posisi paralel yaitu sebesar :

$$P = P \text{ Genset}_1 + P \text{ Genset}_2$$

$$= 142 + 142 = 284 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{284 \text{ kW}}{0,95} = 298,94 \text{ kVA}$$

Sehingga konsumsi bahan bakar per genset selama satu jam dapat dihitung :

$$a. \text{ Genset}_1 = 142 \text{ kW}$$

$$Q = k \times P \times t$$

$$= 0,21 \times 149,47 \text{ kVA} \times 1$$

$$= 31,38 \text{ liter/jam}$$

$$b. \text{ Genset}_2 = 142 \text{ kW}$$

$$Q = k \times P \times t$$

$$= 0,21 \times 149,47 \text{ kVA} \times 1$$

$$= 31,38 \text{ liter/jam}$$

Kebutuhan bahan bakar untuk pemakaian secara paralel selama 1 jam dua unit genset :

$$Q = Q_1 + Q_2 = 31,38 + 31,38$$

$$= 62,76 \text{ liter/jam}$$

Dari perhitungan diatas dapat kita lihat bahwasanya konsumsi bahan bakar genset selama satu jam dengan daya output 142 kW dengan menghabiskan bahan bakar solar sebanyak 62,76 liter/jam.

4.1.5 Menentukan Rating Pengaman Keluaran Genset

Perancangan arus lebih genset yang digunakan adalah 150% sebagai faktor pengali dari arus nominal (In) genset, yang berdasarkan acuan PUIL 2000 pasal 5.6.1.2.3. Pengaman yang digunakan adalah ACB, karena ACB memiliki rating arus yang relatif besar dan dapat di setting sesuai dengan kebutuhan. ACB digunakan sebagai pengaman dari arus hubung singkat dan arus beban lebih. Adapun perhitungan rating pengaman *Incoming* dan *Outgoing Cubicle* genset yang digunakan sebagai berikut :

$$In \text{ Genset} = \frac{P}{\sqrt{3} \times VL - L \times \cos \varphi}$$

$$= \frac{536}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,95} = 0,857 \text{ kA} = 857 \text{ A}$$

Karena faktor aman genset sebesar 80% maka :

$$\text{Faktor Aman} = In \text{ genset} \times 80\%$$

$$= 857 \times 80\% = 685,6 \text{ A}$$

Maka pengaman yang digunakan yaitu:

$$ACB = 150\% \times 685,6 \text{ A} = 1.028,4 \text{ A}$$

Setelah rating pengaman *incoming* genset setiap unit didapat, langkah selanjutnya yaitu menentukan rating pengaman *outgoing* 2 unit genset sinkron atau paralel.

$$ACB \text{ paralel genset} = 2 \times 1.028,4$$

$$= 2.056,4 \text{ A}$$

Setelah melakukan perhitungan, didapat arus pengaman genset per unit sebesar 1.028,4 A dan kemampuan pengaman 2 unit genset paralel sebesar 2.056,4 A. *Incoming cubicle* pengaman genset per unit menggunakan ACB dengan rating sebesar 1000 A dan untuk *outgoing cubicle* pengaman genset paralel menggunakan ACB dengan rating sebesar 2000 A.

Hal ini sistem pengaman genset sudah dapat dikatakan cukup sesuai untuk sistem backup Apartemen Mustika Golf Residence. Namun lebih baik standar pengaman arus yang digunakan harus lebih besar dari arus yang terhitung agar faktor keamanan lebih terjamin. Pengaman yang digunakan untuk *incoming cubicle* genset per unit seharusnya sebesar 1250 A dan pengaman untuk paralel *outgoing cubicle* genset sebesar 2500 A.

4.2.6 Pemilihan Penghantar Genset

Perancangan kapasitas genset memerlukan peralatan pendukung seperti penghantar untuk mengalirkan arus listrik, maka dari itu perlu dilakukan perhitungan pemilihan penghantar. Perhitungan pemilihan penghantar genset yang

digunakan 115% sebagai faktor pengali dari arus nominal (I_n) genset, yang berdasarkan acuan PUIL 2000 pasal 5.6.1.3 pada *sizing cable calculation*.

Dalam menghitung KHA dapat diketahui dengan persamaan berikut :

a. KHA setiap genset ke incoming cubicle.

$$\begin{aligned} KHA &= 115\% \times I_n \text{ Genset} \\ &= 115\% \times 685,6 \text{ A} \\ &= 788,44 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan luas penampang kabel yang digunakan dengan KHA **788,44 A**. Kabel yang digunakan dalam gedung Apartemen Mustika Golf Residence yaitu NYY 3 (2 x 1C x 300 mm²) + (1 x 1C x 300 mm²). Dimana kabel tersebut telah sesuai dengan KHA **788,44 A**. Karena menurut PUIL 2000, KHA kabel NYY 3 (2 x 1C x 300 mm²) + (1 x 1C x 300 mm²). yang digunakan yaitu sebesar 1180 A untuk fasa dan 707 A untuk netral.

b. KHA genset sinkron dari Outgoing cubicle ke busbar PUTR.

$$\begin{aligned} KHA &= 115\% \times 2 (I_n \text{ Genset}) \\ &= 115\% \times 1.371,2 \text{ A} \\ &= 1.576,8 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, luas penampang kabel yang digunakan harus dengan KHA **1.576,8 A**. Kabel yang digunakan yaitu NYY 3 (4 x 1C x 300 mm²) + (2 x 1C x 300 mm²) + BC 70 mm². Dimana kabel penghantar tersebut sudah sesuai dengan KHA **1.576,8 A**. Karena menurut PUIL 2000, KHA kabel NYY 3 (4 x 1C x 300 mm²) + (2 x 1C x 300 mm²) + BC 70 mm² yang digunakan yaitu sebesar 1844 A untuk fasa dan 1180 A untuk netral.

V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan perhitungan dapat di analisa bahwa total beban terpasang di Apartemen Mustika Golf Residence sebesar 1.645 kW atau 1730 kVA. Untuk pemakaian beban puncak tertinggi yang terjadi pada bulan April 2021 sebesar 549,612 kW atau 578,538 kVA. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan april, beban yang ada pada Apartemen Mustika Golf Residence tidak digunakan secara keseluruhan. Kapasitas daya genset setelah dilakukan perhitungan yaitu harus sebesar 678,562 kW. Adapun genset yang digunakan yaitu sebanyak dua unit dengan kapasitas daya 536 kW. Dapat dikatakan kapasitas daya yang ada sudah sesuai dan dapat mem back-up kebutuhan daya listrik Apartemen Mustika Golf Residence apabila terjadi pemadaman listrik dari PLN.
2. Efisiensi generator ketika genset bekerja selama 1 jam pada Apartemen Mustika Golf Residence masih terbilang rendah yaitu sebesar 33,11%. Hal tersebut dikarenakan, ketika generator bekerja pembebanan pada generator juga rendah yaitu 17,26% dari total beban gedung 1.645 kW. Efisiensi Generator akan semakin baik apabila generator dibebani sampai dengan beban maksimum generator yang diberikan. Laju penggunaan bahan bakar dari perhitungan diatas dapat kita lihat bahwasanya konsumsi bahan bakar genset selama satu jam dengan daya *output* 142 kW dengan menghabiskan bahan bakar solar sebanyak 62,76 liter/jam.
3. Rating pengaman ACB yang digunakan pada outgoing genset ke busbar panel PUTR memiliki rating 1000 A untuk satu unit genset dan 2000 A untuk dua unit genset sinkron sudah sesuai dengan perhitungan nilai kemampuan pengamanan menurut

acuan PUIL 2000. Setelah melakukan perhitungan, didapat arus pengaman genset per unit sebesar **1.028,4** A dan kemampuan pengaman 2 unit genset paralel sebesar **2.056,4** A. Dapat dikatakan pengaman sudah mampu bekerja dengan baik. Penghantar yang dipilih untuk outgoing masing-masing genset dengan KHA 2 x 590 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal **788,44** A dan penghantar untuk dua unit genset sinkron menuju ke busbar panel PUTR dengan KHA 4 x 481 A telah memenuhi syarat kemampuan hantar arus minimal 1.576,8 A.

5.2 Saran

Setelah menyelesaikan penelitian di Apartemen Mustika Golf Residence, maka di dalam laporan ini penyusun mencantumkan beberapa saran yang mungkin dapat membangun. Adapun saran yang diberikan penyusun adalah sebagai berikut:

1. Melakukan Penelitian lebih lanjut mengenai perancangan dan instalasi sistem back-up genset, sehingga tingkat ketersediaan dan kehandalan masing-masing genset pada tahun-tahun berikutnya guna menunjang ketersediaan energi listrik yang terus ada.
2. Selalu melakukan audit dan evaluasi kebutuhan beban pada gedung secara berkala agar kapasitas genset yang

digunakan selalu sesuai dengan beban gedung.

3. Selalu memperhatikan kondisi genset yang digunakan. Agar tidak terjadi gangguan pada sistem back-up emergency energi listrik dan keandalan distribusi listrik tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ParoSitungkir, F.H. 2020. *Analisis Tersediaan Listrik Di Stasiun Transmisi Pemancar Metro TV Joglo*. Skripsi. Institut Teknologi PLN, Jakarta.
- [2] Sudarsono, E. 2018. *Perencanaan Kapasitas Generator Set Sebagai Cadangan Energi Listrik Gedung M Nasir*. Skripsi. Politeknik Negri Batam.
- [3] Hendrawan. 2013. *Analisa Back-up Sistem Sebagai Penyuplai Daya Listrik Gedung Bertingkat Bogor Trade Mall*. Universitas Pakuan.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, (2000), *Pesyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*, Yayasan PUIL, Jakarta.
- [5] Suherman. 2010. *perancangan instalasi genset di gedung world trade center II Jakarta*. Skripsi. Universitas Mercu buana.
- [6] Abdul Aziz. N. 2016. *analisa perhitungan beban genset pada kereta api menoreh ka 157 relasi stasiun semarang tawang – stasiun Jakarta pasar senen*. Skripsi. Univeristas Semarang.

RANCANG BANGUN AKSES PINTU DENGAN SENSOR SUHU DAN HANDSANITIZER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Slamet Purwo Santoso, Fajar Wijayanto

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 dan kesehatan. Salah satu perkembangan teknologi adalah Akses pintu dengan sensor suhu, Pada Akses Pintu dengan RFID dan sensor suhu menggunakan Id Card dan sensor suhu pengguna dengan suhu maksimal 37,35 celcius. Untuk visualisasi data menggunakan LCD 20x4 sebagai *interface*. Akses pintu RFID dan sensor suhu menggunakan Arduino uno R3 sebagai mikrokontroler dan pengelolah data yang dikirimkan oleh RFID dan Sensor Suhu GY-906 untuk akses masuk, dan untuk akses keluar menggunakan sensor infrared, untuk akses masuk pengguna harus tab Id card dan suhu apabila suhu pengguna lebih dari 37,35 maka buzzer dan led berwarna merah akan menyala dan akses pintu di tolak, dan sebaliknya jika suhu kurang dari 37,35 maka akses pintu di terima dan 2 detik kemudian handsanitizer menyala selama 2 detik.

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

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 have to maintain cleanliness and health. One of the technological developments is door access with a temperature sensor, Door Access with RFID and a temperature sensor using an Id Card and a user temperature sensor with a maximum temperature of 37.35 Celsius. For data visualization using a 20x4 LCD as an interface. RFID door access and temperature sensors use Arduino uno R3 as a microcontroller and data manager sent by RFID and Temperature Sensor GY-906 for incoming access, and for outgoing access using infrared sensors, for user entry access must tab the Id card and temperature if the user's temperature more than 37.35 then the buzzer and red led will light up and the door access is refused, and vice versa if the temperature is less than 37.35 then the door access is accepted and 2 seconds later the hand sanitizer is on for 2 seconds.*

Keyword : Door access, Hand Sanitizer, Infrared sensor, Arduino Uno, automatic, Water Pump, Sensor GY-906, LCD, RFID

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini membawa inovasi untuk membuat alat digunakan untuk akses keluar masuk pada perusahaan pada saat pandemic COVID-19 ini kita dianjurkan untuk menjaga kebersihan, kesehatan serta pula melindungi jarak. Alat Akses pintu otomatis dengan menggunakan RFID, Sensor Suhu dan Hand Sanitizer otomatis

ini merupakan salah satu contoh dari perkembangan teknologi sesuai peraturan COVID- 19. Alat yang berkerja secara otomatis ini tidak memerlukan membuka pintu dengan tangan dan membersihkan tangan dengan Hand Sanitizer Dengan Bantuanteknologi.

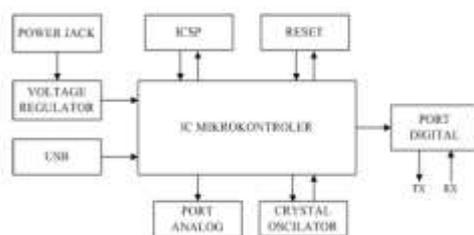
Mikrokontroller merupakan suatu chip

yang dapat diprogram Lokasi dalam sistem desain untuk operasi kontrol Akses Pintu otomatis ini menggunakan mikrokontroler ATmega 328 yang ada pada papan mikrokontroler Arduino UNO R3. Selain itu alat ini juga menggunakan sensor IR *Infrared*, Lcd untuk membaca siapa yang masuk dan 1 detik kemudian Hand Sanitizer untuk sebagai *input* untuk melaksanakan perlengkapan tersebut. Untuk pemrograman mikrokontroler tersebut, menggunakan aplikasi Arduino IDE yang bahasa pemrogramannya menggunakan bahasa C Realistis dan mudah dipahami. Oleh karena itu, desain sistem Akses Pintu Otomatis dengan RFID, Sensor suhu, Handsanitizer Otomatis ini diharapkan dapat memudahkan penggunaannya.

2. TEORI DASAR

2.1 Arduino

Arduino adalah mikrokontroler papan tunggal, sumber terbuka yang berasal dari platform pengkabelan, yang dirancang untuk memfasilitasi penggunaan elektronik di berbagai bidang perangkat keras yang memiliki prosesor Atmel AVR dan pada perangkat lunaknya terdapat program sendiri. Arduino UNO adalah papan pengembangan di dasarkan mikrokontroler pada ATmega 328. Arduino Uno terdiri dari mikrokontroler dan sejumlah input/output (I/O) Bagian-bagian di Arduino Uno yang perlu diketahui dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Konsep Arduino

Pada board ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat

digunakan Sebagai output PWM) dapat di lihat pada gambar 2.2 dan table 2.1 , 6 input analog osilator kristal 16 mHz, koneksi USB, colokan listrik, dan tombol reset. Pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau dapatkan sumber tegangan dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Arduino UNO dilengkapi dengan static random access memory (SRAM) sebesar 2 kB. memegang data, flash memory berukuran 32kB, dan erasable programmable only memory (EEPROM) untuk menyimpan program.

2.2 Arduino IDE

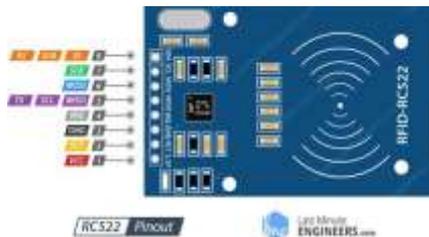
Integrated Development Environment (IDE). IDE merupakan perangkat lunak yang memainkan peran yang sangat penting dalam pemrograman, kompilasi biner, dan unduhan memori mikrokontroler. Selain banyak modul pendukung (sensor, monitor, pembaca, dll.) *Arduino* telah menjadi platform karena telah menjadi pilihan bagi banyak profesional. Salah satu alasan *Arduino* memikat banyak orang adalah karena sifatnya yang open source, baik hardware maupun software. Skema *Arduino* gratis untuk semua orang. Anda bebas mengunduh gambar, membeli komponen, membuat PCB, dan merakit sendiri tanpa membayar pembuat *Arduino*. Demikian pula, *Arduino IDE* dapat diunduh secara gratis dan diinstal di komputer Anda. Kami perlu berterima kasih kepada tim *Arduino* karena begitu murah hati dalam berbagi kemewahan kerja keras dengan semua orang. Secara pribadi, saya sangat terkejut dengan kualitas tinggi dan desain canggih dari perangkat keras *Arduino*, bahasa pemrograman, dan IDE. [3]

2.3 RFID

Identifikasi dengan frekuensi radio (RFID) adalah teknologi untuk mengidentifikasi seseorang atau objek benda menggunakan transmisi frekuensi radio, khususnya 125KHz, 13.65MHz atau 800-900 MHz. Pada gambar 2.3 RFID menggunakan komunikasi gelombang radio untuk secara unik mengidentifikasi objek atau seseorang terdapat beberapa pengertian RFID yaitu :

A. RFID (Radio Frequency Identification) adalah sebuah metode identifikasi dengan menggunakan sarana yang disebut label RFID atau transponder (tag) atau menyimpan dan mengambil data jarak jauh.

b. Label atau transponder (tag) adalah sebuah benda yang bisa dipasang atau dimasukkan didalam sebuah produk, hewan atau bahkan manusia dengan tujuan untuk identifikasi menggunakan gelombang radio. Label RFID terdiri atas mikrochip silikon dan antena.



Gambar 2. 2 MFRC522[1]

Mekanisme kerja sistem RFID adalah kontrol dari RFID *reader* atas data dengan cara melakukan pemrosesan sinyal *digital* yang diterima dari *transponder* RFID. Dapat di lihat pada gambar 2.4 Bagian kontrol memungkinkan pembaca untuk berkomunikasi dengan *transponder* nirkabel dengan cara melakukan modulasi, *anticollution* dan *decoding* data yang diterima dari transponder.[1]

2.4 LCD

LCD(Liquide Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang di buat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter huruf, angka ataupun grafik,

Adapun bentuk fisik dari LCD pada gambar 2.7 .[2]



Gambar 2.3 Gambar LCD (2)

2.5 Relay

Relay Adalah suatu alat saklar elektronik yang memiliki kegunaan untuk membuka dan menutup dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lainnya, Sebuah relay terdiri dari kumparan, Pegas, Saklar dan 2 kontak elektronik (normally open dan normally close).

1. Normally close (NC) : Saklar terhubung dengan kontak saat ini saat relay tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.

2. Normally open (NO) : Saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.

2.6 MLX90614

Sensor GY-906 MLX90614 atau MLX90614 adalah sensor yang dipergunakan untuk mengukur suhu dengan menggunakan radiasi gelombang infrared atau inframerah. Pada Gambar 2.8 Sensor MLX90614 sendiri dirancang dengan khusus agar dapat mendeteksi energi radiasi inframerah dan juga telah dirancang secara otomatis sehingga dapat dikalibrasikan dengan energi radiasi inframerah dalam skala suhu temperature tersebut [5].



Gambar 2. 4 MLX90614[5]

2.7 Pompa Air Mini

Dapat dilihat pada gambar 2.9 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[7].



Gambar 2. 5 Pompa air mini [7]

Prinsip kerja pompa air, unit mesin pompa air menghirup serta mendesak air dengan memakai Gerakan rotasi kipas baling-baling. Air masuk terus diambil dari sumber air bahkan setelah ditarik dari pipa pembuangan. Pada pipa pembuangan, impeller hendak mendesak air buat mengarah ke penampungan ataupun penyalai air langsung. Oleh karena itu Pada dasarnya pompa air ini berfungsi menyedot ataupun menghirup serta mendesak air sekalian dalam sekali kerja. tentang pompa air sumur dangkal. Berbeda dengan pompa air sumur dangkal yang metode menyedot airnya semacam diarahkan pada foto, coba perhatikan metode menghirup air dari pompa air jet pump serta semi jet pump.

2.8 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet. dapat dilihat pada Gambar 2.14.[6]

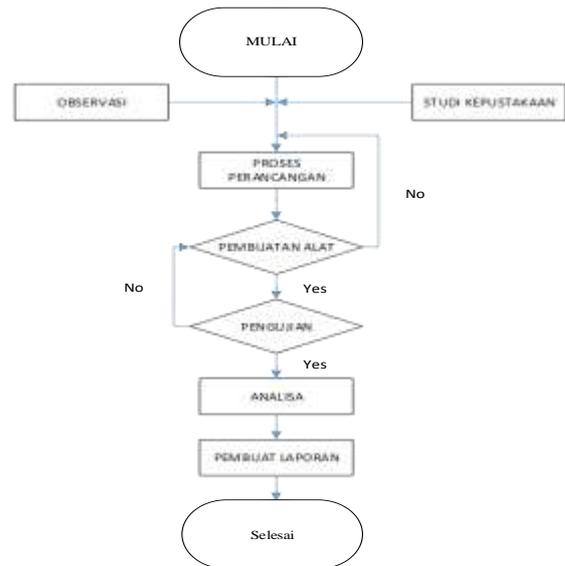


Gambar 2. 6 Buzzer

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini disajikan dalam diagram alur sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian

Dari perancangan hingga pembuatan instrumen ini, ada beberapa langkah yang dilakukan dapat di lihat pada tabel 3.1 :

1. Observasi
Metode pengumpulan data dengan mengamati secara langsung apa yang dibutuhkan saat merancang instrumen ini.
2. Penelitian Sastra
adalah metode pengumpulan data dengan membaca dan mencari buku dan dokumen dari buku fisik dan majalah di Internet.
3. Proses Desain
Proyek ini bertujuan untuk mencapai desain perangkat keras dan perangkat lunak yang baik.
4. Pembuatan alat
Pembuatan alat adalah proses utama pembuatan alat sesuai dengan refleksi dan hasil desain tahap sebelumnya.
5. Uji Alat
Uji Alat dilakukan untuk melihat bagaimana kemampuan pahat dicapai seperti yang dirancang.
6. Analisis Data

Analisis dilakukan dengan uji sistem dan beberapa informasi diperoleh dari penelitian ini.

7. Hasilkan laporan penulisan mengenai alat yang dibuat.

3.2 Waktu dan Tempat Kegiatan

Jadwal kegiatan dibuat untuk mengetahui kegiatan yang dilakukan dengan merinci setiap tahap penyelesaian penelitian yang dilakukan pada waktu yang ditentukan yang beralamat di Delta Commercial Park 1, Jalan Kenari Raya Blok A No. 6, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, Jawa Barat 17530 Jadwal kegiatan penelitian sebagai berikut.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

Kegiatan	Maret		April		Mei		Juni		July		Agustus			
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pencarian Topik														
Observasi														
Menyusun Proposal														
Menyusun Tugas Akhir														
Pembuatan Alat														
Pengujian Alat														

Pembuatan Tugas akhir ini berlangsung selama 5 bulan dimulai dari bulan Maret 2021 sampai dengan Juli 2021 yang dibagi dalam 6 kegiatan yaitu:

1. Pencarian topik pada minggu ke 3 dan 4 bulan Maret 2021.
2. Observasi yang dilakukan mulai dari minggu ke 3 bulan Maret 2021 sampai minggu pertama dibulan April 2021.
3. Menyusun proposal yang dilakukan mulai dari minggu ke 3 bulan Maret 2021 sampai minggu kedua dibulan April 2021.
4. Menyusun Tugas Akhir dilakukan dari minggu ke 3 bulan Maret 2021 sampai dengan minggu ke 4 bulan Juni 2021.
5. Pembuatan alat dilakukan dari minggu ke tiga bulan April 2021 sampai dengan akhir Juni 2021.
6. Pengujian alat dilakukan minggu pertama bulan Juni 2021 sampai minggu ke 4 bulan Juli 2021.

7. Tempat melakukan kegiatan ini sementara dilakukan di dan rumah penulis.

3.3 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.

1. Observasi

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

2. 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 Rancang Bangun Akses Pintu dengan system RFID, Sensor Suhu dan Hand Sanitizer Otomatis dengan menggunakan Arduino

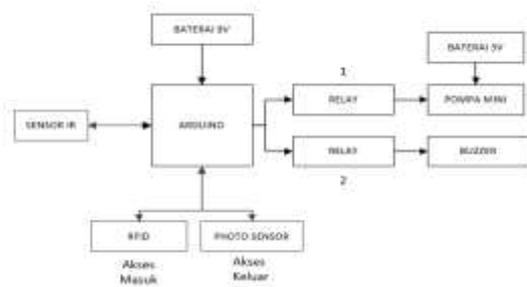
3. Pengukuran

Pengukuran adalah penentuan 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.

3.4 Perancangan Alat dan Sistem

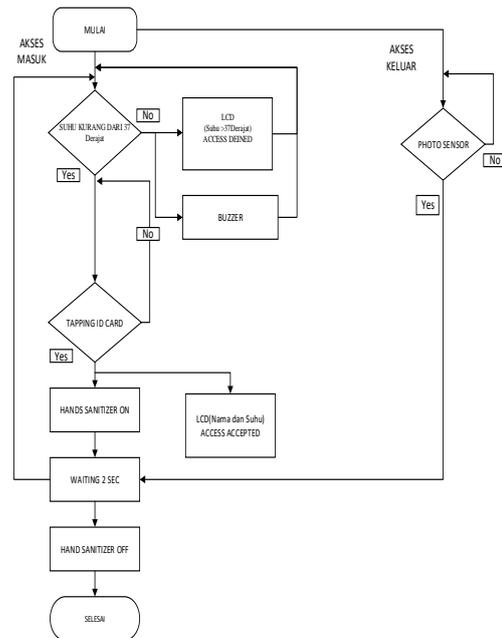
Pada Gambar 3.2 menjelaskan sistem pada Akses pintu RFID, sensor suhu dan handsanitizer otomatis, Dari power supply 12v untuk inputan arduino dan

dari arduino memberi perintah ke RFID, sensor suhu, relay.



Gambar 3. 1 Design sistem

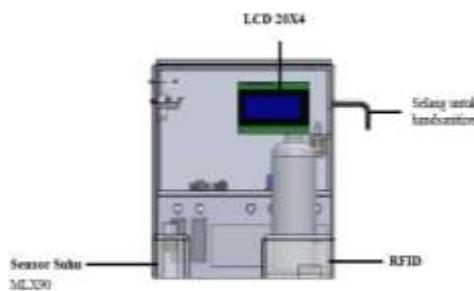
Cara kerja alat *Akses pintu Dengan RFID, Sensor Suhu dan hand Sanitizer* otomatis berbasis *Arduino* sesuai pratura *Covid-19* berdasarkan Gambar 3.3 *Arduino* mendapatkan sumber tegangan dari baterai 9V di mana ini dibutuhkan untuk mengaktifkan alat dan sistem sehingga menyala, Ketika *Arduino* sudah mendapatkan Sumber tegangan maka sensor RFID mulai bekerja. Keluaran dari *RFID* dan *Photo sensor*, Sensor *Infrared* ini yang nantinya sebagai *Input* data untuk di proses pada *Arduino*. Data yang diproses pada *arduno* nantinya 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 *Buzzer* ataupun sebaliknya mematikan pompa dan *Buzzer*.



Gambar 3. 2 Flowchart Proses

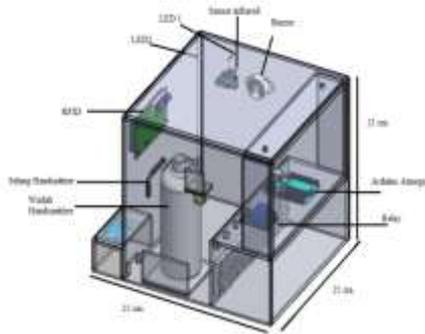
1. Pembuatan sistem mekanik pada akses pintu otomatis.

Sistem mekanik pada akses pintu otomatis ini menggunakan bahan acrylic yang sudah di desain sesimpel mungkin agar pemakai bisa menggunakan akses pintu ini secara baik dan benar . seperti yang terlihat pada Gambar 3.12 , ukur dari Acrylic tersebut adalah 25 cm X 25 cm, dan untuk hansanitizernya menggunakan selang ukurang 8mm



Gambar 3. 3 Sistem Mekanik Akses pintu otomatis takpak depan

Di dalam desain mekanik ini meliputi : LCD, *Arduino*, *Arduino Atmega*, Sensor *Infrared*, *Relay*, *Buzzer*, .Seperti gambar dibawah berikut ini



Gambar 3. 4 Sistem Mekanik Akses pintu otomatis takpak isometrik

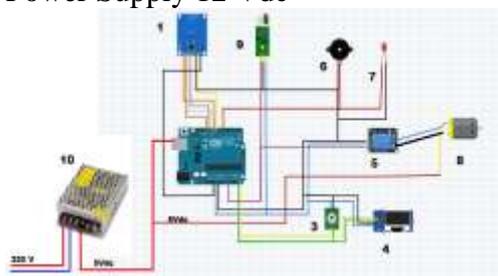
3.5 Realisasi alat dan system

Realisasi alat dan system ini terbagi dari rangkaian elektrik, komponen utama, alat tambahan dan pembuatan system , berikut dibawah ini penjelasanya.

1. Rangkaian Elektrikal Akses pintu dengan sensor suhu dan handsanitizer otomatis.

Pada gambar 3.6 dapat dilihat rangkaian elektrikal dapat di lihat bagian-bagian pada system akses pintu dengan RFID, sensor suhu dan handsanitizer otomatis berikut bagianya :

1. RFID
2. Arduino uno
3. Sensorsuhu
4. LCD
5. Relay
6. Buzzer
7. Led
8. Pompa Air (motor dc)
9. Infrared
10. Power Supply 12 Vdc



Gambar 3. 5 Skematik Rangkaian Akses pintu dengan sensor dan handsanitizer otomatis

2. Komponen Untuk Pembuatan

Komponen yang digunakan untuk pembuatan akses pintu otomatis RFID,

sensor suhu dan Handsanitizer otomatis pada tabel 3.2.

Tabel.3. 2 Bahan-bahan Akses Pintu otomatis dengan sensor suhu dan handsanitizer otomatis.

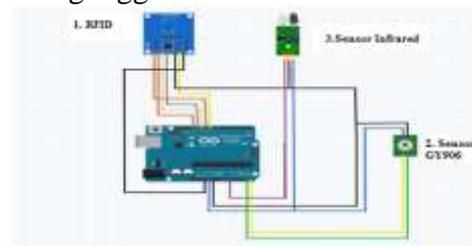
No.	Komponen	Bagian	Jumlah
1	Power supply 12V	Supply	1 unit
2	Baterai 3v	Supply	2 unit
3	Arduino Uno	Kontroller	1 unit
4	Pompa Air Mini	Aktuator	1 unit
5	Wadah Bekas 250mL	Wadah	1 unit
6	Rfid	masukan	1 unit
7	Sensor Infrared	Masukan	1 unit
8	Relay	Aktuator	1 unit
9	Led	Aktuator	2 unit
10	Led	Keluaran	1 unit
11	Kotak plastic untuk wadah	Mekanik	1 unit
12	Lem tembak	mekanik	5 unit
13	Kabel jumper	elektrik	1 meter
14	Selang 8mm	mekanik	30cm
15	buzzer	aktuator	1 unit
16	Sensor suhu GY-906	elektrik	1 unit

3. Pembuatan Bagian Input

System input yang terdapat pada gambar 3.9 Akses pintu dengan sensor suhu dan handsanitizer otomatis ini ada 3 yaitu :

1. Sensor suhu
2. Rfid
3. Infrared

Ketika alat diatas tersebut berfungsi sebagai penerima data antra card Rfid dan tangan manusia intu untuk akese pintu masuk dan untuk akses pintu keluar mengunggakan sensor infrared.



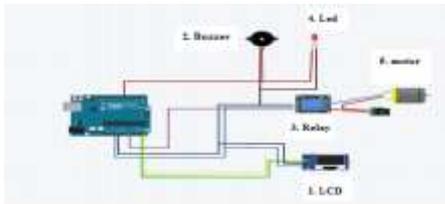
Gambar 3. 6 Wiring input sensor suhu, Rfid dan Infrared

4. Pembuatan Bagian Output

Pada gambar 3.10 merupakan rangkaian output :

1. LCD
2. Buzzer
3. Relay
4. Led
5. Motor

Led, buzzer, Lcd dan motor dimana pin SDA dan SCL pada sensor suhu disambungkan dengan pin SDA dan SCL pada *Arduino* dan pin VCC dengan pin 5 volt dan GND dengan pin GND pada *Arduino*. Untuk buzzer pin GND ke pin GND pada *Arduino* dan VCC ke pin 7 pada *Arduino*.



Gambar 3. 7 Wiring Ouput Buzzer, Led, Lcd, Relay ke motor

3.6 Pemograman *Input* dan *Output*

Struktur pemograman ini bisa di liat pada gambar 3.8 dan 3.9, ketika arduino diberi Sumber 12v maka alur program pun berjalan, setelah itu sensor suhu ,Rf ID, *Infrared* dan LCD menyala, memunculkan Nama dan suhu, Ketika Sensor Suhu dan Rfid mendeteksi nama *Id* card dan suhu , selanjutnya memberikan perintah atau output yang di proses *Arduino* dan memproses *Id* card nama dan suhu si pengguna dan mengatifkan relay tersebut menyambungkan jalur supply positif pomp

Logika Kerja program Akses Pintu Otomatis

gambar 3.11 terlihat baris program dari Sensor suhu dan RFID ke Pada *Arduino* berikut logika pemrogramanya :

1. . If ≥ 37.35 pada Gambar 3.11

Jika sensor suhu memberikan *Input* pada *Arduino* bahwa suhu yang terdeteksi lebih atau sama dengan 38 maka *Arduino* memberika logika *LOW* terhadap buzzer , sehingga buzzer aktif atau berbunyi dan juga memberika inputkan ke Led berwarna merah. Dan LCD pada baris (0, 2) lcd.print (" Access Denied ") dan(0,0) *Dangerous*.



Gambar 3. 8 Sytem Sensor Suhu dan RFID

2. If ≤ 37.35

Apabila Sesor suhu memberikan *input* pada *Arduino* suhu yang terdeteksi kurang atau sama dengan 37.35 maka kita bisa mengtab *Id* card dan kemudian tamil pada LCD baris (0,0) Nama dan (0,2) Suhu , kemundian memberikan inputan Pada Relay terdapat A1 (HIGH) seperti yang terlihat pada gambar 3.12.

1. (A1, HIGH)

Pada Program ini menjelaskan bila Suhu dan Rfid sudah sesuai perintah maka arduino memproses *Output* pada relay *High* dimana mengatifkan relay sehingga membuat kontak No menjadi NC dan mengatifkan motor dan mengeluarkan handsanitizer selama 4 detik

(A2, LOW)

Setelah motor aktif selama 4 detik kemudian relay off dan restart kembali seperti semula.



Gambar 3. 9 Pemrograman System RFID dan sensor Suhu

3.7 Proses Pengujian Alat

Pada sub bab ini dijelaskan bagaimana melakukan pengujian pada alat *Akses pintu dengan sensor suhu dan handsanitizer* otomatis dan pengujian apa saja yang dilakukan.

1. Isi wadah penampungan cairan *hand sanitizer*.
2. Pasang power supply 12VDC sebagai sumber *Arduino*.

3. Pasang baterai 3 x 1,5 VDC sebagai sumber tegangan pompa.
4. Dekatkan tangan ke sensor minal jarak 3cm
5. Kemudian tab Id card pada Rfid
6. LCD membaca nama dan suhu pengguna
7. 5 Detik kemudian handsanitizer keluar dan sudah bisa masuk ruangan
8. Apabila suhu lebih dari 37,3 celcius maka berbunyi buzzer dan led berwarna merah. Menandakan manusia itu suhunya melebihi dan tidak bisa masuk
9. Untuk Akses keluaranya cukup dengan dekatkan tangan ke sensor infrared dan sudah bisa keluar

1. Pengujian Program

Pada bagian ini kita melakukan pengujian program dengan cara menverifikasi program apakah ada yang kurang atau salah pada penulisan kode, program dinyatakan benar dengan indikasi tulisan *Done Compiling* seperti pada gambar 3.13. Apabila tidak bisa coba cek pada port apakah com nya sudah sesuai atau belum.



Gambar 3. 10 Pengujian Program

4. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengukuran Alat

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

1. Pengukuran Power Supply

Pada bagian sub bab ini dilakukan pengukuran terhadap Power supply dan baterai menggunakan Avometer. Pada tabel 4.1 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.

Tabel.4. 1 Pengukuran Sumber Tegangan

Sumber Tegangan	Tegangan (Volt DC)
Power supply	11,7
Power supply	4,95

Pada gambar 4.1 terlihat pengecekan voltase pada power supply 12Vdc yang menjadi sumber *Arduino*

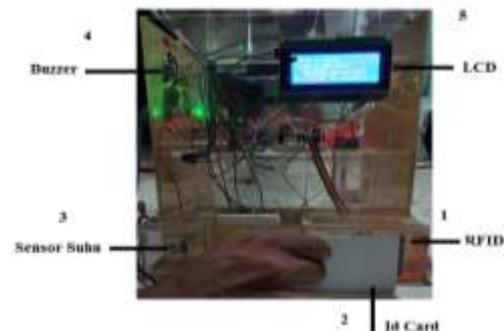


Gambar 4. 2 Power Supply 12VDC

Tabel 4.1 menunjukkan nilai tegangan untuk *arduino* dari Power supply 12 VDC yang di ukur dengan multimeter terukur 11,7Vdc dan untuk sumber pompa dengan step down menjadi 5Vdc terukur 4,95Vdc.

2. Pengukuran Akses Pintu

Pada sub bab ini kita melakukan pengukuran langsung pada akses pintu dengan menggunakan *RFID*, sensor suhu, buzzer dan LCD untuk memastikan apakah alat ini dapat berfungsi dan memberikan input ke Arduino dan memberikikan output ke LCD dan motor untuk Handsanitizer otomatis.



Gambar 4. 3 Pengukuran Id Card dan Sensor Suhu

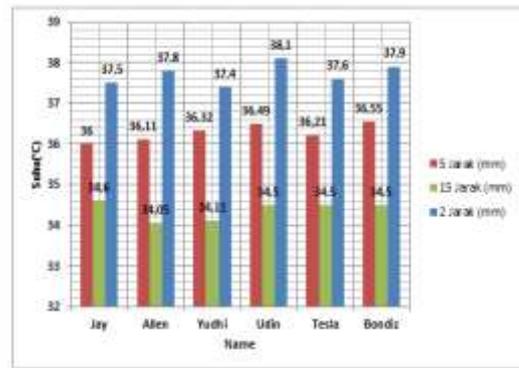
Keterangan:

1. RFID.
2. Id Card (Yudi)
3. Sensor Suhu
4. Buzzer
5. LCD

Dari hasil pengukuran Id card dan sensor suhu kita mendapat apakah akses pengguna, Apabila suhu pengguna melebihi 37,35 Celcius maka otomatis akses Di tolak dan buzzer berbunyi, apabila suhu kurang dari 37,35 maka akses diterima, semua bisa di lihat pada LCD. Berikut hasil pengukurannya pada tabel

Hari/Tanggal : Minggu/ 26 Juni 2021

Lokasi : PT Surya Sarana Dinamika



Gambar 4.3 Hasil pengukuran Akses pintu dengan RFID dan Sensor Suhu

4.2 Analisa dan Pembahasan

Pada sub bab ini akan dibahas analisa dan pembahasan mengenai alat Akses pintu yang sudah dibuat dan dilakukan yang hasilnya terdapat pada bab III dan pengukuran yang sudah dilaksanakan pada bab IV.



Gambar 4.4 Akses Pintu dengan RFID dan Sensor suhu

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran akses pintu dengan Id Card dan Sensor suhu

No	Objek	2mm			5mm			10mm		
		Suhu(°C)	Buzzer	LCD	Suhu(°C)	Buzzer	LCD	Suhu(°C)	Buzzer	LCD
1	Jay	37,5	Aktif	Denied	36	Diam	Accepted	34,6	Diam	Accepted
2	Allen	37,8	Aktif	Denied	36,11	Diam	Accepted	34,05	Diam	Accepted
3	Yudhi	37,4	Aktif	Denied	36,32	Diam	Accepted	34,11	Diam	Accepted
4	Udin	38,1	Aktif	Denied	36,49	Diam	Accepted	34,1	Diam	Accepted
5	Tesla	37,6	Aktif	Denied	36,21	Diam	Accepted	34,1	Diam	Accepted
6	Bondiz	37,9	Aktif	Denied	36,55	Diam	Accepted	34,1	Diam	Accepted

Dari Hasil Tabel 4.2 di simpulkan bahwa program dan logika yang diprogram pada *Arduino* bahwa Ketika sensor mendeteksi suhu diatas 37,35 Celcius Atau jarak 2mm maka *Arduino* akan mengaktifkan buzzer dan Led . Objek Jay, Allen, Yudhi, Udin, Tesla dan Bondiz , jika jarak 5mm dan 10 mm suhu kurang dari 37,35 maka Buzzer diam /tidak aktif .Berikut tabel pada gambar hasil dari hasil pengukuran diatas

Pada gambar IV.5 dan IV.6 merupakan hasil dari pembuatan alat dengan dimensi panjang 25 cm x lebar 25 cm dan tinggi 25 cm dan memperhitungkan untuk pengguna supaya tidak memegang Acrylic, Alat dibuat meggunakan Acrylic agar mudah di bersihkan dan difungsikan seperti absen masuk, perbedaanya ini semua sudah otomatis lebih simpel dan tidak perlu mengantri lama karena pengecekan suhu dan menggunakan handsanitizer

1. Analisa Sensor suhu

Menurut pengujian sensor alat ini mampu membaca Suhu yang berbeda-beda tergantung pada jarak, jika jarak kurang

dari 5mm kemungkinan akses di tolak akan besar sekali seperti pada tabel IV.2 dan kemungkinan besar akses masuk diterima dengan jarak lebih dari 5mm,15mm, Pada setiap jarak di dapatkan hasil berbeda-beda , semakin jauh jarak makan sensor semakin rendah hasil pembacaan suhu sebagai contoh pada saat pembacaan suhu tubuh dengan Id Jay, Allen, Yudhi, Udin, Tesla, Bondiz , untuk jarak 2mm adalah 37,5 sampai 38 , akan tetapi untuk jarak 5mm adalah 36 sampai +- 37 sehingga menyebabkan sensor tidak bunyi atau diam seperti gambar 3.15.

2. Perbandingan Sensor suhu GY-906 dengan sensor suhu lainnya

Pada Perbandingan ini kita menggunakan sensor suhu GY-906 dan Sensor suhu type AOMAS Hk-307 seperti gambar dibawah



Gambar 4. 5 Sebelah kiri type AOMAS HK-307 dan sebelah kanan sensor suhu GY-906

Berikut dibawah ini data hasil pembanding Sensor GY-906 dengan sensor suhu yang sering kita lihat di dekat pintu masuk sebuah perusahaan dapat di lihat pada tabel.

Tabel 4. 5 Perbandingan sensor suhu GY-906 dengan sesor suhu lainnya

Jarak	Sensor GY-906	Sensor suhu lainnya
2mm	37,81	37,83
5mm	36,44	36,42
15mm	35,59	35,6

Pada perbandingan tabel 4.5 setelah melihat data hasilnya sensor suhu GY-906 Hampir sama dengan sensor suhu yang sering kita lihat, Gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4. 6 Perbandingan Sensor AOMAS HK-307 dan GY-906

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Alat dirancang dan dibuat menggunakan Arduino UNO R3 sebagai otak dari alat , Sensor suhu, RFID dan sensor Infrared sebagai input dan pompa air LCD dan Led sebagai outpunya.
2. Pembacaan sensor suhu yang ketepatannya tergantung oleh jarak dimana jarak ideal untuk dilakukan pengecekan adalah 5mm paling ideal dari sensor suhu, Untuk akses masuk suhu harus kurang dari 37,35° dan Id card mendeteksi dan muncul pada layar LCD, dan untuk akses keluarnya Jarak sensor mendeteksi objek tangan sejauh maksimal 3 cm dari sensor infrared untuk akses keluar
3. Pompa air mini aktif selamat 4 detik ketika Akses Sensor suhu dan RFID memenuhi syarat, Apabila tidak memenuhi syarat Buzzer dan Led aktif saat mendeteksi suhu diatas 37,35° Celcius.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. H, Hera 2019. *Keamanan pintu menggunakan RFID berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328. Thesis.* Politeknik Negri Sriwijaya.

-
- [2]. Ramadan, Wahyu, R. 2019. Tempat Penyimpanan Dies berbasis Arduino Mega. *Disertasi*. President University, Cikarang.
- [3]. F. Djuandi, “*Pengenalan Arduino*,” E-book. tobuku, pp. 1–24, 2011.
- [4]. Setiawan, E.T. *Pengendalian lampu rumah berbasis mikrontroler arduino menggunakan smartphone android*. Thesis. STMIK Atma Luhur, Pangkalpinang.
- [5]. Sanjaya, A.J, Yosep, A.P dan Febriana, S.W. 2021. Penarapan IOT(Internet Of Thing) untuk sistem monitoring jemaah masjid sesuai protokol kesehatan terhadap virus Covid-19 berbasis Arduino. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 5(1):53-60
- [6]. Christian, J. (2013). Prototipe Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor Gas MQ2, Board Arduino Duemilanove, Buzzer, dan Arduino GSM Shield pada PT. Alfa Retailindo (Carrefour Pasar Minggu). *Jurnal TICom*, 2(1).7
- [7]. .Arfand, A, Supit, Y. 2019. Prototipe Sistem Otomasi Pada Pengisian Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Arduino Uno. *JURNAL SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK KOMPUTER* Vol. 4, (1): 2502-5899

ANALISIS EFISIENSI DAYA MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN MENGGUNAKAN SOFT STARTER PADA RECIPROCATING COMPRESSOR

Ujang Wiharja, Septo Wisnu Groho

Abstrak - *Reciprocating compressor* adalah jenis *air compressor* yang dimana merupakan alat yang berperan penting dalam dunia industri terutama pada sistem *pneumatic* memiliki motor induksi sebagai sistem penggerakannya. Motor induksi mempunyai banyak keunggulan dari segi teknis maupun ekonomis. Akan tetapi motor induksi juga mempunyai kekurangan, antara lain arus starting besar yang dapat menarik arus 5 sampai 7 kali dari arus beban penuh. Pada motor induksi diperlukan suatu metode starting, yang bertujuan untuk mengurangi arus starting yang besar. Metode *starting* yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode starting *soft starter* dengan rangkaian *soft starter inside delta circuit*. Dari hasil penelitian diperoleh nilai arus *starting* motor induksi 3 fasa 160kW dengan metode starting *soft starter* dalam kurun waktu 10 *second* sebesar 1054,77A (1s), dengan *starting class* 350% I_n Motor dari arus nominal sebesar 301,36 A (10s). *Soft starter* yang dirangkai secara *inside delta circuit* besar arus yang masuk akan turun menjadi $(1/\sqrt{3})$ dari arus nominal yaitu sebesar $\pm 58\%$ dari arus nominal 301,36 A menjadi sebesar 173,99 A. Daya yang semula sebesar 159,807 kW menjadi 92,38 kW, efisiensi daya yang dihasilkan *soft starter* adalah sebesar 94,67% dan efisiensi daya yang dihasilkan pada saat by pass contactor delta adalah sebesar 94,84% ketika kondisi torsi maximum 150% menuju full load 100%.

Kata kunci : *Air Compressor, Motor Induksi, Inside Delta, Soft Starter, starting class*

Abstract - *Reciprocating compressor is a type of air compressor which is a tool that plays an important role in the industrial world, especially in pneumatic systems has an induction motor as the driving system. Induction motors have many advantages from a technical and economic point of view. However, induction motors also have drawbacks, including a large starting current that can draw 5 to 7 times the full load current. In an induction motor, a starting method is needed, which aims to reduce the large starting current. The starting method used in this study is the soft starter starting method with a soft starter inside delta circuit. From the results of the research, the starting current value of a 3-phase induction motor is 160kW with the soft starter starting method in a period of 10 seconds of 1054.77A (1s), with a starting class of 350% I_n Motor of a nominal current of 301.36 A (10s). . The soft starter which is assembled in an inside delta circuit, the large incoming current will decrease to $(1/\sqrt{3})$ of the nominal current, which is $\pm 58\%$ of the nominal current of 301.36 A to 173.99 A. The power which was originally 159.807 kW becomes 92.38 kW, the power efficiency produced by the soft starter is 94.67% and the power efficiency generated at the by pass contactor delta is 94.84% when the maximum torque condition is 150% towards 100% full load.*

Keyword : *Air Compressor, Motor Induksi, Inside Delta, Soft Starter, starting class*

2. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada masa sekarang sangat pesat pertumbuhannya dan itu terlihat dari semakin banyaknya industri-industri yang berdirinya dan memproduksi alat-alat teknologi masa kini. Motor-motor induksi sangat penting penggunaannya sebagai alat bantu penggerak peralatan lain seperti pada industri flexible packaging dan PET bottling yang dimana motor induksi sangat dibutuhkan, begitupula dengan kompresor udara (air compressor) yang merupakan peralatan utility dan sangat banyak digunakan dalam berbagai aspek industri. Motor induksi (asinkron) ini pada umumnya hanya memiliki satu suplai tenaga yang mengekstasi belitan stator, belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini diesktasi oleh induksi dari perubahan medan magnetic yang disebabkan oleh arus belitan stator. Hampir semua motor AC yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi 3 fasa yang paling banyak dipakai di perindustrian. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator^[2]. Arus pengasutan awal yang besar dapat mengakibatkan penurunan tegangan sistem dan mengganggu kerja sistem peralatan lain dalam satu sistem, seperti peralatan-peralatan elektronik dan memungkinkan juga mengganggu peralatan-peralatan mekanik, sehingga diperlukan suatu metode pengasutan (starting) dengan pengurangan tegangan pada motor induksi dan dinaikan secara bertahap yang bertujuan untuk mengurangi arus pengasutan awal.

Kompresor udara (air compressor) adalah salah satu peralatan dalam dunia industri khususnya pada sistem utility yang dimana bertujuan untuk menyuplai udara bertekanan. Penggunaan compressor begitu

sangat vital untuk menunjang sistem pneumatic dalam proses produksi, sehingga compressor diharapkan selalu dalam kondisi prima. Mengingat begitu pentingnya peran compressor dalam menyuplai tekanan udara pada sistem pneumatic, motor induksi 3 Fasa yang menjadi bagian utama dalam sistem kerja compressor harus mendapatkan perhatian lebih dalam sistem keamanannya.

Soft starter adalah suatu cara penurunan tegangan starting dari motor induksi AC. Soft starter merupakan metode starting yang prinsipnya sama dengan starting motor menggunakan primary resistance yang diseri dengan supply tegangan ke motor, arus masuk sama dengan arus keluar. Soft starting terdiri dari komponen thyristor untuk mengontrol aliran arus yang masuk ke motor, sehingga tegangan akan masuk secara bertahap. Beberapa industri menggunakan compressor dengan metode starting soft starter karena dari segi efisiensi daya soft starter lebih unggul dibanding metode starting lainnya.

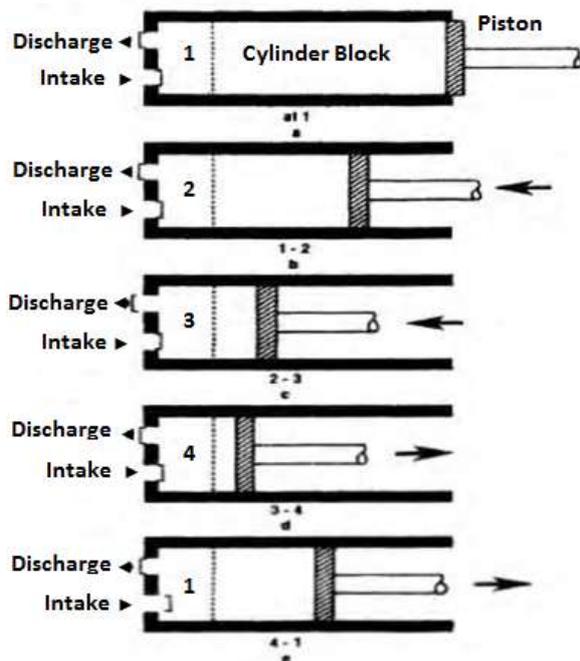
3. LANDASAN TEORI

2.1 *Reciprocating Compressor*

Kompresor piston/torak atau lebih sering disebut Reciprocating Compressor adalah kompresor yang menggunakan sistem torak atau piston yang bergerak di dalam silinder untuk mengkompres udara. tabung silindernya memiliki 2 buah port, yaitu port inlet (suction) dan port outlet (discharge). Pada saat piston berada di atas atau di dekat port inlet (suction) dan port outlet (discharge) di dalam silinder dan bergerak turun maka udara dari port inlet (suction) akan masuk memenuhi silinder. Lalu ketika piston bergerak naik atau ke atas maka udara yang berada pada tabung silinder akan di pompa dan terkompres keluar melalui port outlet (discharge).

Kompresor piston tidak dapat melakukan putaran tinggi, karena dapat menghasilkan gaya inersia akibat gerak bolak-baliknya. Sehingga dengan putaran yang tinggi akan mengakibatkan gaya inersia juga tinggi, hal ini akan menimbulkan getaran yang tinggi

dan dapat memicu kerusakan komponen-komponen mekanik kompresor^[7].



Kompresor piston memiliki 2 jenis tipe yaitu Kompresor piston dengan sistem kerja tunggal dan Kompresor piston sistem kerja ganda. Kompresor piston dapat juga digunakan untuk menghasilkan udara yang bebas oli. Kita bisa memasang Filter Oli khusus yang di pasang pada jalur pipa atau menggunakan Kompresor piston oil free.

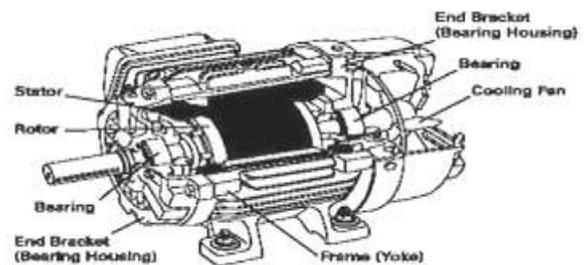
2.2 Motor Listrik 3 Fasa

Motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Motor listrik terdiri dari dua bagian yang sangat penting yaitu stator atau bagian yang diam dan rotor atau bagian berputar. Pada motor AC, rotor tidak menerima energi listrik secara langsung, tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada energi kumparan transformator. Oleh karena itu motor AC dikenal dengan motor induksi^[12].

Motor induksi 3 fasa merupakan salah satu cabang dari jenis motor listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak berupa putaran. Motor induksi ini merupakan motor arus bolak balik (AC) yang paling luas digunakan. Penamaanya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai

adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator^[2].

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ($n_s = 120f/2p$). Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, dan sesuai dengan Hukum Lentz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar pula arus induksi pada rotor yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar.



2.3 Starting Motor 3 Fasa

Motor induksi saat dihidupkan secara langsung akan menarik arus 5 sampai 7 kali dari arus beban penuh dan hanya menghasilkan torsi 1,5 sampai 2,5 kali torsi beban penuh. Arus mula yang besar ini dapat mengakibatkan drop tegangan pada saluran sehingga akan mengganggu peralatan lain yang dihubungkan pada saluran yang sama. Untuk motor yang berdaya besar tentu arus pengasutan juga akan semakin besar, sehingga untuk motor dengan daya besar tidak dianjurkan menghidupkan motor secara langsung, untuk menghindari hal tersebut, suatu motor induksi seringkali di start dengan level tegangan yang lebih rendah dari tegangan nominalnya.

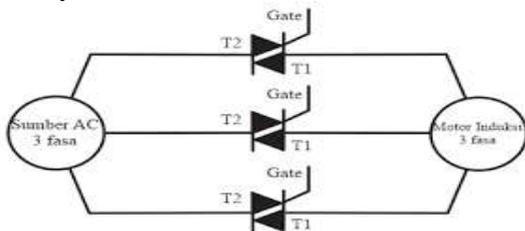
Starting motor induksi dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu :

1. Direct On Line (DOL)
2. Star – Delta (Y-Δ)
3. Autotransformer Starter

- 4. Soft Starter
- 5. Frequency Drive

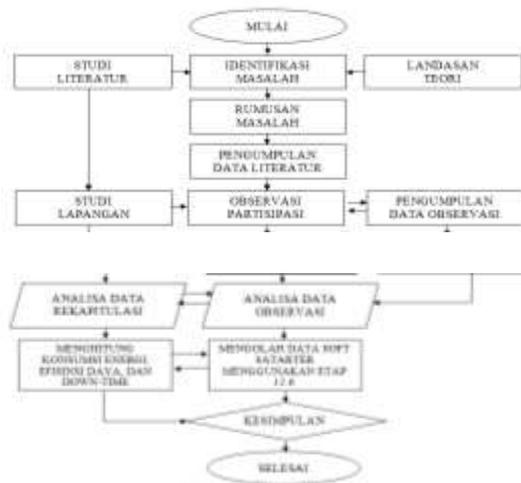
2.4 Soft Starter

Starting dengan cara ini dipergunakan untuk mengatur/ memperhalus start dari elektrik motor. Soft starter sangat berbeda dengan starter lain, karena metode starting ini mempergunakan thyristor sebagai komponen utamanya. Tegangan yang masuk ke motor akan diatur dimulai dengan sangat rendah sehingga arus dan torsi saat start juga rendah. Pada saat start ini tegangan yang masuk hanya cukup untuk menggerakkan beban dan akan menghilangkan kejutan pada beban. Secara perlahan tegangan dan torsi akan dinaikan sehingga motor akan mengalami percepatan sehingga tercapai kecepatan normal. Salah satu keuntungan mempergunakan alat ini adalah kemungkinan dilakukannya pengaturan torsi pada saat yang diperlukan, tidak terpengaruh ada atau tidaknya beban.



3. METODE PENELITIAN

3.1. Langkah – langkah Penelitian



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

1. Melakukan studi pustaka dan referensi yang mengacu pada kompresor dan metode starting motor induksi 3 fasa.
2. Melakukan studi lapangan dan observasi mengenai kasus seputar permasalahan kompresor dan metode starting motor induksi 3 fasa.
3. Membuat rancangan penelitian dan observasi mengenai installasi, konsumsi energi, efisiensi daya, maintenance, dan down-time pada kompresor dan motor induksi 3 fasa.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran yang didapatkan dari alat ukur seperti :

1. Multitester
2. Tang ampere
3. Insulation tester

3.3. Perhitungan Data

Perhitungan data yang telah diambil akan dihitung dan diolah dengan menggunakan beberapa rumus dan juga aplikasi ETAP 12.6 yang berguna untuk mengetahui seberapa besar arus starting motor induksi 3 fasa yang menggunakan metode soft starter.

1. Besar Pengasutan Arus^[11]

$$I_{FL} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times Eff \times Cos \varphi}$$

$$I_s = I_{set\%} \times I_{FL}$$

Dimana :

- P : Daya Motor Induksi (W)
- $\sqrt{3}$: 3 Fasa (Tegangan 380V~)
- V : Tegangan Motor Induksi (V)
- Eff : Effisiensi
- Cos φ : Faktor Daya
- $I_{set\%}$: Arus Atur Ideal
- I_{FL} : Arus Nominal (A)
- I_s : Arus Asut (A)

2. Kecepatan Putaran^[11]

$$n = \frac{120 \times f}{P}$$

Dimana :

P : Jumlah Kutub/Pole Motor

f : Frequency (Hz)

120 : Konstanta

n : Kecepatan Putar Motor (Rpm)

3. Torsi Motor^[11]

$$T = \frac{P_{out}}{\omega}$$

$$T = \frac{9,55 \times P}{n}$$

Dimana :

T : Besar Torsi Motor (Nm)

P : Daya Motor (kW)

n : Kecepatan Putar Motor (Rpm)

ω : $2\pi \times n/60$

9,55 : Konstanta

4. Besar Daya Input Dan Output Motor^[11]

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times Eff \times \cos \varphi$$

Dimana :

I : Arus (A)

$\sqrt{3}$: 3 Fasa (Tegangan 380V~)

P : Daya Motor Induksi (W)

V : Tegangan Motor Induksi

$\cos \varphi$: Faktor Daya

Eff : Efisiensi Motor Induksi

5. Slip Pada Motor^[11]

$$Slip\% = \frac{n_s - n}{n} \times 100$$

Dimana :

n : Kecepatan Motor (rpm)

n_s : Kecepatan Motor Sinkron (rpm)

$Slip\%$: Slip Motor (%)

6. Efisiensi Daya^[11]

$$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana :

η : Efisiensi Motor (%)

P_{out} : Daya Keluar Motor (kW)

P_{in} : Daya Masuk Motor (kW)

3.4 Spesifikasi Motor Induksi 3 Fasa



Spesifikasi motor induksi 3 fasa :

V : 380 Volt Hub, Delta

f (frequency) : 50 Hz

Daya : 160 kW

Putaran : 1485 r/min

I : 301 A

$\cos \varphi$: 0,85

Eff : 94,9 % - IE2

3.5 Spesifikasi Soft Starter



Spesifikasi Siemens Sirius Soft Starter 3RW44 :

Starting Class : 350% I_n Motor

Start Voltage (%) : 50 %

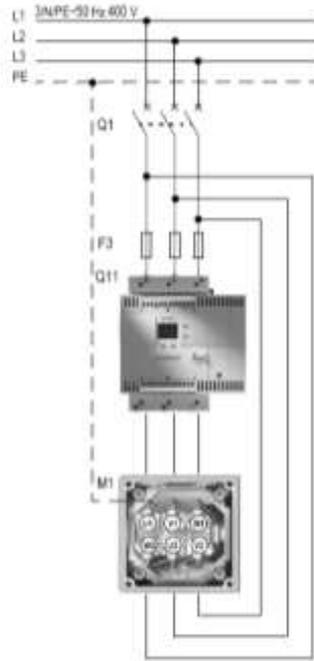
Starting Time (s) : 10 s

Current Limit Value : 4 x I_M

Starting Torque : 40 % (Locked Rotor)

End Torque : 150 % (Max Torque)

Breakaway Pulse : Deactive (0 ms)



4. HASIL ANALISA

4.1. Perhitungan menggunakan Rumus

Data yang peroleh penulis selama melakukan observasi akan dianalisa menggunakan rumus perhitungan yang akan membantu untuk perhitungan menggunakan ETAP 12.6 dan akan dibandingkan selisih dari perhitungan tersebut

1. Kecepatan Motor

$$n_s = \frac{120 \times f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \times 50}{4}$$

$$n_s = 1500 \text{ rpm}$$

2. Slip Pada Motor

$$Slip\% = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100\%$$

$$Slip = \frac{1500 - 1485}{1500} \times 100\%$$

$$Slip = 1\%$$

3. Torsi Putaran Penuh

$$T = \frac{P_{out}}{\omega}$$

$$T = \frac{160000}{2\pi \times 1485/60}$$

$$T = 1028.88 \text{ Nm}$$

atau

$$T = 758.86 \text{ lb ft}$$

t (second)	Rpm	$Slip\% = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100\%$	Slip%
1	450	$Slip\% = \frac{1500 - 450}{1500} \times 100\%$	70%
2	900	$Slip\% = \frac{1500 - 900}{1500} \times 100\%$	40%
3	1200	$Slip\% = \frac{1500 - 1200}{1500} \times 100\%$	20%
4	1245	$Slip\% = \frac{1500 - 1245}{1500} \times 100\%$	17%
5	1275	$Slip\% = \frac{1500 - 1275}{1500} \times 100\%$	15%
6	1320	$Slip\% = \frac{1500 - 1320}{1500} \times 100\%$	12%
7	1380	$Slip\% = \frac{1500 - 1380}{1500} \times 100\%$	8%
8	1455	$Slip\% = \frac{1500 - 1457}{1500} \times 100\%$	3%
9	1470	$Slip\% = \frac{1500 - 1470}{1500} \times 100\%$	2%
10	1485	$Slip\% = \frac{1500 - 1485}{1500} \times 100\%$	1%

4. Besar Arus Starting (350% FLA)

$$I_{FL} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times Eff \times Cos \phi}$$

$$I_{FL} = \frac{160000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.949 \times 0.85}$$

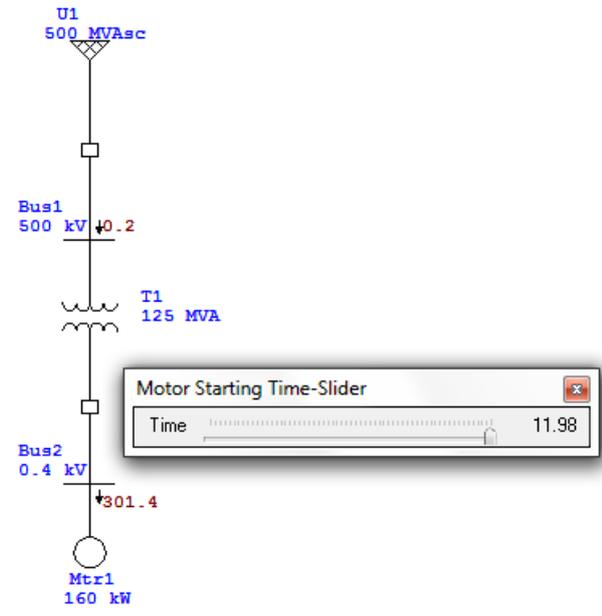
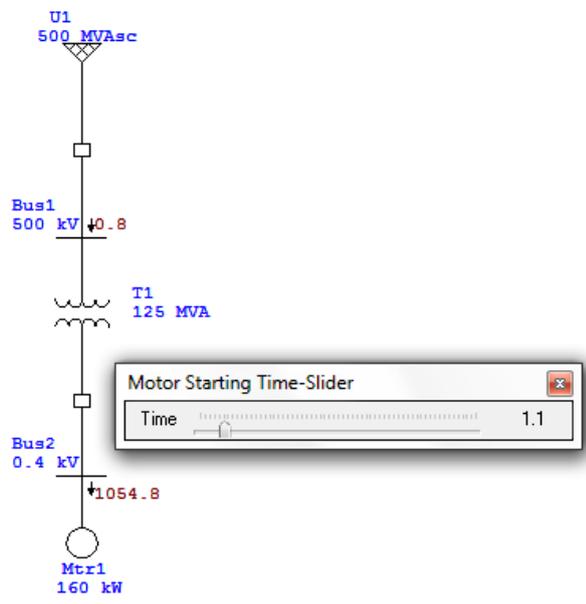
$$I_{FL} = 301,36 \text{ A}$$

$$I_s = I_{set} \times I_{FL}$$

$$I_s = 350\% \times 301,36$$

$$I_s = 1054,77 \text{ A}$$

4.2. Perhitungan menggunakan ETAP



Hasil analisa yang diperoleh baik dengan menggunakan perhitungan rumus manual ataupun menggunakan software ETAP 12.6 dapat membantu untuk perhitungan seberapa besar efisiensi daya yang dihasilkan oleh motor induksi 3 fasa dengan metode starting soft starter dan menggunakan rangkaian soft starter inside delta circuit

Locked Rotor	Speed		Torque		Current		% PF	% Eff
	% Slip	RPM	%	Nm	%	Amp		
	0.0	0.0	48.1	304.0	398.1	1884.9	28.6	8.0
	30.00	150.0	39.4	298.2	341.9	1631.2	19.8	4.7
	30.00	300.0	38.1	286.6	333.8	1607.2	18.7	9.7
	70.00	450.0	38.2	287.8	328.2	1641.1	18.7	14.9
	60.00	600.0	39.9	302.8	318.7	1611.7	19.9	20.5
	50.00	750.0	41.4	314.2	311.5	1619.9	20.3	26.6
	40.00	900.0	44.2	333.8	304.3	1618.2	21.1	33.7
	20.00	1200.0	61.8	463.0	288.0	1669.0	26.0	53.0
	19.00	1219.0	62.8	458.6	286.9	1661.7	26.1	54.3
	18.00	1238.0	64.8	461.6	283.8	1652.3	27.1	57.7
	17.00	1257.0	67.8	508.2	284.6	1658.8	27.8	61.1
	16.00	1260.0	69.4	526.7	283.2	1654.7	28.8	68.6
	15.00	1275.0	72.1	547.4	281.8	1658.4	29.4	80.2
	14.00	1290.0	73.2	578.7	280.2	1649.8	30.4	81.8
	13.00	1305.0	76.7	587.0	278.5	1646.3	31.5	83.6
	12.00	1320.0	82.6	627.0	276.5	1643.2	32.7	85.4
	11.00	1335.0	87.1	661.3	274.2	1627.9	34.2	87.3
	10.00	1350.0	92.3	700.7	271.5	1619.0	35.9	89.3
	9.00	1365.0	98.4	746.4	268.1	1609.0	38.0	91.5
	8.00	1380.0	103.3	789.9	264.0	1598.9	40.2	93.8
	7.00	1395.0	113.3	861.0	258.6	1590.3	43.6	96.2
	6.00	1410.0	122.8	931.7	251.4	1583.6	47.4	98.8
	5.00	1425.0	133.1	1009.9	241.3	1578.0	52.2	91.6
	4.00	1440.0	143.4	1087.8	228.2	1621.6	58.5	94.7
	3.00	1455.0	150.9	1138.6	202.7	1611.5	66.4	98.0
Max. Torque	2.81	1487.9	190.3	1148.2	196.6	1693.2	68.2	88.7
	2.00	1470.0	143.1	1086.1	183.8	1694.2	76.1	91.6
	1.00	1485.0	100.2	760.2	99.6	1611.4	84.9	94.9
Full Load	1.88	1485.8	100.2	760.2	99.6	1611.4	84.9	94.9

Bisa disimpulkan bahwa pada saat locked rotor hingga sampai maximum torque, besar arus pada motor induksi 3 fasa mengalami penurunan secara bertahap, namun pada saat maximum torque telah tercapai besar arus pada motor secara signifikan mengalami penurunan ketika menuju full load, yang dapat diantisipasi bahwa adanya by pass yang dilakukan oleh kontaktor delta ketika akselerasi sudah tercapai yaitu pada 1458 rpm (torsi 150%) – 1485 rpm (torsi 100%). Dengan terjadinya by pass pada kontaktor terhadap softstarter, maka besar arus yang masuk akan turun menjadi (1/√3) dari arus nominal yaitu sebesar 58%

4.3 Perhitungan Berdasarkan Data Observasi

1. Daya Input

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 380 \times 301 \times 0,85$$

$$P_{in} = 169,188 \text{ kW} = 169 \text{ kW}$$

$$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta\% = \frac{92 \text{ kW}}{97 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$\eta\% = 94,84\%$$

2. Daya Output

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Eff} \times \cos \varphi$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times 380 \times 301 \times 0,949 \times 0,85$$

$$P_{out} = 159,807 \text{ kW} = 160 \text{ kW}$$

3. Effisiensi Daya

$$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta\% = \frac{160 \text{ kW}}{169 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$\eta\% = 94,67\%$$

4.4 Perhitungan Berdsarkan *Soft Starter Inside Delta Circuit*

1. Arus Nominal Motor Induksi 3 Fasa

$$I_n = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \times V \times \text{Eff} \times \cos \varphi}$$

$$I_n = \frac{160000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,949 \times 0,85}$$

$$I_n = 301,36 \text{ A} = 301 \text{ A}$$

2. Arus Nominal Motor Induksi 3 Fasa *By Pass Contactor Delta*

$$I_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \times I_n$$

$$I_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 301$$

$$I_c = 173,99 \text{ A} = 174 \text{ A}$$

3. Daya Input *By Pass Contactor Delta*

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 380 \times 174 \times 0,85$$

$$P_{in} = 97,34 \text{ kW} = 97 \text{ kW}$$

4. Daya Output *By Pass Contactor Delta*

$$P_{out} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Eff} \times \cos \varphi$$

$$P_{out} = \sqrt{3} \times 380 \times 174 \times 0,949 \times 0,85$$

$$P_{out} = 92,38 \text{ kW} = 92 \text{ kW}$$

5. Effisiensi Daya

4.5 Perbandingan Daya Sebelum Dan Sesudah *By Pass Contactor Delta*

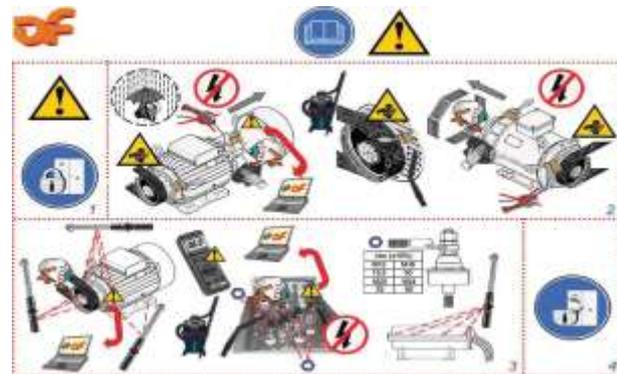
$$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta\% = \frac{160}{92} \times 100\%$$

$$\eta\% = 173,91\%$$

4.6 *Preventive Maintenance*

Dalam melakukan *preventive maintenance* pada unit *reciprocating compressor* dan motor induksi 3 fasa, penulis telah melakukan studi literatur dan analisa data rekapitulasi mengenai UMI (*unser Manual Instructuion*) yang telah diberikan oleh pihak *Ateliers François* kepada stiap teknisi yang melakukan pekerjaan dilapangan



UMI mencakup keseluruhan instruksi kepada teknisi mengenai tata cara dan informasi mengenai *maintenance*, sedangkan untuk daily check dan *maintenance* jangka panjang akan ditentukan sesuai dengan kondisi mesin dilapangan.

4.7 Downtime

Preventive jangka panjang memerlukan banyak waktu dan tentu menimbulkan *downtime* pada mesin yang dapat mengganggu aktivitas produksi pada sebuah perusahaan. Lamanya waktu *downtime* tergantung pada jenis permasalahan pada *compressor*, sedangkan pada bagian *electrical* yang menyangkut *soft starter* pada *compressor*, lamanya waktu *downtime* tergantung pada kerusakan rangkaian atau sistem kontrol.

Untuk rangkaian *soft starter inside delta circuit* kerusakan paling umum terjadi pada *delta contactor* yang dimana pada bagian *comtac point* mengalami terbakar atau gosong akibat dari arus yang tidak stabil dan adanya masalah pada relay.



Untuk masalah pada *soft starter* tersendiri menurut hasil observasi yang dilakukan penulis adalah sangat jarang terjadi kerusakan pada *soft starter* itu sendiri kecuali adanya kondensasi yang terjadi pada sistem pendingin panel yang mengakibatkan tetesan air atau embun sehingga mengenai *circuit board* pada *soft starter*



5. KESIMPULAN

Dengan memperhatikan data pengamatan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. *Soft starter* dapat mengurangi lonjakan arus berlebih pada motor induksi 3 fasa yang berada pada *reciprocating compressor* karena *soft starter* memiliki *current limit value* sebesar $4 \times I_m$ dan arus asutnya diatur dengan *current control* 350% menjadi sebesar 1054,77 A dari arus nominal sebesar 301,36 A.
2. Penggunaan *soft starter* pada motor induksi 3 fasa juga berperan dalam penghematan waktu starting, dengan waktu starting yang diatur selama 10 detik dan pengaturan torsi awal starting 40% hingga mencapai max torsi 150%, sehingga beban starting pada motor tidaklah terlalu besar dan tidak pula memakan waktu untuk mencapai torsi maximum
3. *Soft starter* yang dirangkai secara *inside delta circuit* besar arus yang masuk akan turun menjadi $(1/\sqrt{3})$ dari arus nominal yaitu sebesar $\pm 58\%$ pada saat melakukan *by pass contactor delta*. Dari arus nominal 301,36 A menjadi sebesar 173,99 A dengan menggunakan perhitungan $I_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \times I_n$.
4. *Soft starter inside delta circuit* terbukti dapat menurunkan arus sebanyak 58% dari arus nominal, dengan hasil tersebut tentu daya yang dikeluarkan akan akan ikut turun dengan catatan tegangan yang mengalir tetaplah sama sesuai dengan perhitungan $P = \frac{1}{\sqrt{3}} \times V \times I \times \cos\phi \times Eff$. Daya yang semula sebesar 159,807 kW menjadi 92,38 kW.
5. Untuk efisiensi daya yang dihasilkan *soft starter* adalah sebesar 94,67% dalam kurun waktu 10 detik dari torsi awal 40% hingga mencapai torsi maximum 150% dan efisiensi daya yang dihasilkan pada saat *by pass contactor delta* adalah

- sebesar 94,84% ketika kondisi torsi maximum 150% menuju *full load* 100%.
6. Sedangkan untuk perbandingan daya sebelum dan sesudah *by pass contactor delta* adalah sebesar 173,91%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, Haruo Tahara. "*Pompa dan kompresor.*" Jakarta: PT. Pradaya Paramita (2004).
- [2] Zuhail, Mahfud. "*Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*". Gramedia, Jakarta 72 (1998).
- [3] Julie, King. "*Compressors CM4120*". (2003).
- [4] Bal Ballaney, P. L. "Applied Thermodynamics". India, Khanna, (1980).
- [5] US. Departement of Energy. "*Industrial Technologies Program Energy Efficiency and Renewable Energy*". Washington, DC, (2003).
- [6] Parsa, I., Nyoman Bagia, and I. Made. "*Motor-Motor Listrik*". Kupang: Rasibook (2018).
- [7] Hanlon, Paul C. "*Compressor handbook*". McGraw-Hill Professional (2001).
- [8] The Piping Talk. "*Centrifugal Compressor Parts and Their Function*". (2020).
- [9] Soft In Way Incorporated. "*Axial Compressor/Fan Design Software – AxSTREAM®*". (2020).
- [10] ISTE International. "*Rod Drop Measurements for Reciprocating Compressors*". (2020).
- [11] Siswoyo. "*Teknik Listrik Industri Jilid 2*". Direktorat Jendral Manajemen Pembinaan SMK. (2008).
- [12] Sumardjati, Prih. "*Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3*". (2008)
- [13] Brown, Royce N. "*Compressors: Selection and sizing*". Gulf Professional Publishing, (1997).
- [14] Bloch, Heinz & Hoefner, John. "*Reciprocating Compressors: Operation and Maintenance*". (2006).
- [15] Eickemeyer, Steffen C. "*Reliable Capacity Planning Despite Uncertain Disassembly, Regeneration and Reassembly Workloads by Using Statistical and Mathematical Approaches*". Validation in Subsidiaries of a Global MRO Company with Operations in Asia, Europe and North America. (2014).
- [16] Riyadi, Dwi. "*Soft Starting Pada Motor Induksi 3 Fasa*". Semarang: Teknik Elektro Universitas Diponegoro. (2001).
- [17] Huda, D. N. "*Pengujian Unjuk Kerja Variabel Speed Drive Vf-S9 Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa 1 Hp*". Politeknik Negeri Bandung, (2012).
- [18] Loemau, Willem. "*Memperbaiki Kerusakan pada Sistem Starting*". Jakarta (2000).
- [19] Christope, L. "*Ateliers François Operator Manual*". Ateliers François corporation. Belgium (2018).
- [20] Christope, L. "*Ateliers François User Manual Instruction*". Ateliers François corporation. Belgium (2018).
- [21] Siemens AG. "*SIRIUS Soft starters 3 RW 44 manual*", pp.86-92, (2007).
- [22] Siemens AG. "*SIRIUS Power Contactor 3RT5 Data Sheet*", pp.86-92, (2007).
- [23] Kjellberg, Magnus. Kling, Sören. "*Soft Starter Handbook*". ABB Automation Technologies AB/Cewe-Control, SE-721 61 Västerås, Sweden, (2003)
- [24] Hutapea, Maritje. "*Energy Efficiency and Conservation Policy in Indonesia*". Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta (2013).
- [25] Chapman, Stephen J. "*Electric machinery fundamentals fifth edition*". McGraw-Hill Higher Education, (2012)
- [26] Liang, W., Pang, L., Zhang, L., & Hu, J. "*Reliability-centered maintenance study on key parts of reciprocating compressor*". In 2012 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety

- Engineering (pp. 414-418). IEEE. (2012).
- [27] Salim, Muhammad. "*Sistem 3 Fasa*". (2012).
- [28] Samsul, Eka. "*Pengendalian Motor Listrik dengan Direct Online*". (2017).
- [29] Indrawan, Beny. "*Akar Tiga pada Tegangan Tiga Fasa*". (2015).
- [30] Waide, Paul & Brunner, Conrad. "*Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems*". (2011).

RANCANG BANGUN INCUBATOR PENETAS TELUR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DILENGKAPI SENSOR DHT 22

Abdul Kodir Al bahar, Mujammil Haq

Abstrak - Indonesia adalah wilayah yang mempunyai penduduk atau masyarakat yang memiliki sebagian besar adalah peternak untuk menunjang keberhasilan dari peternakan pembibitan ayam menjadi hal yang penting. Alat penetas telur yang dilengkapi dengan peralatan pendukung yang menunjang produksi yang efektif dengan tujuan agar telur mendapatkan panas yang serupa dengan induk ayam. Penyimpanan telur tetas sebaiknya sama atau dibawah suhu tersebut Suhu yang baik untuk pertumbuhan embrio adalah berkisar diantara 36,5 - 38°C. Penetas telur ini menggunakan mikrokontroler sebagai otak dari sistem yang akan dipakai. Jenis mikrontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno berbasis Atmega 328P SMD CH-340. Kemudian akan diprogram dalam software Arduino IDE. Menggunakan sensor DHT 22 sebagai pembaca suhu dan kelembaban. Keunggulan modul sensor DHT22 yaitu dari kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal membaca objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Cara kerja alat penetas telur ini adalah sensor DHT 22 membaca suhu dalam incubator kemudian mengirimkan ke Arduino kemudian di tampilkan di LCD dan menentukan Relay high atau low untuk menyalakan lampu atau mematikan. Dari hasil uji keefektifan dari alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi dari yang cukup baik dan layak untuk bekerja dalam alat ini hanya selisih 0,1 untuk suhu dan 4,3 % untuk kelembaban . bisa dikatakan alat ini sangat layak untuk proses penetasan telur, hanya saja perlu ditambahkan pengatur suhu untuk mengatur suhu sesuai kebutuhan dan ditambahkan baterai untukantisipasi saat pemadaman listrik PLN.

Kata kunci : Arduimo, DHT22, penetasan, IDE, Incubator

Abstract - Indonesia is an area that has a population or community that has the majority of farmers to support the success of chicken breeding farms to be important. An egg incubator equipped with supporting equipment that supports effective production with the aim that the eggs get a heat similar to that of a hen. Storage of hatching eggs should be the same or below that temperature. A good temperature for embryo growth is in the range of 36.5 - 38°C. This egg incubator uses a microcontroller as the brain of the system to be used. The type of microcontroller used is Arduino Uno based on Atmega 328P SMD CH-340. Then it will be programmed in the Arduino IDE software. Using a DHT 22 sensor as a temperature and humidity reader. The advantages of the DHT22 sensor module are the quality of reading sensing data, which is more responsive, which has speed in terms of reading temperature and humidity objects, and the data that is read is not easily interfered with. The way this egg incubator works is that the DHT 22 sensor reads the temperature in the incubator then sends it to the Arduino and then displays it on the LCD and determines the Relay high or low to turn the lights on or off. From the

results of the effectiveness test of the tool that is made to have an accuracy level of good enough and feasible to work in this tool, the difference is only 0.1 for temperature and 4.3% for humidity. it can be said that this tool is very feasible for the egg hatching process, it's just that it needs to add a temperature controller to adjust the temperature as needed and add a battery to anticipate PLN power outages.

Keywords : Arduino, DHT22, hatchery, IDE, Incubator

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah wilayah yang mempunyai penduduk atau masyarakat yang memiliki sebagian besar adalah peternak, baik peternakan di wilayah perairan maupun daratan. Peternakan juga biasanya dilakukan di daerah pedesaan. Karena banyaknya jumlah penduduk Indonesia tidak menutupi kurangnya penggunaan konsumsi dari hasil ternak yang dihasilkan, baik dari air ataupun darat.

Maka dari itu banyak timbul permasalahan yang dihadapi oleh para peternak dalam memproduksi bibit yang ingin diternak. Penyusun mengambil permasalahan yang terjadi di peternakan ayam, dan salah satunya adalah dalam kasus penetasan telur ayam itu sendiri. Karena dengan konsumsi ayam yang tinggi maka para peternak hanya mengandalkan ayam itu sendiri dalam proses penetasan telur. Agar perputaran konsumsi pangan di Indonesia tetap terjaga, maka dilakukanlah pembuatan alat yang mendorong proses peternakan supaya terjadi dengan cepat dan terstruktur.

Dari permasalahan yang sudah didapat maka timbul salah satu penyelesaian, dimana dibuatlah alat penetas telur yang menggunakan mesin yang sudah dirancang dengan ketetapan yang sudah dibuat dan dari sumber yang menjadi acuan dalam proses pembuatan alat itu

sendiri. Penetas telur yang dibuat dengan mesin ini memiliki banyak keuntungan dan keunggulan dari cara penetasan yang masih tradisional, salah satunya adalah mampu menetas telur dalam jumlah yang banyak dan disamping keuntungan dan keunggulan itu sendiri dibutuhkan keahlian khusus dan ketelitian dalam memilah telur sebelum masuk ke dalam incubator penetas telur, juga rutin mengontrol temperatur dan kelembaban dan posisi letak telur yang baik.

Dari latar belakang yang terdapat di atas, penyusun mencoba untuk membuat suatu mesin penetas telur menggunakan pengontrol suhu secara otomatis agar mempermudah proses penetasan serta mendapatkan hasil penetasan yang maksimal. Alat penetas telur yang dilengkapi dengan peralatan pendukung untuk mengatur kondisi suhu dan kelembaban yang bisa ditentukan sesuai keinginan bertujuan supaya telur mendapatkan panas yang serupa dengan induk ayam itu sendiri.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Suhu udara Dalam Penetasan

Embrio akan berkembang bila suhu udara di sekitar telur minimal 36,5 °C namun perkembangan ini sangat lambat. Di bawah suhu udara ini praktis embrio tidak mengalami perkembangan, sehingga penyimpanan telur tetas sebaiknya sama atau

dibawah suhu tersebut. Penyimpanan telur tetas dibawah titik beku tidak dianjurkan karena sewaktu telur dikeluarkan dari tempat penyimpanan akan terjadi pengembunan dan permukaan telur berair, sehingga kuman pada kulit telur akan masuk kedalam telur yang menyebabkan pembusukan telur sewaktu ditetaskan, akan sangat menurunkan daya tetas.[12]

Suhu yang baik untuk pertumbuhan embrio adalah berkisar diantara 36,5 - 38°C. Untuk mencapai suhu tersebut sehingga embrio dapat berkembang dengan baik. untuk menjamin embrio mendapatkan suhu yang ideal untuk perkembangan yang normal. Kisaran suhu ini tergantung dari jenis penetasan yang didasarkan atas pengalaman dalam pembuatan penetasan untuk dapat mencapai daya tetas yang baik.[12]

Berikut ini adalah Komponen Incubator Penetas Telur :

22 Mikrokontroler

Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack adaptor, header ICSP, dan tombol reset. Dengan segala fitur yang dimiliki Arduino Uno memuat semua yang diperlukan sebuah mikrokontroler, untuk mengaktifkannya hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power adaptor AC- DC atau baterai (Arduino, n.d.). Bentuk fisik Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.5. [11]



Gambar 1. Arduino Uno Atmega 328P
SMD CH-340

23 Sensor DHT 22

Sensor DHT22 adalah modul sensor yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih

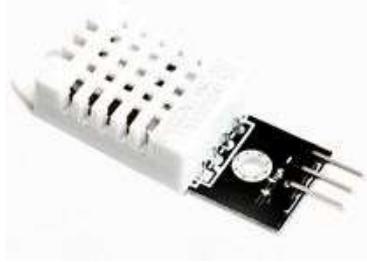
lanjut menggunakan mikrokontroler.

Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. [4] Modul sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Sehingga

Mempunyai kualitas yang baik, berespon cepat, anti terinterferensi dan harga yang efektif. Setiap elemen yang ada pada sensor DHT11 sudah terkalibrasi oleh laboratorium yang teruji akurat pada kalibrasi kelembaban. Kalibrasinya terprogram di OTP memori yang digunakan pada saat sensor mendeteksi sinyal internal. Ukuran yang kecil dan sedikit konsumsi powernya dan jangkauan sinyal transmisinya hingga 20 meter. Komponennya terdiri dari 4-pin yang berada dalam satu baris. [4]

Keunggulan modul sensor DHT22 ini dibanding modul sensor lainnya yaitu dari kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal membaca objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi.

28 Sensor DHT22 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. [4]

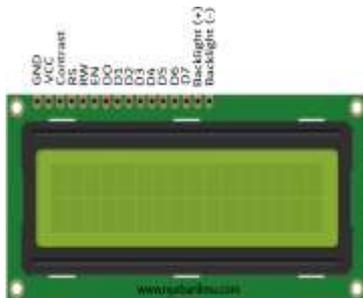


Gambar 2. Sensor DHT 22

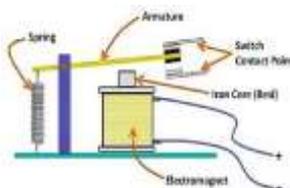
24 LCD 2 x 16

Liquid Crystal Display atau yang lebih dikenal dengan sebutan LCD merupakan sebuah komponen yang sering digunakan dalam aplikasi mikrokontroler. Arduino mendukung LCD keluarga Hitachi HD44780. Untuk aplikasi yang menggunakan LCD dibutuhkan pula sebuah potensiometer yang digunakan untuk mengatur tingkat kecerahan dari karakter yang akan ditampilkan di LCD. Pada sebuah LCD (Liquid Crystal Display) dapat ditampilkan angka-angka, huruf huruf, bahkan symbol tertentu. [3]

LCD mempunyai kegunaan yang lebih dibandingkan dengan seven-segment LED. Ada banyak variasi bentuk dan ukuran LCD yang tersedia jumlah baris 1-4 dengan jumlah karakter per baris 8,16, 20,40, dll. Display elektronik adalah salah satunya: [3]



Gambar 3. LCD 2x16



25 Lampu Pijar

Lampu pijar (incandescent) adalah lampu yang dalam hal pencahayaan sangat tidak efisien karena 90% energi listrik yang digunakan diubah menjadi panas. Namun pada penelitian ini panas yang dihasilkan lampu pijar dapat digunakan sebagai heater atau pemanas pada mesin tetas. Dengan jumlah yang sesuai lampu pijar dapat menghasilkan panas yang cukup untuk proses penetasan. Gambar 2.12 menunjukkan bentuk lampu pijar. [6]



Gambar 4. Lampu Pijar

26 Relay

Relay merupakan suatu saklar magnet yang menggunakan sifat listrik magnet yang mengubah kontak (koneksi). Relay banyak di gunakan pada pengendalian yang membutuhkan tegangan yang tinggi dan arus yang kuat. Suatu relay biasanya hanya mempunyai satu koil tetapi mempunyai banyak kontak. Ketika tidak ada arus yang melewati koil, tegangan pegas akan mengakibatkan lengan kontak menjauhi koil. Sedangkan ketika arus mengenai koil akan dihasilkan medan magnet dan mengakibatkan lengan tersebut diakibatkan karena adanya medan magnet. [1]



Gambar 5. Relay

Gambar 6. Struktur Relay

Berdasarkan gambar diatas, sebuah



Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. [1]

27 Motor Ac 5 Rpm

Motor yang digunakan sebagai pemutar telur dalam penelitian ini adalah jenis Synchronous Motor AC. Motor ini dapat beroperasi searah jarum jam atau berlawanan jarum jam CW/CCW. Selain itu motor ini beroperasi pada rpm yang rendah 5-6 rpm yang membuatnya dapat digunakan sebagai penggerak pemutar telur dimana putaran yang dihasilkan tidak akan membuat telur berguncang. [10]



Gambar 7. Motor Ac 5 rpm

28 Kipas Ac

Kipas angin AC adalah perangkat yang berfungsi untuk mengatur kecepatan aliran udara. Bagian utama penyusun kipas angin AC adalah sebuah motor AC 220 V. Prinsip kerja motor pada kipas AC pada dasarnya adalah sama dengan prinsip kerja motor AC pada umumnya. [10]

Gambar 8. Kipas Ac

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian



Gambar 9. Diagram Alir Tugas Akhir

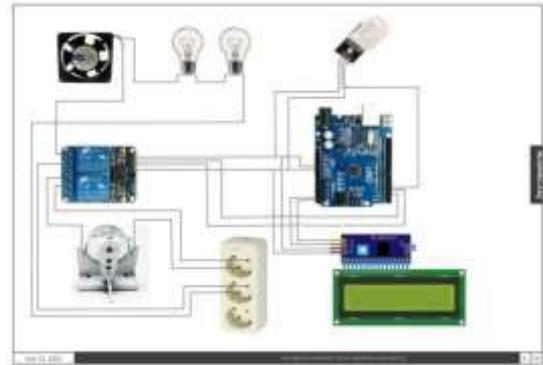
3.2 Pengambilan Data

Sebelum dilakukan perakitan alat, dilakukakan desain perancangan wiring diagram alat dengan menggunakan software *Software Sketch Up 2019 Pro*. Selanjutnya komponen dirakit lalu diupload data software ke hardware untuk dilakukan pengujian terhadap sensor DHT 22 dan lampu pijar. Setelah pengambilan data pengujian pada sensor dan lampu pijar nanti diolah sebagai bahan analisa perbandingan kualitas panasnya lampu pijar, kualitas sensor suhu dan

kelembaban dengan Thermo Hygro Digital.

33 Desain Rangkaian kontrol

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan rangkaian kontrol menggunakan arduino uno. Arduino Uno yang dapat bekerja dan memproses datagram yang dikirimkan dari software IDE arduino hanya jika didalamnya sudah dimasukkan *listing program*, program yang dimasukkan kedalam Arduino dibuat dan diupload ke Arduino menggunakan tools pemograman Arduino IDE. Fungsi program tersebut yaitu akan menginisial pin – pin yang nantinya akan menjadi input maupun output untuk memberikan perintah “HIGH” atau “LOW” pada relay. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rangkaian konfigurasi komponen berikut:



Gambar 10 Rangkaian Konfigurasi Komponen

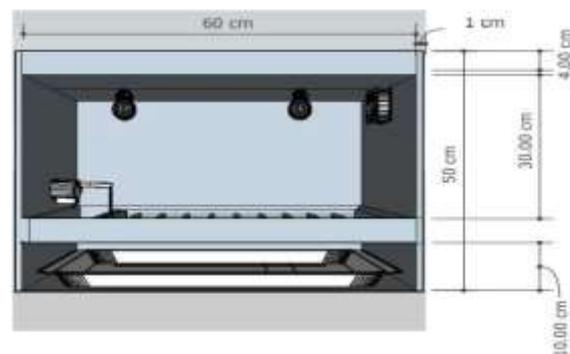
Pada desain yang akan ditampilkan



dibawah ini dibuat menggunakan *Software Sketch Up 2019 Pro*, dimana rangkaian kontrol yang dibuat menggunakan komponen yang sudah disediakan dan dirangkain sesuai dengan kegunaanya masing-masing. Berikut adalah desain rangkaian kontrolnya.

34 Desain Alat

Desain alat dibuat menggunakan software *Sketchup* . yang akan ditampilkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 11. Desain alat incubator

35 Realisasi Alat

Dari desain alat dan desain instalasi yang sudah dibuat menggunakan *Software Sketchup*, maka dilakukan pengerjaan alat yang berpatokan pada desain-desain yang ada diatas. Adapun realisasi alat ditampilkan pada gambar dibawah ini :

Gambar 12. Realisasi alat incubator

4. HASIL PENGUJIAN

41 Pengujian Sensor

Untuk tujuan utama proses pengujian alat terbagi menjadi beberapa pengujian penting, yaitu pengujian pada komponen-komponen alat dan pengujian dari alat yang sudah

terpasang komponen-komponen nya dan mengetahui efisiensi yang didapat dari komponen yang dipasang pada alat yang dibuat.

Tabel 1. Data akurasi pengujian sensor

Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Sensor DHT 22		Pengukuran Thermometer dan Hygrometer		Selisih	
Suhu (°C)	kelembaban (%)	Suhu (°C)	kelembaban (%)	Suhu (°C)	kelembaban (%)
33,5°	76%	33,6	71%	0,1	5
34,5	74%	34,6	68%	0,1	6
35	71%	35,1	66%	0,1	5
35,5	69%	35,5	65%	0	4
36	67%	36	62%	0	5
36,5	65%	36,4	61%	0,1	4
37	64%	37,2	59%	0,2	5
37,5	62%	37,7	59%	0,2	3
38	60%	38,1	58%	0,1	2
rata-rata				0,1	4,3

Dari tabel pengujian diatas tingkat akurasi suhu dan kelembaban sensor DHT 22 menunjukkan hasil akurasi suhu dengan selisih rata-rata berkisar 0,1 °C dan selisi kelembaban dengan selisih rata-rata berkisar 4,3%.

Tabel 2. Pengujian pertama Interval waktu kenaikan suhu pada sensor DHT 22

Suhu (°C)	Waktu (detik)
suhu ruang (33,4 °)	0 (waktu awal)
34	1 menit
35	2 menit 38 detik
36	3 menit 39 detik
37	6 menit 8 detik
38	14 menit 31 detik

Dari hasil pengujian interval waktu kenaikan suhu pada sensor DHT 22 pertama dan kedua penyusun menggunakan Lampu Pijar sebagai sumber panasnya.

42 Pengujian pada motor

Dalam pengujian motor ini penyusun melakukan pengujian pada motor untuk mengetahui kondisi motor dan relay apakah berfungsi atau tidak dengan seting waktu yang ber beda

Tabel 3. pengujian motor dengan seting waktu high 6 detik dan low 30 detik

posisi	kondisiinput	kondisi motor	
		nyala	mati
start	low		v
1	high	v	
2	low		v
3	high	v	
4	low		v
5	high	v	
6	low		v

Dari tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran 2 dari nyala motor dan inputan relly , dengan seting waktu 6 detik untuk high dan 30 detik untuk inputan low dimana saat inputan relay high motor bergerak, dan saat low motor berhenti. Melihat hasil yang ditampilkan pada tabel 4.4 di atas motor menyala saat inputan high dan mati pada saat inputan low, yang berarti motor sudah bisa di katakan bekerja dengan set waktu 6 detik untuk high dan 30 detik untuk low.

43 Pengujian Lampu

Pengujian ini dilakukan dengan memperhatikan durasi waktu lampu mati sampai hidup atau dengan kata lain suhu dalam incubator penetas telur stabil dalam panas di kisaran suhu antara 36°C-38°C sesuai dengan panas yang dibutuhkan dalam penetasan telur ayam

Tabel 4. Pengujian durasi waktu lampu dari mati sampaimenyala

	pengukuran 1	pengukuran 2	pengukuran 3	pengukuran 4	pengukuran 5
DurasiLampu Mati	3 menit 14 detik	3 menit 5 detik	3 menit 4 detik	3 menit 2 detik	3 menit detik

Dari hasil pengujian pada tabel di atas dapat hasil dari durasi lampu nyala sampai mati dengan suhu yang dibaca sensor DHT 22 antara 36 – 38 . Melihat hasil tersebut durassi waktu nyala lampu berada dikisaran waktu di atas 3 menit, dengan durasi terpanjang 3 menit 14 detik , dan durasi terpendek berada di 3 menit detik pada saat percobaan 4 dan 5 . Dengan begitu dalam pengujian ini menunjukkan waktu yang terbilang singkat walaupun masih mengesampingkan kerapatan incubator.

44 Pengujian alat keadaan beroperasi

Pengujian alat ini dilaksanakan dengan melakukan uji kerja dari sistem yang terpasang. Proses pengujian ini alat box incubator dilakukan dari Program arduino sampai dengan tes nyala Lampu yang bertujuan sebagai pemanas dan pengujian Motor sebagai penggerak rak telur. Dimana dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan hasil berupa data tentang perubahan panas yang dihasilkan oleh lampu terhadap waktu selama proses pengujian berlangsung. Pengujian yang dilakukan untuk melihat kondisi lampu dalam keadaan hidup dan mati dari pengaruh panas lampu yang dihasilkan. beberapa contoh kondisi lampu dalam keadaan hidup dan mati dapat dilihat seperti dibawah ini :



Gambar 13 Pengujian Alat Lampu Keadaan Mati Suhu Mencapai 38°C

Setelah data yang telah didapat akan dimasukkan kedalam tabel dengan bantuan software *Microsoft Excel* dengan tujuan untuk memudahkan cara pembacaan datanya. Adapun tabel nya akan dilampirkan seperti dibawah ini:

Tabel 5. Data Pengujian siap

No.	Waktu (H:M:S)	Suhu(°C)	Kelembaban (%)	Kondisi Lampu
1	0.00.00	36	72	On
2	0.04.26	37	68	On
3	0.13.26	38	64	Off
4	0.15.56	36,5	68	On
5	00.18.40	37	66	On
6	00.27.23	38	63	Off
7	00.30.29	36,5	68	On
8	00.33.21	37	67	On
9	00.42.01	38	64	Off
10	00.45.05	36,5	68	On
11	00.48.21	37	67	On
12	00.57.23	38	64	Off
13	01.01.20	36,5	68	On
14	01.04.30	37	66	On
15	01.12.33	38	64	Off

Maka dari itu, sesuai dengan data yang telah didapat bahwa jika keadaan dalam proses penetasan telur berlangsung dengan baik dan terstruktur penggunaan alat penetas telur yang telah dibuat sudah memenuhi kriteria dalam penetasan telur berdasarkan suhu dan kelembaban yang dihasilkan box incubator.

45 Efisiensi box incubator penetas telur

Pada penelitian ini rancang bangun yang dirancang adalah box incubator penetas telur berbasis mikrokontroller arduino dilengkapi sensor DHT 22, dimana

mikrokontroller arduino ini sebagai sumber program untuk memproses sistem otomatisasi hidup matinya lampu dengan bantuan DHT 22 yang mendeteksi suhu yang ada didalam box incubator penetas telur. Dan pada bagian ini akan dijelaskan efisiensi box penetas telur yang diambil dari faktor akurasi sensor DHT 22.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan maka didapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil pengujian tingkat akurasi sensor dengan membandingkan dengan alat ukur thermohygro digital mendapatkan hasil yang mendekati hasil dari pengukuran menggunakan alat ukur, yang mana selisih atau tingkat kesalahannya hanya 1°C untuk suhu dan 4,3 % untuk kelembaban. Melihat hasil ini sensor DHT 22 sudah layak digunakan dalam sistem incubator penetas telur otomatis ini berdasarkan tingkat akurasi suhu dan kelembaban yang di dapat.
2. Alat incubator penetas telur yang di rancang penyusun ini melihat dari hasil pengujian lama nyala lampu dan mati dalam satu jam pengoperasian mendapat hasil 5 kali periode lampu nyala sampai mati dan mati sampai nyala. Untuk rata-rata kisaran waktu hanya 12 menit dalam satu periode nyala ke mati dan mati ke nyala. Dapat dikatakan alat ini sudah efektif melihat dari kestabilan durasi waktu perpindahan dari nyala ke mati dan mati ke nyala.
3. Tingkat efektifitas alat ini juga sangat didukung dengan gerak motor yang bekerja dengan baik, karena dalam sebuah proses penetasa telur kerataan panas pada telur maka dari itu motor yang bekerja sesuai perintah dalam arduino menjadi alasan keefektifan

alat yang dirancang penyusun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saleh, M. Haryanti, M. 2017. "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Tangga Menggunakan Relay" 8(2) 87.
- [2] Setiawan, I. 2009. "Buku Ajar Sensor dan Transduser". Semarang : Universitas Dipenogoro.
- [3] Githa, D P. Swastiawan W E. 2014. "Sistem Pengaman Parkir dengan Visualisai Jarak Menggunakan Sensor Ping dan LCD" 3(2). Lcd mikrokontroler
- [4] Puspasari, F. Satya, T. Oktiawati, H. Fahrurrozi, I. Prisyanti, H. 2020. "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT 22 Berbasis Arduino Terhadap Thermohygro meter Standar" 8(1). Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- [5] Wahyudi, R. 2017. "Pembuatan mesin penetas telur otomatis". . Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang. Padang.
- [6] Wakhid, A. 2017. "Membuat Sendiri Mesin Tetas Praktis". Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- [7] Rahim, R. Rumagit, A. Lumenta, A. 2015. "Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535". Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- [8] Syaikul, A. 2016 "Perancangan Mesin Penetas Telur berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16". Bali : Universitas Undayana.
- [9] Nurpandi, F. Sanjaya, A. 2017 "Incubator Penetas Telur Ayam Berbasis Arduino". 9(2) 66-77. Cianjur : Universitas Suryana Kencana.
- [10] Ridho, S. 2019. "Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler". Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Gunardi, Y. 2012. "Perencanaan dan Pembuatan Penetas Telur Berbasis Arduino Dumilanove". Jakarta : Universitas Mercubuana

ANALISIS PENDETEKSIAN DINI ARUS BOCOR KABEL POWER 20 KV PADA TRANSFORMATOR 1 150/20 KV DI GIS GANDARIA

Bayu Kusumo, Arif Rahman Hakim

Program Studi Teknik Elektro FTI Universitas Jayabaya

Jl. Raya Bogor Km 28,8, Cimanggis, Jakarta Timur

email : bayu.kusumo7b@gmail.com; ariph.guava@gmail.com

ABSTRAK

Pada Sabtu, 26 Januari 2019 terjadi gangguan pada transformator 1 60 MVA di GIS Gandaria. Sistem proteksi yang bekerja yaitu rele differential fasa S dan REF 20 kV. Dampak dari gangguan mengakibatkan padamnya beban sebesar 1310 A, 44 MW dan 12 MVA. Penyebab gangguan yaitu *breakdown* pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6. Hal ini menyebabkan terjadinya hubung singkat ke tanah sehingga rele proteksi differential dan REF 20 kV bekerja. Setelah diperbaiki dan dipasang fasilitas pengukuran arus bocor di sisi sekunder transformator, kabel tegangan fasa S nomor 6 tersebut dipantau arus bocornya selama dua minggu semenjak gangguan. Fasilitas pengukuran arus bocor ini dipakai untuk mengetahui besarnya arus bocor kabel agar dapat mengantisipasi terjadinya gangguan transformator akibat *break down* kabel tegangan 20 kV. Berdasarkan hasil monitor arus bocor pada kabel tegangan 20 kV transformator 1 fasa S nomor 6 menunjukkan *trending* arus bocor pada kabel tersebut cenderung konstan, tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan sehingga kabel tersebut masih layak beroperasi.

Kata kunci : arus bocor, *break down*

On Saturday, January 26th, 2019 there was a disruption to the 60 MVA transformer in GIS Gandaria. Protection system that works is S phase relay differential and REF 20 kV. The impact of the disruption resulted in the outages of 1310 A, 44 MW and 12 MVA. The cause of the disturbance is a breakdown of the 20 kV S number 6 phase voltage cable. This causes a short circuit to the ground so that differential protection relay and 20 kV REF work. After repairing and installing the leakage current measurement facility on the secondary side of the transformer, the S number 6 phase voltage cable was monitored for two weeks of leakage since the disturbance. The measurement facility for this leaky current is used to determine the amount of leakage current of the cable in order to anticipate the occurrence of a transformer interference due to a 20 kV voltage cable break down. Based on the results of the monitor leakage current on the cable voltage 20 kV 1 phase transformer number 6 shows that the trending leakage current on the cable tends to be constant, does not show a significant increase so the cable is still feasible to operate.

Key words : leakage current, *break down*

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya PT PLN menyalurkan energi listrik menggunakan transformator daya *step down* dari sistem tegangan 150 kV

ke sistem tegangan menengah 20 kV menggunakan saluran kabel tegangan menengah karena untuk penyaluran daya sistem tegangan menengah 20 kV dengan

media udara kadang kala sulit untuk diterapkan karena mengurangi faktor estetika ruang. Maka faktor yang perlu diperhatikan dalam menggunakan kabel tanah yaitu karakteristik isolasinya, karena salah satu kendala dari penggunaan kabel tanah adalah kegagalan isolasi dalam menjalankan fungsinya sebagai media isolasi tegangan menengah, yang disebabkan pada saat proses instalasi atau pemasangan kabel tegangan 20 kV yang tidak sesuai standard dan tidak diawasi oleh orang yang berkompeten di bidangnya sehingga dapat menimbulkan rongga dalam isolasi tersebut dalam jangka tertentu. Jika kecepatan pembangkitan panas di suatu titik dalam bahanisolasi kabel melebihi laju pembuangan panas keluar, maka akan terjadi keadaan tidak stabil pada bahan isolasi kabel yang disebut dengan kegagalan *thermal*. Jika hal ini berlangsung lama akan mengurangi keandalan dari kabel yang akan menyebabkan terjadinya kegagalan isolasi dan mengurangi umur kabel.

Kegagalan isolasi kabel tegangan 20 kV nomor 6 fasa S terjadi pada transformator 1 150 kV / 20 kV di GIS Gandaria, yang menyebabkan terjadinya gangguan dan padamnya aliran listrik. Sebelum terjadinya gangguan belum dilakukan monitoring arus bocor kabel tegangan 20 kV sehingga tidak terdeteksi secara dini bahwa adanya peningkatan arus bocor kabel tegangan 20 kV yang mengakibatkan gangguan tersebut. Dengan memonitor besar arus bocor yang mengalir pada kabel tegangan 20 kV transformator 1 fasa S nomor 6 dapat dilihat untuk kenaikan atau *trending* arus bocor tersebut cenderung naik atau konstan. Jika arus bocor cenderung naik maka perlu dilakukan perbaikan dan jika arus bocor konstan maka tetap perlu dilakukan monitoring arus bocor.

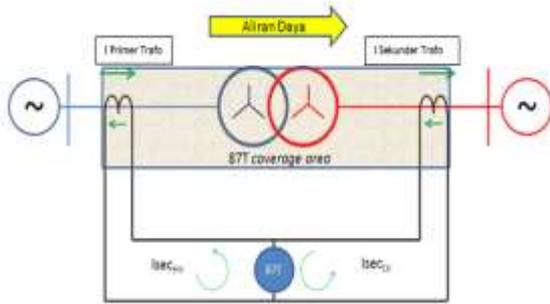
II. LANDASAN TEORI

2.1 Proteksi Pada Transformator

Transformator sebagai peralatan utama pada gardu induk yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik ke sistem kelistrikan distribusi harus diproteksi dengan baik. Rele proteksi dikelompokkan menjadi dua tipe yaitu rele mekanik dan rele elektrik. Rele transformator juga dikelompokkan berdasarkan jenis pengamanannya yaitu rele proteksi utama dan rele proteksi cadangan. Secara fungsi rele proteksi mekanik dan elektrik sama yaitu untuk mengamankan transformator dari arus hubung singkat dengan cara memberi perintah trip ke pemutus tenaga. Rele elektrik bekerja tanpa tunda waktu (*instan*) saat terjadi gangguan internal transformator maupun gangguan eksternal transformator yang mengakibatkan anomali di internal transformator tersebut. Berikut penjelasan rele elektrik transformator.

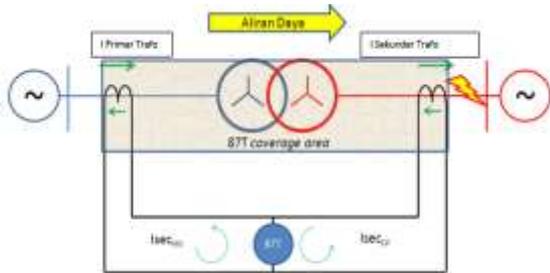
1. Rele *Differensial*

Rele *differensial* adalah rele yang bekerja apabila mendeteksi adanya perbedaan fasor dan atau perbedaan nilai sesaat arus masuk dan arus keluar. Prinsip kerja rele ini adalah perbandingan arus belitan primer, sekunder dan atau tersier (jika tersier dibebani). Prinsip kerja rele ini adalah berdasarkan hukum Kirchoff I (*Kirchoff Current Law I*) yaitu jumlah arus yang masuk sama dengan jumlah arus yang keluar pada titik percabangan sirkuit listrik. Pada gambar 2.2, 2.3, dan 2.4 menjelaskan cara kerja rele *differensial* saat kondisi normal dan gangguan.



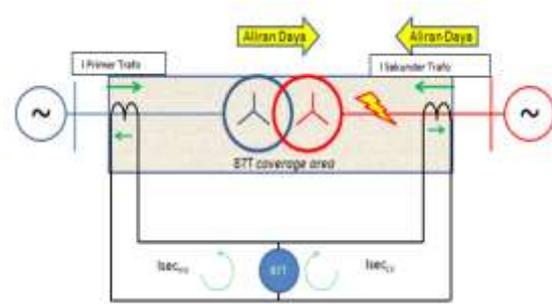
Gambar 2.1. Skema kondisi transformator normal

Pada gambar 2.1. adalah cara kerja pembacaan arus pada rele differensial saat transformator dalam keadaan operasi normal. Arus dari sisi primer dan dari sisi sekunder akan saling meniadakan pada titik 87 T. Pada kondisi ini rele *differensial* tidak merasakan adanya perbedaan pada arus masuk dan arus keluar, sehingga rele *differensial* tidak bekerja.



Gambar 2.2. Skema kondisi gangguan eksternal transformator

Pada gambar 2.2. adalah cara kerja pembacaan arus pada rele differensial saat transformator dalam keadaan gangguan diluar zona pengamanan rele ini. Arus dari sisi primer dan dari sisi sekunder akan saling meniadakan pada titik 87 T meskipun dalam kondisi magnitude arus gangguan yang besar. Pada kondisi ini rele *differensial* tidak merasakan adanya perbedaan pada arus masuk dan arus keluar sehingga rele *differensial* tidak bekerja.



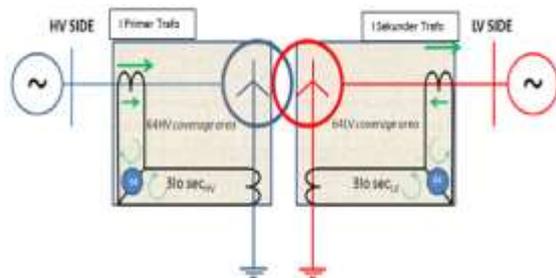
Gambar 2.3. Skema kondisi gangguan internal transformator

Pada gambar 2.3. adalah cara kerja pembacaan arus pada rele differensial saat transformator dalam keadaan gangguan di dalam zona pengamanan rele ini. Arus dari sisi primer dan dari sisi sekunder saling menjumlahkan pada titik 87 T. Sehingga pada kondisi ini rele *differensial* merasakan adanya perbedaan pada arus masuk dan arus keluar (arus masuk tidak sama dengan arus keluar). Sehingga rele *differensial* bekerja untuk memberi perintah PMT untuk trip karena terjadi gangguan di dalam zona pengamanannya. Jadi secara umum cara kerja rele *differensial* adalah apabila gangguan berada di luar daerah proteksinya maka penjumlahan arus adalah nol pada titik percabangan (*restraint point*). Akan tetapi pada saat terjadi gangguan di dalam daerah proteksinya maka arus yang masuk tidak lagi sama dengan arus keluar sehingga akan timbul arus differensial pada titik percabangannya (*restraint point*). Apabila perbedaan arus *differensial* ini sudah mencapai titik seting (*pickup*) maka rele ini akan bekerja (*operate*). Pada kondisi transformator dan sistem proteksi normal rele *differensial* harus stabil atau tidak melakukan mala kerja apabila terjadi kondisi seperti berikut :

- *Inrush current*,
- *External Through Fault Current*,
- *Overfluxing pada transformator*,
- Perubahan tap saat berbeban.

**2. Rele gangguan ke tanah terbatas
(Restricted Earth Fault)**

Rele REF berfungsi untuk mengamankan transformator dari gangguan fasa ke tanah di dekat titik netral transformator. Rele ini dipasang di transformator dengan desain vector group YNyn yang ditanahkan. Daerah pengamanan REF ini adalah daerah yang tidak terdeteksi oleh rele *differensial*. Sehingga sensitifitas dari rele ini menjadi titik utama dari penyetingannya. Besar arus gangguan fasa ke tanah tergantung dari besar nilai tahanan yang dipasang pada pentanahan titik netral.



Gambar 2.4. Skema rele REF

Gambar 2.4. menjelaskan cara kerja pembacaan arus saat transformator beroperasi normal. Perinsip kerja rele REF sama dengan rele differensial, dengan menggunakan hukum Kirchoff I (*Kirchhoff Current Law I*) yaitu jumlah arus yang masuk sama dengan jumlah arus yang keluar pada titik percabangan sirkuit listrik atau pada restrain point. Pada 1 transformator tenaga dengan 2 buah belitan terdapat 2 rele REF masing-masing mengamankan sisi primer dan sisi sekunder transformator. Cara kerja pembacaan arus pada rele REF apabila terjadi gangguan tanah di luar daerah pengamannya rele REF tidak akan bekerja karena arus yang melewati busbar pemutus tenaga sama. Sebaliknya jika gangguan tanah terjadi di dalam daerah pengamannya karena arus yang melewati busbar pemutus tenaga tidak sama maka rele REF akan bekerja.

2.2 Konstruksi kabel tanah

Konstruksi kabel tanah pada dasarnya terdiri dari tiga komponen penting yaitu konduktor, isolasi, dan pengaman.

a. Konduktor.

Konduktor berfungsi untuk mengalirkan listrik baik dari tegangan rendah, tegangan menengah maupun tegangan tinggi.

Sifat daya hantar listrik material dinyatakan dengan konduktivitas, Yaitu kebalikan dari resistivitas, atau tahanan jenis penghantar yang dirumuskan pada persamaan 2.1 berikut :

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L}$$

Keterangan :

- A : Luas penampang (m²)
- L : Panjang penghantar (m)
- Ω : Tahanan jenis penghantar (ohm.m)
- R : Tahanan penghantar (ohm)
- ρ : Konduktivitas

Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan kabel tanah tegangan 20 kV dengan inti satu berbahan aluminium. Bahan logam aluminium mempunyai konduktivitas listrik sebesar 3,8 x 10⁷ (ohm.m)⁻¹, konduktivitas thermal (k) sebesar 200 J / m.s °C dan hambatan jenis sebesar 2,65 x 10⁻⁸ Ωm.

b. Isolasi

Berfungsi membatasi / mencegah kontak langsung antara konduktor yang bertegangan dengan objek di sekelilingnya.

c. Pengaman

Berfungsi mencegah agar isolasi tidak terpengaruh dari luar misalnya masuknya air ke isolasi kabel yang menyebabkan kelembapan, atau tekanan yang dapat merusak isolasi kabel tersebut.



Gambar 2.5. Kabel tanah berinti tunggal Gambar 2.5. yaitu kabel tanah jenis NA2XSY 1x150 cm/25 12/20 (24) kV menyatakan suatu kabel berinti tunggal, untuk tegangan nominal 12/20 kV, berisolasi XLPE, berpenghantar aluminium dengan luas penampang 150 mm², lapisan tembaga pada bagian luar susunan inti dengan luas penampang 25 mm², dengan selubung PVC. Kabel ini digunakan dalam penelitian ini yang sudah terpasang pada transformator 1 150/20 kV di GIS Gandaria.

2.3 Proses Terjadinya Arus Bocor

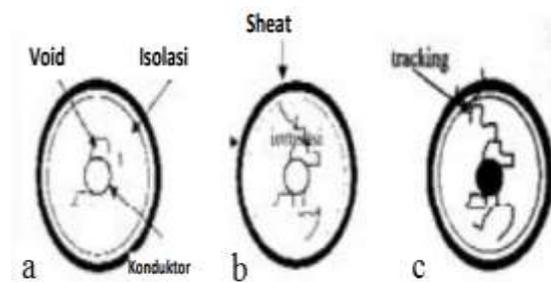
Terjadinya arus bocor disebabkan beberapa faktor yaitu timbulnya rongga pada kabel, kegagalan isolasi, dan kegagalan termal.

a. Timbulnya Rongga Pada Kabel

Di dalam kabel sering kali terdapat rongga-rongga yang berisi gas atau udara. Rongga gas atau udara ini terbentuk pada waktu pembuatan kabel atau pada waktu instalasi kabel. Kabel terdiri dari beberapa macam lapisan yang terbuat dari bahan yang berbeda dan mempunyai koefisien muai yang berbeda pula. Jika terjadi pemanasan dan pendinginan, baik pada saat pembuatan atau pada saat pembebanan dengan arus, maka pemuaian dan penyusutan dari masing-masing bahan akan berbeda sehingga

menimbulkan rongga-rongga berisi gas atau udara diantara lapisan-lapisan tersebut. Rongga-rongga udara ini mempunyai kekuatan dielektrik yang lebih kecil dari bahan-bahan isolasinya yang padat. Rongga-rongga pada pada bahan isolasi dapat juga timbul pada saat pembuatan kabel.

Rongga udara yang merupakan lubang dengan udara bertekanan rendah dan mempunyai kekuatan dielektrik isolasi merupakan titik lemah isolasi karena permitivitas yang lebih rendah, maka akan terjadi peningkatan medan listrik di dalam rongga udara melebihi kekuatan tembus udara. Proses terjadinya kerusakan pada kabel ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Proses terjadinya kerusakan pada kabel

b. Kegagalan Isolasi

Kegagalan isolasi yaitu suatu keadaan disaat isolasi tidak dapat menahan suatu keadaan di luar batas kemampuan isolasi tersebut. Mekanisme kegagalan isolasi ini disebabkan oleh beberapa hal, seperti : jenis bahan elektroda, konfigurasi medan listrik, suhu, tekanan, besar tegangan, dan umur bahan dari bahan isolasi yang digunakan.

c. Kegagalan thermal

Kegagalan thermal yaitu kegagalan yang terjadi jika kecepatan pembangkitan panas di suatu titik dalam bahan melebihi laju kecepatan pembuangan panas keluar. Akibatnya terjadi kegagalan tidak stabil

sehingga pada suatu saat bahan mengalami kegagalan. Mekanisme kegagalan thermal mengikuti hukum konversi energi, yaitu panas yang dibangkitkan sama dengan panas yang disalurkan keluar melalui elektroda medium sekelilingnya di tambah dengan panas yang digunakan untuk menaikkan suhu bahan.

Menurut Whitehead, tegangan gagal thermal minimum V_m adalah :

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{8k}{\sigma} \right| dt \quad (2.2)$$

Keterangan :

V_m : Tegangan gagal thermal minimum (V)

T_o : Suhu pada permukaan bahan (atau dalam hal ini sama dengan suhu keliling) ($^{\circ}C$)

T_m : Suhu kritis dimana bahan gagal ($^{\circ}C$)

σ : Konduktivitas listrik (ohm meter)⁻¹

k : Konduktivitas thermal (J / m.s $^{\circ}C$)

2.4 Arus Bocor Pada Kabel Tegangan

Arus bocor yaitu arus yang mengalir menembus atau melalui permukaan isolasi. Isolasi berfungsi untuk memisahkan secara elektrik dua buah penghantar atau lebih yang saling berdekatan, sehingga tidak terjadi kebocoran arus. Arus bocor juga disebabkan oleh rongga-rongga pada bahan isolasi, yang disebabkan kesalahan saat pembuatan bahan isolasi tersebut atau saat proses instalasi. Tahanan isolasi mempengaruhi besarnya arus bocor, tahanan isolasi akan semakin besar jika penghantar semakin panjang yang dirumuskan dalam persamaan 2.2 berikut.

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2.3)$$

Keterangan :

I_b : Arus bocor (A)

V_m : Tegangan gagal thermal minimum (V)

R : Resistansi panas (Ω)

2.5 Kebocoran Isolasi

Arus listrik secara normal akan melewati konduktor kabel, sedangkan arus bocor yang tidak diinginkan akan mengalir secara radial dari konduktor melalui dielektrik ke lapisan pelindung.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Proses Pengukuran Arus Bocor

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara memonitor arus bocor yang melalui isolasi kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 di transformator 1. Beberapa alat yang digunakan antara lain multimeter, tang ampere, dan alat termovisi. Pengukuran arus bocor dilakukan secara mengukur langsung pada kabel tegangan dan didapatkan dari hasil perhitungan berdasarkan metode kegagalan thermal.



Gambar 3.1 Multimeter



Gambar 3.2 Tang ampere



Gambar 3.3 Alat termovisi

- Pengukuran secara langsung arus bocor dalam kondisi transformator berbeban memalui fasilitas pengukuran arus bocor. Besar arus bocor dapat dilihat langsung pada tang ampere.



Gambar 3.4 Monitoring arus Bocor pada kondisi beroperasi

IV. ANALISIS DAN PERHITUNGAN ARUS BOCOR

4.1. Perhitungan Arus Bocor Akibat Gagal Thermal

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 transformator 1 yaitu panjang 210 meter dengan luas penampang 1x630 mm². Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium 2,65x10⁻⁸ Ωm ,maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus 2.1 sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \cdot 210}{6,3 \times 10^{-4}}$$

$$R = 0,008833 \Omega$$

Maka didapatkan untuk tahanan penghantar kabel tanah tersebut sebesar R = 0,008833 Ω

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (Vm). Jika diambil contoh saat suhu kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 40°C, suhu kritis kabel 120°C, konduktivitas thermal sebesar 200 J/ms°C, dan konduktivitas listrik sebesar 3,8x10⁷ (Ωm)⁻¹dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2.2 sebagai berikut.

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8 k)}{\sigma} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{40} \left| \frac{(8 \cdot 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{40} |0,0000421| dt$$

$$V_m =$$

$$| (0,0000421 \cdot 40) - (0,0000421 \cdot 120) |$$

$$V_m = 0.00336 V$$

Maka didapatkan untuk tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 40°C sebesar $V_m = 0.00336 V$. Setelah mendapatkan nilai tegangan gagal thermal kabel tanah, maka untuk arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3 sebagai berikut.

$$I_b = \frac{V_m}{R}$$

$$I_b = \frac{0.0033}{0.008833}$$

$$I_b = 0,3736 A$$

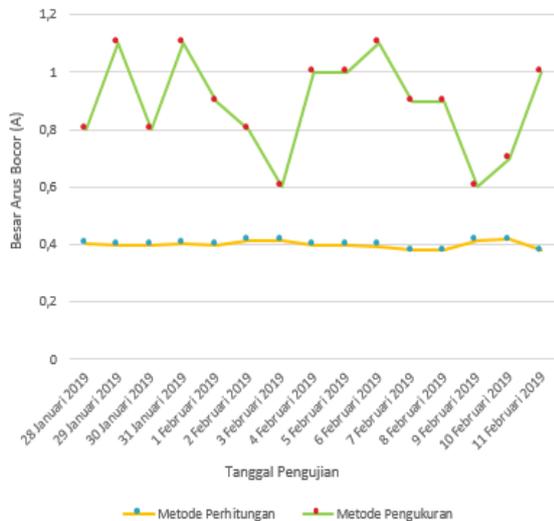
Maka diperoleh besar arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 transformator 1 pada suhu 40 °C sebesar 0,3736 A. Untuk pemantauan arus bocor selanjutnya dilakukan pada saat jam beban puncak yaitu pukul 10.00, 14.00, dan 19.00 WIB. Diambil beban tertinggi per harinya dan dilakukan selama dua minggu, setelah dipasang fasilitas pengukuran arus bocor kabel dimulai tanggal 28 Januari hingga tanggal 11 Februari 2019. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 transformator 1 dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1. Perbandingan antara perhitungan dengan pengukuran arus bocor pada kabel tanah

Tanggal	jam	Suhu kabel (°C)	Beban tertinggi transformator 1 (A)	Tegangan GagalThermal V_m (Volt)	Arus Bocor Perhitungan I_b (A)	Arus Bocor Pengukuran Alat (A)	Presentase Error (%)
28/01/2019	14.00	35	1435	0,00357	0,404	0,8	49,5
29/01/2019	14.00	36	1430	0,00353	0,399	1,1	63,72
30/01/2019	14.00	36	1500	0,00353	0,399	0,8	50,12
31/01/2019	19.00	35	1465	0,00357	0,404	1,1	63,27
01/02/2019	10.00	36	1590	0,00353	0,399	0,9	55,67
02/02/2019	10.00	33	1310	0,00366	0,414	0,8	48,25
03/02/2019	14.00	33	1300	0,00366	0,414	0,6	31
04/02/2019	19.00	36	1570	0,00353	0,399	1,0	60,1
05/02/2019	10.00	36	1600	0,00353	0,399	1,0	60,1
06/02/2019	10.00	37	1610	0,00349	0,395	1,1	64,09
07/02/2019	14.00	40	1585	0,00336	0,380	0,9	57,78
08/02/2019	19.00	40	1580	0,00336	0,380	0,9	57,78
09/02/2019	14.00	33	1310	0,00366	0,414	0,6	31
10/02/2019	14.00	32	1350	0,00370	0,418	0,7	40,28
11/02/2019	19.00	40	1485	0,00336	0,380	1,0	62

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat untuk hasil perhitungan manual dengan pengukuran alat mempunyai hasil yang berbeda. Untuk hasil perhitungan manual lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan alat secara langsung. Adanya selisih antara perhitungan dengan pengukuran karena metode perhitungan hanya menghitung besarnya arus bocor yang terdapat pada kabel tanah, sedangkan hasil dari pengukuran besarnya arus didapat dari bocor yang terpantau pada kabel tegangan 20 kV dan transformator di sisi sekunder sehingga hasilnya lebih besar.

Adapun untuk grafik hasil *trending* pengukuran secara langsung dan hasil perhitungan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV nomor 6 transformator 1 di GIS Gandaria selama dua pekan sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik *trending* pengukuran secara langsung dan hasil perhitungan arus bocor kabel tegangan 20 kV nomor 6 fasa S transformator 1 GIS Gandaria

V. KESIMPULAN

Dapat diambil kesimpulan dari analisis dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 transformator 1 sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 transformator 1, terlihat pada tabel 4.1 *trending* arus bocor setelah perbaikan cenderung konstan atau tetap. Maka dari itu kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 6 transformator 1 tidak perlu diganti.
2. Dengan terpasangnya fasilitas pengukuran arus bocor pada kabel tegangan 20 kV di sisi sekunder transformator dapat mendeteksi kemungkinan terjadinya *break down* kabel di kemudian hari, sehingga

dapat mengantisipasi terjadinya gangguan transformator akibat *break down* kabel tegangan 20 kV.

3. Berdasarkan beberapa faktor penyebab timbulnya rongga pada kabel tegangan 20 kV adalah proses pemasangan atau instalasi yang salah dan tidak diawasi oleh orang yang ahli di bidangnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hasan Basri, Ir., “*Proteksi Sistem Tenaga Listrik*”, ISTN, 2003, Jakarta.
2. Arismunandar, DR, “*Teknik Tenaga Listrik jilid III*” Pradnia Paramita, Jakarta, 1997.
3. Erhaneli dan Musnadi, “ *Pengaruh Arus Bocor Terhadap Perubahan Temperatur Pada Kabel bawah Tanah 20 kV* ” , jurnal Fakultas Teknik Elektro ITP, 2012, Padang.
4. Suprame Cable Manufacturing Corp.,P.T.(PT. SUCACO), “*Power Cable Catalogue*”.
5. Suprame Cable Manufacturing Corp.,PT. NEXANS, “*High Voltage Underground Cables*.”
6. Hadi Sadat, “*Power System Analys*”, Milwaukee School Of Engineering, 1999.
7. PLN. 2014 ”*Buku Petunjuk Pengenalan Kabel Tanah 20 kV*”, Jakarta.
8. Karyono, “*Sistem Ptoteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali*”, Jakarta, 2013.
9. PLN P3B JB. 2014 ”*Buku Petunjuk Batasan O & M Peralatan Sekunder Penyaluran Tenaga Listrik (Proteksi Transformator)*” Jakarta.

10. PLN. 2014 *"Buku Petunjuk Pemeliharaan Kabel tanah TM"*, Jakarta.
11. Setiadi Rachmat, *"Analisis Pengaruh Medan Listrik Lokal Terhadap Kecepatan Pertumbuhan Pemohonan Listrik pada Kabel XLPE"*, jurnal Fakultas Teknik Elektro UI, 2008, Jakarta.
12. Zikra Rufina, I Wayan Ratnata, dan Hasbullah. *"Tegangan Tembus Kabel Instalasi Listrik"*. Jurnal Fakultas Teknik Elektro FTPK UPI, Bandung. 2014.
13. Sofyan dan Septian Angga. *"Pendeteksian Dini Terhadap Arus Bocor Kabel Tanah Tegangan Menengah pada Transformator 150/20 kV"*. Jurnal Fakultas Elektro ISTN, Jakarta. 2018.
14. Ahmad Khiruddin Lubis. *"Pengujian Tegangan Gagal dan Arus Bocor Kabel Tegangan Rendah"*. Jurnal Fakultas Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Pontianak. 2014.

Puhrani Burhan, Sunu Hasta W, Setya Graha, dan M. Ali Watoni. *"Efektivitas Penggunaan Residual Current Circuit Breaker Sebagai Pengaman Manusia Terhadap Arus Bocor Akibat Kegagalan Isolasi"*. Jurnal Fakultas Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin. 2018.

ANALISA SISA UMUR PEMAKAIAN TRANSFORMATOR TIPE RECTIFIER KAPASITAS 20 KV BERDASARKAN PERHITUNGAN PEMBEBANAN DI CHEMICAL PLANT – KARAWANG

Tri Ongko Priyono, Valentina

Abstrak - Era sekarang kebutuhan bahan kimia sangat meningkat terlebih lagi ditinjau dengan adanya pandemi *Covid-19* yang kian pesat. Banyak dalam dunia industri terkhusus industri bahan kimia yang berusaha memasok serta meningkatkan pertumbuhan produksinya jauh melebihi target dari tahun-tahun sebelumnya. Dalam hal inilah kehandalan dan kestabilan sistem tenaga listrik sangat penting untuk diperhatikan agar dapat memberi kenyamanan saat proses produksi berlangsung. Salah satu peralatan listrik yang sangat berpengaruh terhadap berjalannya proses produksi adalah transformator. Berdasarkan Publikasi IEC 60076-7 2005 menetapkan bahwa umur transformator adalah 20.55 tahun atau 180000 jam namun kenyataannya banyak faktor yang mempengaruhi umur transformator sehingga umur transformator tidak sesuai dengan standar yang ada. Jika kondisi seperti ini terus menerus berlangsung suatu waktu komponen-komponen pada transformator akan sampai pada masa batas ketahanan dan nilai keamanan yang diizinkan. Berdasarkan permasalahan di atas maka data pembebanan dan proses perhitungan dengan *mountsinger* dapat dilakukan untuk menganalisa perkiraan umur transformator tipe rectifier dan mengetahui berapa besar pembebanan yang diberikan. Dari data perhitungan dan pembahasan telah didapatkan bahwa perkiraan transformator tipe rectifier yang beroperasi mulai tahun 2008 bisa mencapai 9 tahun dengan susut umur sebesar 77.4% dan mendapatkan harapan untuk tetap beroperasi selama 2 tahun.

Kata kunci: *Transformator*, *IEC 60076-7*, *Mountsinger*, *Rectifier*, *Pembebanan*

Abstract – *The current era of the need for chemicals is ever greater in the pandemic covid-19. Many in the industrial world in particular are the chemical industries that seek to supply and increase production growth far beyond previous years. In this respect, reliability and the stability of electrical systems are vital to attention in order to provide stability to the production process. One of the electrical appliances that has a deep effect on the production process is transformers. Based on IEC 60076-7-2005, transformers age is 20.55 years old or 180000 hours but in fact many factors are affecting transformers life not standard. If this condition continues the components on transformers will get worse. Based on the above problems the burden data and computation with mountsinger can be done to analyze life transformers rectifier and determine how much of the burden is being given. From rating and discussions have been obtained that transformers type rectifier have operated since 2008 can reach 9 years of age at 77.4% and have hope of staying operational 2 years.*

Keyword: *Transformator*, *IEC 60076-7*, *Mountsinger*, *Rectifier*, *Burden*

1. PENDAHULUAN

Era sekarang kebutuhan bahan kimia sangat meningkat terlebih lagi dengan ditinjau dengan adanya pandemi *Covid-19* yang kian

pesat. Banyak dalam dunia industri terkhusus industri bahan kimia yang berusaha memasok serta meningkatkan

pertumbuhan produksinya jauh melebihi target dari tahun-tahun sebelumnya. Hal ini ditinjau dengan adanya berbagai berita yang mengatakan bahwa pemasokan listrik yang digunakan untuk kalangan industri terus menerus naik. Dalam hal inilah kehandalan dan kestabilan sistem tenaga listrik sangat penting untuk diperhatikan agar dapat memberi kenyamanan saat proses produksi berlangsung. Hal ini didukung dengan pernyataan yang menyatakan bahwa “Salah satu upaya yang dapat dilakukan demi menjaga kehandalan dan kestabilan sistem tenaga listrik adalah dengan memperhatikan kondisi terhadap peralatan-peralatan tenaga listrik yang digunakan”. Salah satu peralatan listrik yang sangat berpengaruh terhadap berjalannya proses produksi adalah transformator. Dimana dalam dunia industri bahan kimia banyak sekali mengandalkan transformator tipe rectifier sebagai transformator utama dalam proses penguraian elektrolizer oleh arus listrik. Menurut IEEE dalam buku (Harlow, 2011) mendefinisikan transformator sebagai perangkat statis yang digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk mentransfer daya antar sirkuit melalui penggunaan elektromagnetik. Berdasarkan Publikasi IEC 60076-7, 2005 menetapkan bahwa umur transformator adalah 20.55 tahun atau 180000 jam [3] namun pada kenyataannya banyak faktor yang mempengaruhi umur transformator sehingga umur transformator tidak sesuai dengan standar yang ada. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kondisi suatu transformator salah satu penyebab kerusakannya adalah adanya beban yang berlebih secara terus menerus atau kontinu pada transformator sehingga menyebabkan meningkatnya suhu pada lilitan transformator serta berkurangnya tahanan isolasi pada transformator atas dasar hal inilah penyusutan umur yang terjadi pada transformator akan semakin cepat [4]. Jika kondisi seperti ini terus menerus berlangsung dan tidak diperkirakan atau diatasi, suatu waktu komponen-komponen pada transformator akan sampai pada masa

batas ketahanan dan nilai keamanan yang diizinkan. Pada akhirnya akan terjadi gangguan yang tidak diinginkan secara tiba-tiba seperti trafo akan terbakar atau meledak. Mengingat kerja keras dari suatu transformator terkhusus transformator tipe rectifier bagi dunia industri bahan kimia, maka diusahakan agar peralatan ini berusia panjang dan dapat lebih lama dipergunakan maka transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem pembebanan serta peralatan yang benar, baik dan tepat.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Transformator

Transformator merupakan alat statis yang digunakan untuk menyalurkan tegangan dari suatu rangkaian lain tanpa adanya perubahan frekuensi transformator [5]. Transformator juga memiliki kemampuan untuk mengubah tegangan menjadi lebih rendah atau menjadi lebih tinggi, kemampuan ini diperoleh dikarenakan transformator memiliki dua macam belitan yaitu belitan primer dan belitan sekunder [4]. Belitan primer merupakan belitan yang menerima daya aktif dari sumber rangkaian listrik sedangkan belitan sekunder adalah belitan yang menyalurkan daya aktif ke rangkaian beban [6].

2.2 Perhitungan Susut Umur Transformator

Susut umur yang disebabkan oleh operasi harian atau bulanan pada suhu panas setempat 98 °C dapat dinyatakan dalam satuan bulanan, harian atau jam. Jika beban dan suhu sekitar konstan selama satu periode maka susut umur relatif sesuai dengan persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$\text{Susut umur 24 jam} = (t_1 \times X_1) + (t_2 \times X_2) + \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

t = Perbedaan waktu tiap jam (jam)

x = Nilai relatif beban (p.u)

2.3 Perhitungan Presentase Beban (%)

Presentase pembebanan sangat penting untuk diketahui, dimana melalui presentase pembebanan ini dapat menjadi tolak ukur seberapa besar pembebanan yang dilakukan oleh transformator. Dalam mencari presentase pembebanan sebuah transformator dapat menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$\text{Besarnya presentase beban (\%)} = \frac{\text{Beban trafo (KVA)}}{\text{Kapasitas trafo (KVA)}} \times 100\%$$

2.4 Menentukan Faktor Pembebanan

Menurut IEC 354, transformator di Indonesia dirancang untuk bekerja pada temperatur sekitar tidak melebihi 40°C dan pada temperatur rata-rata harian 30°C serta temperatur rata-rata tahunan 30°C. *International electrotechnical commission* (IEC) menetapkan umur transformator 20 tahun atau setara 7300 hari apabila di bebani 100% dari nilai rating daya transformator pada temperatur sekitar 30°C, sehingga susut umur normal adalah 0,0137% per hari [13]. Susut umur karena temperatur titik panas

oleh peneliti-peneliti sebelumnya yang memberikan hasil yang berlainan. Ini disebabkan karena penelitian sebelum nya memiliki ukuran nilai akhir umur harap yang berbeda-beda.

2.5 Perhitungan Temperatur Belitan (θ_c)

Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, bahwa suhu terhadap belitan sangat berpengaruh besar terhadap penyusutan umur transformator semakin besar suhu yang didapatkan maka isolasi pada transformator akan semakin berkurang, dikarenakan hal itulah temperatur pada belitan wajib diperhatikan. Sangat penting untuk mengetahui suhu setiap belitan pada tiap pembebanan. Persamaan 2.4 dapat memecahkan permasalahan untuk mencari suhu belitan para trafo.

$$\theta_c = \% \text{ pembebanan} \times \text{temperatur belitan tertinggi (100\%)}$$

2.6 Perhitungan Laju Penuaan Relatif

Ambient Temperature(°C)		-25	-20	-10	0	10	20	30	40	
K24	Distribution	ONAN	1,37	1,33	1,25	1,17	1,09	1,00	0,91	0,81
	Power Transformer	ON	1,33	1,30	1,22	1,15	1,08	1,00	0,92	0,82
		OF	1,31	1,28	1,21	1,14	1,08	1,00	0,92	0,83
		OD	1,24	1,22	1,17	1,11	1,06	1,00	0,94	0,87

dapat dilihat pada Tabel 2.3 Standar ini bisa dijadikan acuan dalam memperkirakan usia pemakaian transformator untuk mencari besarnya suhu belitan selama pembebanan 100% atau dapat digunakan persamaan 2.3 sebagai berikut untuk mencari faktor pembebanan.

$$K = \frac{Pr}{Pp} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

Pr : Beban puncak (KVA)

Pp : Beban rata-rata (KVA)

Memang belum ada ketetapan yang diperoleh untuk umur perkiraan yang lebih baik dari yang lainnya. Namun perhitungan ini didasarkan pada jurnal-jurnal terkait dari studi kasus yang sama yang telah dilakukan

Nilai relatif dapat menggunakan rumus *montsinger* dimana rumus ini digunakan untuk memperoleh kecepatan relatif pada titik panas di atas suhu normal (98°C) pada beban normal serta dengan acuan suhu lingkungan dan suhu kumparan [12]. Untuk desain transformator berdasarkan standar IEC 76 dan IEC 354, nilai relatif dari umur pemakaian tergantung pada suhu titik panas. Hubungan suhu ini terhadap operasi dalam suhu sekitar 30°C pada nilai daya nominal transformator memberikan kenaikan suhu

titik panas sebesar 68°C. Berikut merupakan Tabel 2.4 hubungan antara laju penuaan relatif dengan perkiraan umur transformator.

Pada transformator, kecepatan proses penuaan relatif itu secara pendekatan dapat dinyatakan dengan pernyataan 2.5 sebagai berikut:

$$X = 2^{(\theta_c - 98)/6} \dots\dots\dots (2.5)$$

θ (°C)	ζ (p.u)	Perkiraan Umur (Tahun)
80	0.125	>20
86	0.25	>20
92	0.5	>20
98	1	20
104	2	10
110	4	5
116	8	2.5
122	16	1.25
128	32	0.625
134	64	0.5125
140	128	0.15625

Keterangan:

θ_c = Temperatur belitan bagian terpanas (°C)

98°C = Temperatur sebagai dasar disain umur yang wajar (20-30 tahun)

X = Nilai relatif beban (p.u = per unit)

2.7 Umur Transformator

Pemakaian transformator sepanjang waktu mengakibatkan naiknya beban transformator. Untuk itu sangat penting dilakukan evaluasi pada kondisi transformator yang beroperasi serta dilakukan langkah pemeliharaan dan perbaikan. Selain itu perkiraan pada umur

transformator juga sangat diperhatikan untuk menjaga keandalan sistem. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk memperkirakan umur dari sebuah transformator antara lain:

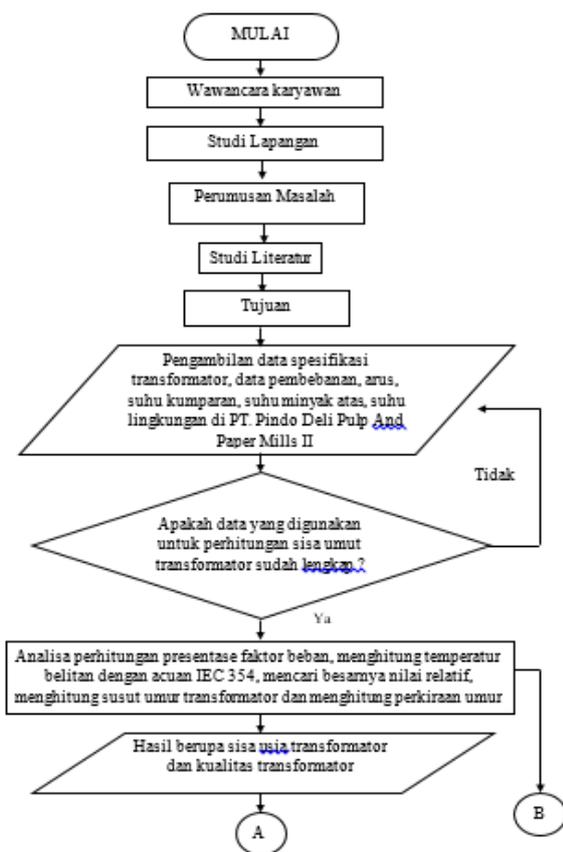
1. Kenaikan beban yang dihadapi. Pada umumnya beban puncak terus naik sehingga transformator bisa saja mengalami kerusakan dan perlu diganti.
2. Gangguan pada jaringan distribusi. Bila sebuah transformator terhubung secara langsung dengan auto recloser dan jumlah gangguan yang didapat pertahun tinggi. Maka hal ini juga mempengaruhi umur dari transformator.
3. Fluktualisasi beban, hal ini dapat menyebabkan tegangan keluaran transformator berubah sehingga dapat menimbulkan karbonisasi dalam minyak transformator.
4. Jam operasi yang perlu dicatat dan diperhatikan

Karena pembebanan transformator berubah-ubah setiap harinya atau tidak kontinyu sehingga sulit menentukan pola pembebanan hariannya. Maka dalam penelitian ini diasumsikan pola pembebanan hariannya adalah sama. Perhitungan perkiraan umur transformator di bawah ini merupakan persamaan (2.6) hanya memperhitungkan pengaruh penurunan isolasi belitan saja tanpa memperhitungkan pengaruh yang lain.

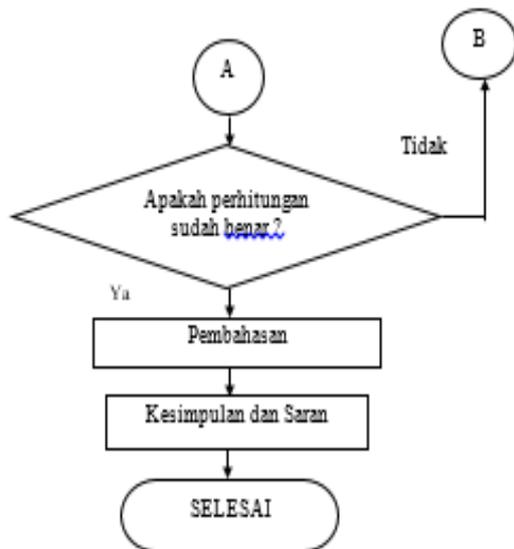
$$n = \frac{\text{umur dasar-tahun periode pemakaian}}{\text{susut umur}} \dots\dots\dots (2.6)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian



Penelitian ini didasarkan pada usaha untuk memperkirakan sisa umur pemakaian



Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian

transformator dengan mengacu kepada rumusan masalah yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Gambar 3.1 merupakan sebuah diagram alur penelitian yang telah

dibuat penulis agar proses penelitian yang dibuat terarah.

3.2 Teknik Pengambilan Data

Data yang diambil diperoleh dari Chemical Plant PT. Pindo Deli Pulp And Paper Mills II. Data yang didapatkan akan menjadi acuan penelitian untuk mengetahui perkiraan sisa umur pemakaian transformator tipe rectifier dan menentukan tindakan yang harus ditempuh pada kondisi transformator yang terlihat dari susut umur transformator

a. Studi Literatur

Mengumpulkan teori-teori serta metode yang terkait dengan rumusan masalah pada penelitian dan mempelajari materi yang dapat bersumber dari artikel, jurnal ilmiah serta melakukan wawancara dengan subjek penelitian dengan tujuan menambah referensi dari penelitian yang dilakukan.

b. Studi Bimbingan

Dalam studi bimbingan penulis melakukan diskusi dan konsultasi mengenai setiap perkembangan terhadap penulisan tugas akhir.

c. Survei Data

Proses pengambilan data yang diambil penulis terbagi menjadi tiga kondisi perbedaan waktu sesuai jadwal jam kerja yang dilakukan tempat penelitian yaitu pada jam 05.00 WIB dengan data teknik pembebanan sebesar 172020 KVA, pada jam 13.00 WIB dengan data teknik pembebanan sebesar 163860 KVA, dan pada jam 21.00 WIB dengan teknik pembebanan sebesar 171710 KVA.

Data suhu minyak diperoleh dari data harian yang telah dihitung dengan besarnya rata-rata suhu yang didapat setiap pukul 05.00 WIB, 13.00 WIB dan 21.00 WIB. Tabel 3.2 menjelaskan rata-rata suhu minyak yang dimiliki transformator pada bulan Maret.

TANGGAL	SUHU MINYAK JAM 05	SUHU MINYAK JAM 13.00	SUHU MINYAK JAM 21.00
1 MARET 2021	39 °C	40 °C	39 °C
2 MARET 2021	39 °C	40 °C	39 °C
3 MARET 2021	39 °C	40 °C	39 °C
4 MARET 2021	39 °C	40 °C	38 °C
5 MARET 2021	30 °C	40 °C	37 °C
6 MARET 2021	38 °C	41 °C	40 °C
7 MARET 2021	38 °C	40 °C	39 °C
8 MARET 2021	38 °C	40 °C	38 °C
9 MARET 2021	35 °C	38 °C	39 °C
10 MARET 2021	38 °C	41 °C	39 °C
11 MARET 2021	39 °C	39 °C	39 °C
12 MARET 2021	38 °C	41 °C	39 °C
13 MARET 2021	39 °C	40 °C	40 °C
14 MARET 2021	39 °C	39 °C	39 °C
15 MARET 2021	38 °C	40 °C	40 °C
16 MARET 2021	38 °C	40 °C	39 °C
17 MARET 2021	38 °C	41 °C	40 °C
18 MARET 2021	39 °C	41 °C	38 °C
19 MARET 2021	38 °C	41 °C	40 °C
20 MARET 2021	39 °C	41 °C	39 °C
21 MARET 2021	39 °C	40 °C	39 °C
22 MARET 2021	40 °C	41 °C	40 °C
23 MARET 2021	39 °C	0 °C	40 °C
24 MARET 2021	39 °C	40 °C	40 °C
25 MARET 2021	40 °C	39 °C	39 °C
26 MARET 2021	38 °C	0	30 °C
27 MARET 2021	50 °C	40 °C	39 °C
28 MARET 2021	39 °C	40 °C	40 °C
29 MARET 2021	39 °C	40 °C	40 °C
30 MARET 2021	0	40 °C	0
Rata-rata	37.36°C	37.43°C	37.56°C

Data suhu lingkungan yang didapatkan adalah data suhu rata-rata yang didapatkan menurut Badan Matereologi dan Geofisika per hari nya selama Bulan Maret. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

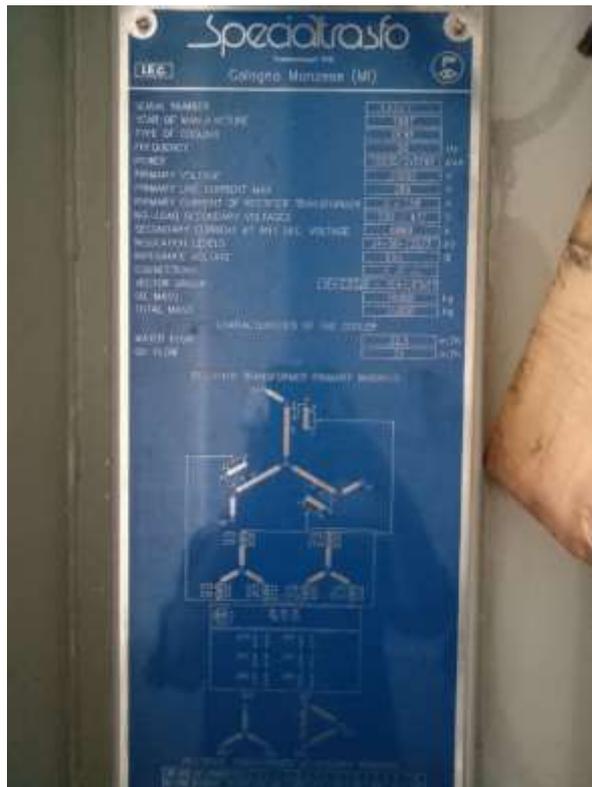
3.3 Spesifikasi Transformator

Transformator yang digunakan pada penelitian adalah transformator dengan tipe rectifier. Dalam dunia industri terkhusus di dunia industri bahan kimia transformator tipe ini sangat diandalkan dan menjadi transformator utama yang harus diperhatikan dikarenakan transformator ini digunakan sebagai sistem elektrolizer senyawa kimia dengan kata lain pembebanan pada

TANGGAL	SUHU LINGKUNGAN	TANGGAL	SUHU LINGKUNGAN
1 MARET 2021	34 °C	16 MARET 2021	31 °C
2 MARET 2021	32 °C	17 MARET 2021	32 °C
3 MARET 2021	31 °C	18 MARET 2021	33 °C
4 MARET 2021	32 °C	19 MARET 2021	33 °C
5 MARET 2021	32 °C	20 MARET 2021	32 °C
6 MARET 2021	32 °C	21 MARET 2021	33 °C
7 MARET 2021	31 °C	22 MARET 2021	32 °C
8 MARET 2021	32 °C	23 MARET 2021	32 °C
9 MARET 2021	32 °C	24 MARET 2021	32 °C
10 MARET 2021	32 °C	25 MARET 2021	33 °C
11 MARET 2021	31 °C	26 MARET 2021	34 °C
12 MARET 2021	30 °C	27 MARET 2021	32 °C
13 MARET 2021	30 °C	28 MARET 2021	31 °C
14 MARET 2021	32 °C	29 MARET 2021	31 °C
15 MARET 2021	31 °C	30 MARET 2021	30 °C

transformator tipe rectifier ini terletak pada besarnya arus yang digunakan oleh rectifier tersebut untuk menghasilkan senyawa kimia yang sesuai dengan besarnya target produksi yang diinginkan. Berikut Gambar 3.3 yang menjadi gambaran transformator tipe rectifier dengan spesifikasi yang

dimiliki.



Frequency	: 50 Hz
Rated Power	: 10 MVA / 10030 kVA
Voltage Primary	: 20000 V
Voltage Secondary	: 437 V
Current Primary	: 289 A
Current Secondary	: 6860 A
Impedance	: 7.80%
Rugi Beban Nol	: 21

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Data dan Pembahasan

Perhitungan pada penelitian ini mengacu pada standar IEC 354 dimana mengatakan bahwa “sebuah transformator akan mengalami umur yang normal apabila berada pada kondisi suhu *hot spot* 98°C pada pembebanan 100% dimana suhu lingkungannya berkisar 30°C”. Mengikuti data pembebanan yang telah didapatkan pada tempat penelitian, maka perlu diketahui berapa besar presentase pembebanan setiap jam nya selama bulan Maret 2021 sebelum menggunakan data

pada Tabel 2.3 . Berikut salah satu contoh perhitungan presentase pembebanan yang telah dilakukan mengikuti persamaan (2.2) yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

$$\text{Besarnya presentase beban (\%)} = \frac{\text{Beban trafo (KVA)}}{\text{Kapasitas trafo (KVA)}} \times 100\%$$

$$\text{Besarnya presentase beban (\%)} = \frac{6020}{10000} \times 100 = 60,2\%$$

Dari data diatas telah didapat bahwa presentase pembebanan yang dimiliki pada jam 05.00, jam 13.00 dan jam 21.00 sebesar 53.74 %, 54.62% dan 57.20%. terlihat

Jam	Total Record Beban (KVA)	Presentase Beban (%)
Jam 05.00	172020	53.34
Jam 13.00	163860	54.62
Jam 21.00	171710	57.20

bahwa pembebanan yang tertinggi terjadi pada jam 21.00. Setelah mengitung seluruh presentase pembebanan disetiap jam record, maka untuk tahap selanjutnya adalah melakukan penentuan faktor pembebanan. Penentuan faktor pembebanan ini sangat erat kaitannya terhadap temperatur lingkungan trafo. Sebab menurut standar IEC 345 transformator di Indonesia telah dirancang dengan suhu lingkungan tidak melebihi 40°C CITATION SPL79 \l 1033 [[10]].

Pada data suhu lingkungan menurut BMKG sesuai dengan Tabel 3.3 diperoleh bahwa suhu rata-rata harian Daerah Karawang Barat pada Bulan Maret 2021 yaitu berkisar 30°C - 34°C. Karena penelitian ini menggunakan transformator dengan tipe pendingin OFWF dengan desain standar IEC 76 dan IEC 354 maka suhu sekitar yang digunakan adalah 30°C. Data suhu sekitar ini diambil berdasarkan Tabel 2.2 dengan temperatur *hot spot* normal yang dimiliki sebesar 98°C dan dengan nilai faktor pembebanan sebesar 0.92 (92%) dari rating daya transformator. Maka dapat dikatakan

bahwa pada suhu 30°C akan terjadi temperatur belitan 100% dari rating transformator sebesar 106.5°C. Berikut contoh perhitungan untuk menemukan suhu belitan 100% dengan mengacu pada faktor beban pada Tabel 2.2

$$\frac{92\%}{98^\circ\text{C}} = \frac{100\%}{\theta^\circ\text{C}} = \theta \frac{98 \times 100\%}{92\%} = 106.5^\circ\text{C}$$

4.2 Temperatur Belitan (θ_c)

Temperatur belitan pada pembebanan luar beban puncak (LBP)

$$\begin{aligned} \theta_c &= \% \text{Pembebanan} \times \text{Temperatur belitan tertinggi (100\%)} \\ \theta_c &= 57.34\% \times 106.5^\circ\text{C} \\ &= 61.06^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Temperatur belitan pada pembebanan luar beban puncak (LBP)

$$\begin{aligned} \theta_c &= \% \text{Pembebanan} \times \text{Temperatur belitan tertinggi (100\%)} \\ \theta_c &= 54.62\% \times 106.5^\circ\text{C} \\ &= 58.17^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\theta_c = \theta_c \text{ jam 05.00} + \theta_c \text{ jam 13.00}$$

$$\theta_c = 61.06^\circ\text{C} + 58.17^\circ\text{C} = 119.23^\circ\text{C}$$

Temperatur belitan pada pembebanan jam 21.00 WIB (BP)

$$\begin{aligned} \theta_c &= \% \text{Pembebanan} \times \text{Temperatur belitan tertinggi (100\%)} \\ \theta_c &= 57.20\% \times 106.5^\circ\text{C} \\ &= 60.91^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Dari perhitungan temperatur belitan diatas maka dapat diketahui bahwa temperatur belitan pada Luar Beban Puncak (LBP) adalah sebesar 119.23 °C dan temperatur

pada belitan Beban Puncak (BP) adalah sebesar 60.91 °C.

4.3 Perhitungan Laju Penuaan Relatif

Setelah mengetahui besarnya temperatur belitan LBP sebesar 119.23% dan BP sebesar 60.91% maka untuk laju penuaan relatif bisa menggunakan rumus montsinger pada persamaan (2.5) sebagai berikut:

1. Laju penuaan relatif LBP (16 jam)

$$X = 2^{(\theta_c - 98)/6}$$

$$X = 2^{(119.23 - 98)/6}$$

$$X = 11.61 \text{ p.u}$$

2. Laju penuaan relatif jam BP (8 jam)

$$X = 2^{(\theta_c - 98)/6}$$

$$X = 2^{(60.91 - 98)/6}$$

$$X = 0.013 \text{ p.u}$$

Jadi, dari tiap-tiap temperatur belitan yang telah didapatkan dan laju penuaan relatif yang telah didapatkan juga, maka untuk mencari susut umur transformator selama 24 jam dapat menggunakan persamanaa (2.1) dengan menggunakan perhitungan yang sudah dapatkan.

$$\text{Susut umur 24 jam} = (t_1 \times X_1) + (t_2 \times X_2)$$

$$\text{Susut umur 24 jam} = (16 \times 11.61 \text{ p.u}) + (8 \times 0.013 \text{ p.u})$$

$$\begin{aligned} \text{Susut umur 24 jam} &= 1858.64 \text{ jam} , \text{ atau} \\ \frac{1858.64}{24} &= 77.4\% \end{aligned}$$

4.4 Perkiraan Susut Umur

Perkiraan sisa umur transformator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$n = \frac{\text{umur dasar} - \text{tahun periode pemakaian}}{\text{susut umur}}$$

Sesuai dengan wawancara yang telah dilakukan diketahui bahwa transformator tipe rectifier telah beroperasi sejak tahun 2008 hingga sekarang, sesuai dengan data yang telah di dapatkan maka dikatakan bahwa pemakaian transformator telah beroperasi selama 13 tahun.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut serta perhitungan yang telah dilakukan maka langkah selanjutnya adalah mencari sisa umur dari transformator tersebut. Berikut adalah perkiraan sisa umur yang dimiliki transformator.

$$n = \frac{20 - (2021 - 2008)}{77.4\%} = 9 \text{ tahun}$$

4.5 Analisa

Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada transformator tipe rectifier yang memiliki beban 40:70% dapat dilihat bahwa susut umur transformator normal atau tidak banyak pengaruh perubahan umur transformator tipe rectifier.

Dari data perhitungan dan pembahasan yang mengacu pada standar IEC 354 dan IEC 76 telah didapatkan bahwa perkiraan transformator tipe rectifier bisa mencapai 9 tahun mengikuti data pembebanan yang didapat selama bulan maret serta dengan suhu lingkungan sebesar 30°C dari suhu lingkungan yang diambil menurut data maka acuan suhu belitan pada standar IEC 354 dan IEC 76 dapat digunakan menurut jenis pendinginnya yaitu OFWF dengan faktor pembebanan sebesar 92% yang dimana artinya pada faktor pembebanan tersebut telah terjadi pembebanan sebesar 100% sehingga temperatur belitan pada 92% didapatkan sebesar 106.5°C.

Suhu belitan pada pembebanan 100% atau 106.5°C menghasilkan suhu belitan 119.23°C pada jam 05.00 dan jam 13.00 menurut data record dan 60.91°C pada jam 21.00. Terlihat bahwa suhu belitan sudah didapatkan, maka laju penuaan relatif juga dapat dihitung dan mendapatkan 77.4% selama 24 jam yang artinya setiap hari telah terjadi penuaan sebesar 77.4% dengan besaran penuaan inilah masa perkiraan susut umur transformator didapatkan sesuai dengan pernyataan diatas.

Bila umur dasar transformator diasumsikan mengikuti standar IEC 354 dan IEC 76

maka umur dasar yang digunakan adalah 20 tahun, oleh karena itu perhitungan masa beroperasi dari transformator tipe rectifier ini seharusnya adalah pada tahun 2028, namun dari perhitungan ini di dapatkan bahwa analisa transformator dengan susut umur sekitar 77.4% dan pembebanan berkisar 40:70% dengan suhu sekitar sebesar 30°C masa pakainya bisa melebihi dari tahun yang ditargetkan oleh pabrikan.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Besarnya pembebanan tertinggi terjadi pada saat waktu luar beban puncak (LBP) yaitu penggabungan beban pada jam 05.00 WIB dengan nilai 57.20% dengan jam 13.00 WIB dengan beban sebesar 54.62%
2. Dengan diketahui besarnya pembebanan yang dimiliki pada luar beban puncak (LBP) dan beban puncak (BP) maka didapatkan temperatur belitan sebesar 119.23°C namun temperatur tersebut masih dalam batas normal bila dilihat dari record jam 05.00 WIB yang hanya memiliki 61.06°C dan pada jam 13.00 WIB sebesar 58.17 °C.
3. Pada transformator tipe rectifier dengan sistem pendingin OFWF memiliki susut umur sebesar 77.4% dengan besarnya laju penuaan relatif sebesar 11.61 p.u untuk (LBP) dan 0.013 p.u untuk (WB) sehingga didapatkan bahwa perkiraan umur transformator tipe rectifier bisa mencapai 9 tahun mengikuti data pembebanan yang didapat selama bulan maret. Seharusnya masa pakai transformator berakhir pada tahun 2028 dengan mengikuti umur dasar transformator yaitu 20 tahun, namun dengan susut umur yang dimiliki sekitar 77.4 % didapatkan hasil bahwa transformator mengalami perpanjangan pemakaian 2 tahun sehingga dengan kata lain akan berhenti beroperasi pada tahun 2030.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. T. N. A.Sofwan, "ANALISIS SUSUT UMUR TRANSFORMATOR AKIBAT BEBAN LEBIH DENGAN PENAMBAHAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI SISIPAN," *Sinusoida*, vol. XX, p. 1, 2018.
- [2] J. Harlow, *Electrical Power Transformer Engineering*, United States of America: ISBN 0-8493-1704-5 CRC Press, 2004.
- [3] I. 60076-7, *Loading Guide for Oil Immersed Power Transformer*, Geneva: International Electrotechnical Commission (IEC), 2005.
- [4] H. L. Latupeirissa, "Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 KV di PT. PLN Cabang Ambon," *Jurnal Simetrik*, vol. 8, p. 2, 2018.
- [5] U. Wiharja, "Transformator," Prodi Teknik Elektro, Jakarta, 2018.
- [6] J. Siburian, "Karateristik Transformator," Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Darma Agung, Medan, 2002.
- [7] P. Utomo, "STUDI ANALISIS KUALITAS TRANSFORMATOR DAYA GARDU INDUK 150 KV SIANTAN," Program Studi Teknik Elektro, 2013.
- [8] P. S. S. ELEKTRIK, *Manual Pemeriksaan dan Perawatan Transformator*, PT. SINTRA SINARINDO ELEKTRIK, 2003.
- [9] I. K. Febrianti, "Analisa Penurunan Faktor Kerja Transformator Daya 30 MVA," *Jurnal Ampere*, vol. 2, p. 1, 2017.
- [10] M. S. A. Krishnan, "Prediction of Transformer Insulation Life With an Effect of Environmental Variabels," *International Journal of Computer Application* , vol. 55, p. 5, Oktober 2012.
- [11] P. H. Hastungkoro, W. Wicaksono and S. T. Widodo, *Transformator*, Klaten, Indonesia: SMK (Saka Mitra Kompetensi), 2011.
- [12] SPLN-17, *Pedoman Transformator Terendam Minyak*, 1979.

RANCANG BANGUN SISTEM PENERANGAN JALAN UMUM DENGAN *SOLAR CELL 50WP DAN SOLAR TRACKING*

Sri Hartanto, Guntoro

Abstrak - Pembangkit Listrik Tenaga Surya saat ini menjadi alternatif Penerangan Jalan Umum yang belakangan sempat ramai diperbincangkan tentang penggunaan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS). Dengan perkembangan teknologi yang semakin modern dan canggih maka dibuatlah penelitian Rancang Bangun Sistem Penerangan Jalan Umum yang menggunakan *Solar Cell 50WP* dan *Solar Tracking* agar dapat menjangkau terik panas surya matahari yang terbarukan dari arah mata angin timur hingga ke arah mata angin barat agar energi panas surya matahari lebih banyak diserap oleh sebuah panel solar. Dengan menggunakan motor sinkron 220 volt sebagai penggerak panel *solar cell* tersebut yang dapat menghasilkan tegangan sebesar 12,86 volt dan arus sebesar 5,26 Ampere sehingga lampu penerangan dapat menyala selama 5,5 jam. Meskipun harga alat dan komponen dengan PJU konvensional lebih mahal, namun Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya dengan Solar Tracking ini dibandingkan dengan PJUTS statis yang ada didunia pasar yang sudah beredar menjadi salah satu investasi jangka panjang dan juga penghematan energi listrik, karena energi listrik untuk penerangan dihasilkan dari panel solar yang langsung dapat digunakan untuk penerangan di jalan raya.

Kata kunci : *Jam Menyala 5,5 jam, Komponen, Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS), Solar Cell 50 WP, Solar Tracking.*

Abstract - Solar Power Plants are currently an alternative for Public Street Lighting, which has recently been busy discussing the use of Solar Street Lighting (SSL). With the development of increasingly modern and sophisticated technology, research was made on the Design of a Public Street Lighting System that uses 50 WP Solar Cells and Solar Tracking in order to reach the renewable heat of the sun from the east to the west, so that solar thermal energy more absorbed by a solar panel. By using a 220-volt synchronous motor as the driver of the solar cell panel which can produce a voltage of 12.86 volts and a current of 5.26 Ampere so that the lighting can be lit for 5.5 hours. Although the prices of tools and components with conventional SSLs are more expensive, this Solar Street Lighting with Solar Tracking is compared to static SSL in the world market that has been circulating to be a long-term investment and also saves electrical energy, because electrical energy for lighting is generated from solar panels that can be directly used for lighting on the highway.

Key word : Clock 5,5 hours on, Component, Solar Cell 50WP, Solar Street Lighting (SSL), Solar Tracking.

1. PENDAHULUAN

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan aspek penting yang harus ada didalam penataan wilayah. Penerangan Jalan Umum ini memiliki peran yang sangat penting tak hanya untuk navigasi pengendara transportasi saja, tetapi juga untuk meningkatkan keamanan bagi masyarakat, menambah estetika keindahan suatu daerah. Pembangkit listrik tenaga surya atau energi surya adalah ramah lingkungan yang layak digunakan sebagai media pembelajaran yang baik sehingga mampu menambah pengetahuan mahasiswa dan mahasiswi khususnya fakultas Teknik Elektro tentang pembangkit listrik tenaga surya. Energi tenaga surya ini merupakan energi yang dapat dirubah menjadi energi listrik yang dimana nantinya dapat dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari.

Apalagi kita sadari bahwa Negara Indonesia ini yang letaknya pada daerah khatulistiwa yang kaya akan pancaran energi matahari, karena itu rata-rata musim kemarau (panas) sangat panjang, sehingga kita dapat memanfaatkan kondisi tertentu untuk membangkitkan energi listrik, salah satunya yaitu melalui *solar cell* (panel surya) [1]. Melihat fungsi, manfaat dan semakin berkembangnya system Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) membuat pengetahuan tentang PLTS ini menjadi suatu pokok bahasan yang wajib dimengerti dan dipahami oleh mahasiswa dan mahasiswi khususnya mahasiswa dan mahasiswi Prodi Elektro Universitas Krisnadwipayana

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Solar Cell (Protovoltaic)

Solar cell atau panel surya ialah alat untuk mengkonversi atau merubah tenaga matahari menjadi energi tenaga listrik. Sedangkan *Protovoltaic* adalah teknologi

yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Panel Photovoltaic (PV panel)* ialah sumber listrik pada system pembangkit listrik tenaga surya, bermaterial semikonduktor yang mengubah secara langsung energy sinar matahari menjadi ke *energy* listrik. *Panel PV* biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul yang terdiri dalam beberapa susunan sel surya yang disusun secara parallel maupun seri. *Solar cell* mulai dikenal masyarakat akhir – akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energy fosil dan isu global warning. *Energy* yang bersumber dari matahari yang dihasilkan juga sangat membantu bagi pedesaan yang susah dijangkau oleh PT PLN (Persero) milik Negara itu, karena sumber *energy* matahari bisa didapat secara gratis. Seperti pada gambar berikut ialah panel *solar cell* [2].



Gambar 2. 7 Panel Solar cell

2.2 Pengertian Baterai Solar cell

Aki atau baterai adalah alat yang berfungsi menyimpan arus atau energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya atau panel Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Kegunaan baterai pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya sangat bergua sekali untuk menyimpan arus atau *energy* yang dihasilkan oleh panel *solar cell* pada siang hari dan energi yang ada didalam baterai atau aki dapat digunakan untuk penerangan dan peralatan elektronik yang ada di jalan – jalan umum dan sebagainya pada malam harinya. Jenis baterai yang digunakan ialah berjenis gel atau yang sering kita tahu disebut aki kering, baterai jenis ini paling direkomendasikan untuk aplikasi *solar*

system. Pada penelitian rancang bangun sistem penerangan menggunakan solar cell dan solar tracking ini akan menggunakan sebuah baterai dengan kapasitas baterai 12volt / 7,5Ah dengan type Valve Regulated Lead Acid (VRLA).



Gambar 2. 8 Baterai Gel atau Aki kering

2.3 Perhitungan Daya

Kebutuhan tegangan yang dihasilkan oleh Solar panel dapat dihitung, untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya yang akan dipasang. Seperti kita kita ketahui untuk mencari tegangan dan arus dapat menggunakan rumus dasar listrik. Sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{V}$$

dimana
 $P=V \times I$(2.1)

- Di mana : I = Arus
- P = Daya (Watt)
- V = Tegangan (Volt)

Selain perhitungan daya yang dihasilkan pada solar panel juga mempunyai nilai faktor dari pengaruh cuaca, yang disebut dengan nilai PGF (Panel Generation Factor) sebesar = 3.43. dan untuk energi tenaga surya yang dapat diserap kurang lebih 4.5 jam.

Dan juga mempunyai nilai efisiensi pengisian Panel Solar (PV) sebesar 1,3.

Untuk efisiensi (η) ialah perbandingan dari daya maksimal (P_{mak}) panel solar cell dengan daya intensitas matahari, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{mak}}{I \times A} \times 100\%$$

.....(2.2)

Dimana η = Efisiensi (watt/m²)
 A = Luas Penampang (m²)

2.4 Tracking Solar

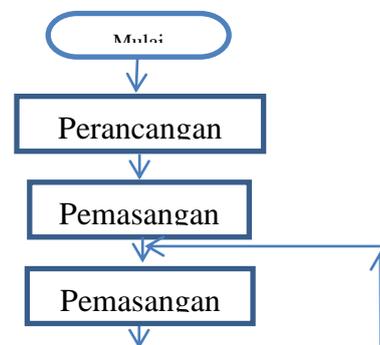
Tracking solar pada panel solar pada penelitian ini penulis melakukan riset bagaimana apabila panel solar tersebut dapat bergerak dengan cara otomatis atau pun dengan cara manual dengan dukungan alat dan komponen yang sudah direncanakan penulis dengan sumber tegangan AC (Alternating Current) 220 Volt yang didukung dengan menggunakan motor AC 5 – 6 Rpm untuk dapat menggerakkan panel solar agar dapat bergerak mengikuti sinar matahari.



Gambar 2. 9 Tracking Solar (sumber : Dokumen pribadi)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Langkah – langkah Penelitian



memperoleh dimensi antenna horn piramida yang akan dirancang.

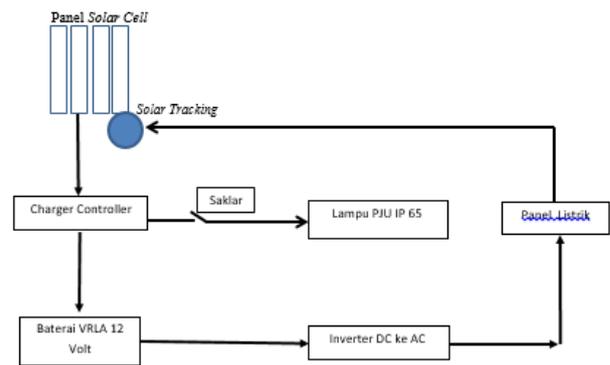
3.2 Rangkaian Alat

Agar penelitian rancang bangun sistem penerangan jalan umum menggunakan solar cell dan solar tracking ini mudah untuk dipahami, untuk itu diperlukan adanya diagram blok. Agar penelitian rancang bangun ini lebih terarah dan teratur dalam pembuatannya nantinya, didalam diagram blok ini ada beberapa nama data yang sudah disusun didalam dirancang dalam sebuah rancang bangun nantinya. Didalam diagram blok ini terdapat komponen dan alat yang akan digunakan, yang terlihat pada fokus masukan (input) dan keluaran (output) pada setiap prosesnya. Berikut ini diagram blok Sistem Penerangan Jalan Umum dengan *Solar Cell* dan *Tracking solar*.

Gambar 3. 11 Bagan Alir Penelitian

Berikut penjelasan dari bagan alir diatas dapat dijelaskan langkah – langkah peneltian sebagai berikut :

4. Langkah awal melakukan kegiatan penelitian ialah dengan mempersiapkan bahan komponen – komponen yang sudah disiapkan terlebih dahulu.
5. Setelah komponen sudah tersedia selanjutnya perencanaan pemasangan komponen – komponen untuk panel solar cell 50WP tersebut.
6. Langkah berikutnya ialah pemasangan beban daya sebuah lampu jalan umum pada tiang setinggi 2 meter.
7. Selanjutnya setelah pemasangan beban daya lampu, saatnya pengujian daya yang sudah terpasang tersebut untuk meyakinkan beban terpasang dengan benar.
8. Tahap berikutnya pengukuran beban daya yang sudah terpasang, apabila pengukuran beban sudah cukup tidak melebihi kapasitas daya maka pengujian selesai, dan apabila melebihi beban daya maka pengujian dinyatakan tidak sempurna dan kembali pengecekan ulang pada beban daya yang akan dipasang.
9. Setelah pengujian dan pengukuran beban daya sudah sesuai maka perencanaan sudah dinyatakan selesai dan dapat di aplikasikan di lapanganMelakukan perhitungan secara matematis untuk



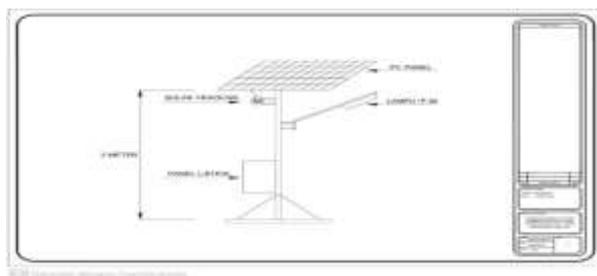
Gambar 3. 12 Diagram Blok Panel Solar Cell 50WP

Dari gambar diagram blok Panel solar Cell diatas dapat dijelaskan bahwa Panel solar atau PV Panel yang menyerap energi panas sinar matahari dialirkan melalui solar charger controller, solar charger controller ini mengalirkan tegangan ke dalam baterai 12volt dengan tipe baterai VRLA (*Valve Regulated Lead – Acid*), begitu pula dengan beban lampu DC dengan kapasitas daya 50 watt dapat langsung digunakan yang sebelumnya dihubungkan dengan solar controller charger. Tegangan 12 volt dari dalam baterai tadi dapat dirubah dari tegangan DC (Dirrect Current) menjadi arus AC (*Altenating Current*). Arus yang keluar dari inverter ialah arus 220volt yang

kemudian mengalir ke sebuah panel listrik yang kemudian bisa digunakan untuk menggerakkan motor sinkron solar tracking agar dapat mengikuti arah terik panas matahari.

3.3 Gambar Desain

Berikut adalah gambar desain Perencanaan Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum dengan *Solar Cell* 50WP dan *Solar Tracking*. Pada rancang bangun alat penerangan jalan umum menggunakan solar cell dengan solar tracking ini dibuat dengan tinggi tiang penyangga setinggi 2 meter dimaksud untuk mahasiswa yang sudah mendapat mata kuliah Tenaga Surya dapat mempelajari dan tertarik mengembangkan dan mengaplikasikan tenaga surya atau energi terbarukan. Dari gambar ini penulis dalam penelitian ini menggunakan bahan – bahan material untuk mendukung agar penelitian rancang bangun alat ini terlaksana. Contoh dalam pemilihan tiang dan penyangga panel dan perangkat lainnya yang menggunakan besi hollow dengan ukuran bahan material 4x4mm. Dan adapun untuk panel listrik yang dipakai dengan menggunakan seng besi berukuran 30cm x40cm, panel ini difungsikan sebagai penyimpanan perangkat yang dibutuhkan dan baterai. Sedangkan untuk penyangga panel solar itu sendiri menggunakan besi siku dengan ukuran 4x4cm dengan ukuran 55cm x 67cm. Dengan menggunakan motor sinkron Ac 220volt dengan kecepatan 5 – 6 Rpm.



Gambar 3. 13 Desain Sistem PJU Solar Cell 50WP Dengan Solar Tracking.

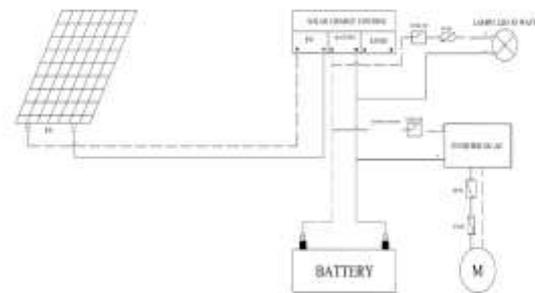
Adapun hasil pembuatan alat rancang bangun Penerangan Jalan Umum Menggunakan Solar Cell dengan Solar Tracking ialah seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. 14 PJUTS solar Tracking

3.4 Gambar Rangkaian Alat.

Berikut gambar rangkaian alat Penerangan Jalan Umum dengan *Solar Cell* dan *Tracking Solar*.



Gambar 3. 15 Rangkaian Alat

3.5 Alat dan Komponen yang digunakan

Ada pun alat yang akan digunakan sebagai berikut:

No	Nama Alat	Satuan	Jumlah
1	Tang Kombinasi	Pcs	1
2	Obeng Plus (+)	Pcs	1
3	Tespen	Pcs	1
4	Solasi listrik	Roll	2
5	Kunci Pas Ring	Set	1

Kegunaan alat – alat yang digunakan diatas ialah :

1. Tang Kombinasi yang berfungsi sebagai alat pemotong atau penyambungan kabel atau kawat yang ada pada sistem

- kelistrikan pada rancang bangun solar cell dengan solar tracking.
2. Obeng Plus berfungsi sebagai alat untuk mengencangkan dan melepaskan sekrup pada panel yang dibutuhkan pada panel listrik untuk mendukung solar tracking.
 3. Tespen yang berfungsi sebagai alat bantu pengecekan pada kabel listrik apabila sudah tersambung daya atau tegangan.
 4. Solasi listrik sangat berguna sekali dalam pemasangan instalasi listrik sebagai pelindung kabel agar kabel yang sudah tersambung tidak terjadi konsleting antar kabel listrik.
 5. Kunci pas ring yang digunakan pada rancang bangun solar tracking ini sangat berguna untuk mengencangkan dudukan panel solar atau panel listrik yang digunakan pada saat pembuatan.

- d. Inverter Solar Cell ialah alat yang berfungsi untuk merubah arus listrik DC (Direct Current) yang dihasilkan dari panel surya menjadi arus listrik AC (Alternative Current)
- e. Lampu : Sebagai objek beban DC sebuah lampu LED 50Watt IP65.
- f. Timer delay berfungsi sebagai pengatur waktu dengan tegangan 220 volt
- g. Kabel Listrik : Untuk wiring instalasi penerang jalan umum solar cell.
- h. MCB ialah pembatas arus
- i. Motor sinkron berfungsi sebagai motor penggerak untuk panel solar atau PV Solar

Komponen – komponen perangkat yang akan digunakan ialah sebagai berikut:

No	Nama Komponen	Jumlah
1	Module Solar cell Polycrystalline	1 pcs
2	Baterai Solar Cell	1 unit
3	Charger Controller	1 unit
4	Inverter Solar Cell	1 unit
5	Lampu 50 watt IP 65	1 pcs
6	Timer delay	1 pcs
7	Panel Listrik	1 box
8	MCB 1 phasa	1 pcs
9	Motor sinkron	1 pcs
10	Kabel listrik 2x5mm	15 meter

3.6 Pengujian Alat

Pada bagian bab ini penulis akan membahas hasil pengukuran penelitian dan analisa hasil perancangan dari pembuatan Penerangan Jalan Umum Dengan Solar Cell 50WP Dan Solar Tracking yang telah dirancang, pengujian sistem ini yang nantinya akan menjelaskan beberapa tentang hasil pengukuran secara bertahap mengenai pengisian baterai gell atau aki kering yang dipakai sebagai sumber tegangan dan arus untuk penggerak motor dengan 5–6 RPM untuk penerangan jalan umum dengan solar cell ini. Pengujian terhadap sistem ini berguna untuk mengetahui bagaimana kinerja dan tingkat keberhasilan dari sistem yang telah dibuat perancangan dan pembuatannya seperti pada Gambar 4.1

Berikut keterangan Komponen yang akan digunakan pada alat rancang bangun:

- a. *Module Solar Cell Polycrystalline* ialah Alat ini berfungsi untuk menyerap energi cahaya matahari menjadi energi listrik DC dengan satuan WP (*Watt Peak*).
- b. Baterai Solar Cell Berfungsi sebagai alat menyimpan energi listrik.
- c. Charger controller ialah alat yang berfungsi untuk mengatur arus dari solar module ke baterai dan beban lampu.



Gambar 3. 16 Hasil Pembuatan PJU Solar Cell dengan Solar Tracking

3.7 Pengujian Baterai 12 volt/7,5 Ah

Proses pengujian alat pada penelitian perencanaan Penerangan Jalan Umum Dengan Solar Cell dan Solar Tracking ini

meliputi pengujian baterai yang akan dipakai pada penelitian rancang bangun Penerangan Jalan Umum dengan Solar Cell 50WP dan Solar Tracking. Proses pengujian diawali dengan pengecekan kondisi baterai 12 volt/7,5Ah sudah sesuai atau tidaknya sebagai sumber tegangan untuk lampu penerangan yang akan dipakai nantinya. Setelah pengujian baterai sesuai dengan tegangan yang diinginkan maka baterai yang akan dipakai cukup untuk sumber tegangan penerangan jalan umum ini karena nilai pada alat ukur yang dipakai sudah menunjukkan nilai tegangan 12.2volt. Maka dengan nilai tegangan yang cukup ini maka sumber tegangan yang berasal dari baterai gell atau aki kering ini dapat digunakan.



Gambar 3. 17 Pengukuran Tegangan Baterai 12 Volt

3.8 Pengujian Motor 220 volt

Proses selanjutnya kita akan menguji salah satu faktor yang penting dalam penelitian rancangan bangun Penerangan Jalan Umum dengan Solar Cell dan Solar Tracking ini. Pengujian yang digunakan ialah dengan cara pengukuran motor ialah dengan cara pengukuran dengan skala alat ukur 10k ohm pada alat ukur analog .



Gambar 3. 18 Pengujian Motor

3.9 Pengujian Panel Solar Cell

Pada pengujian ini penulis menguji panel yang akan dipakai sebagai sumber tegangan yang diserap dari sinar matahari ke sumber penyimpanan dalam hal ini baterai. Fungsi pengujian panel solar ini bertujuan untuk memastikan apakah panel solar cell yang akan dipakai berfungsi dengan baik atau tidak. Metode pengujiannya dengan alat ukur digital yang sudah dikalibrasi tentukan agar ke akuran nilai yang akan kita ukur sesuai dengan name plate pada panel solar cell. Jika panel dibiarkan terbuka menghadap ke sinar matahari maka panel solar cell akan mengeluarkan angka sebagai nilai tegangan. Dan apabila menunjukkan angka Nol maka panel solar cell ini tidak berfungsi dengan baik.ukur analog ini, untuk memastikan tahanan pada timer tersebut.



Gambar 3. 19 Pengujian Panel Solar Cell

3.10 Pengujian Kontaktor

Pengujian selanjutnya pengujian kontaktor listrik, dimana pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tahanan lilitan kabel yang ada pada kontaktor yang akan kita pakai untuk penelitian rancang bangun alat penerangan jalan umum dengan solar cell dan solar tracking ini. Cara pengujian kontaktor ini dengan cara kita putar selektor alat ukur analog yang digunakan pada posisi x10k kemudian jarum merah menunjukkan plus (+) alat ukur kita pasang dibagian kontaktor L3 kemudian jarum hitam menunjukkan minus (-) apabila kita tekan bagian tengah atau sebagai pemutus dan penyambung dari pada kontaktor maka kontaktor tersebut berfungsi atau bisa juga kita katakan kontaktor siyap digunakan pada posisi ON, seperti gambar 4.1.6. Dan apabila

kita tidak menekan tombol tengah daripada tersebut kontaktor maka akan menunjukkan angka nol (0) pada alat ukur analog yang digunakan atau posisi kontaktor bisa kita katakan pada posisi OFF.



Gambar 3. 20 Pengujian kontaktor ON

4. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

Pada hari pertama Pada hari pertama penulis dalam mengambil data pengukuran tegangan, arus dan lumen atau intensitas cahaya pada waktu 09 : 00 wib, 12 : 00 wib, dan 15 : 00 wib dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 4 Pengukuran Pada Sudut 15°

Posisi Panel Solar Dengan Sudut 15° Ke Arah Matahari Terbit			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09:00	11,9	4	4995
12:00	12,4	4	2369
15:00	12,1	4	1467

Tabel 4. 5 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Pada Sudut 15°

Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Lumen (Lux)
09 : 00	47.6	4995
12 : 00	49.6	2369
15 : 00	48.4	1467

Dan pada hari yang kedua penulis melakukan pengambilan data tegangan, arus dan intensitas cahaya pada waktu yang sama yaitu pukul 09 : 00 wib, 12 : 00 wib dan 15 : 00 wib yang sama juga akan tetapi panel solar cell pada sudut 90° (90 derajat) atau dengan kata lain posisi panel solar cell menghadap ke atas. Dengan data sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Pengukuran Pada Sudut 90°

Posisi Panel Solar Dengan Sudut 90°			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09:00	11,7	5,1	4885
12:00	12,7	5	9960
15:00	11,7	5	1561

Tabel 4. 7 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Pada Sudut 90°

Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Lumen (Lux)
09 : 00	59.67	4885
12 : 00	63.5	9960
15 : 00	56.5	1561

Dan pada hari yang ketiga penulis mengambil data posisi panel solar cell tersebut pada posisi sudut kemiringan 145° (180 derajat), pada pada waktu yang sama yaitu pukul 09 : 00 wib, 12 : 00 wib dan 15 : 00 wib. Dengan data tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Pengukuran Pada Sudut 145°

Posisi Panel Solar Dengan Sudut 145° Kearah Matahari Tenggelam			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09:00	11,7	5,1	4885
12:00	12,7	5	9960
15:00	11,7	5	1561

Tabel 4. 9 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Pada Sudut 145°

Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Lumen (Lux)
09 : 00	58.5	5126

12 : 00	61	4772
15 : 00	59.5	2727

Dari data diatas pengambilan dalam kurun waktu selama 3 hari pengambilan data dengan waktu yang sama, maka dapat di simpulkan bahwa daya yang lebih tinggi dihasilkan oleh panel solar cell yang tidak bergerak ialah pada posisi panel solar 90° adalah 59,5 watt.

Dalam pengambilan data tegangan daya dan intensitas cahaya pada panel solar cell tenaga surya yang tidak bergerak atau statis, pada posisi sudut 15° (mengarah barat atau arah matahari terbit), 90° (panel solar menghadap ke atas atau horizontal) dan 145° (posisi panel solar cell menghadap ke arah matahari terbenam atau vertikal), pada hari yang berbeda untuk mengetahui ketahanan penyimpanan energi dalam baterai dalam waktu pengisian selama 4,5 jam setiap hari selama 4 hari yang berbeda, untuk melihat daya tahan sumber tegangan yang dihasilkan oleh baterai dengan kapasitas 12 volt/7,5Ah. Dari hasil pengambilan data dengan posisi sudut panel yang berbeda maka dapat dilihat pada ketahanan daya pencahayaan dari energi yang dihasilkan oleh tenaga surya dalam baterai ialah :

- a) Pada panel solar pada posisi sudut 15° dapat menyala selama 4 jam nyala.
- b) Pada posisi panel solar cell pada sudut 90° dapat menyala selama 5 jam nyala.
- c) Dan pada posisi panel solar cell pada sudut 145° dapat menyala selama 4,5 jam nyala.

Untuk panel solar cell pada sudut 15° sampai 145° atau posisi panel solar bergerak secara *mobile* maka ketahanan nyala lampu dapat menyala dengan durasi selama 5,5 jam nyala. Dan dengan durasi lama pengisian baterai selama 4,5 jam. Dapat kita lihat dalam Tabel perbedaan posisi panel, sebagai berikut :

Tabel 4.7 Perbandingan Konsumsi Tegangan, Arus dan Durasi

Sudut (Derajat)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Durasi (Jam)
15°	12,1	5,1	4
90°	12,6	5,3	5
145°	11,1	5	4,5
15°-145°	14,5	5,3	5,5

4.1 Pengukuran Alat Panel Solar Cell Dengan Solar Tracking

Pengukuran solar panel cell dengan menggunakan solar tracking yang mengikuti arah sinar matahari akan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar panel yang tidak bergerak. Dengan data pengukuran panel solar cell dengan solar tracking, sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Pengukuran Alat Dengan Solar Tracking (sudut 15°-145°)

Posisi Panel Pada Sudut 15° - 145°			
Waktu (Jam)	Tegangan (volt)	Arus (Ampere)	Lumen (Lux)
09 : 00	12,9	5,2	2706
12 : 00	13,3	5,3	3201
15 : 00	12,4	5,3	2696

Tabel 4. 11 Perbandingan Antara Lumen, Daya dan Waktu Posisi sudut 15° - 145°

Lumen (Lux)	Daya (Watt)	Waktu (Jam)
2706	67.08	09 : 00
3201	70.49	12 : 00
2696	65.72	15 : 00

4.2 Analisa Pengukuran Pada Sudut 15°

Data pengukuran pada panel solar cell posisi kemiringan sudut 0° mengarah ke sinar matahari terbit atau ke timur, atau posisi panel solar cell tegak lurus atau vertikal dari atas ke bawah, maka dapat kita analisa perhitungan dayanya dan dapat dihasilkan dari waktu yang berbeda tersebut ialah :

- a) Daya pada jam 09 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 11.9 \times 4$$

- = 47.6 W
- b) Daya pada jam 12 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 12.4 x 4
 = 49.6 W

- c) Daya pada jam 15 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 12.1 x 4
 = 48.4 W
- $$\text{Daya maks} = \frac{P1+P2+P3}{3} \times 100\%$$
- $$= \frac{47.6 + 49.6 + 48.4}{3} \times 100\%$$
- $$= 47.6 \%$$

Dari perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi 15° atau menghadap ke arah matahari terbit ialah 47.6 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit.

4.3 Analisa Pengukuran Pada Sudut 90°

Dan berikutnya data pengukuran panel solar cell pada posisi kemiringan sudut 90° mengarah ke atas tepat dibawah sinar matahari, atau vertikal maka dapat kita analisa perhitungan dayanya dan dapat dihasilkan dari ketiga jam tersebut ialah :

- a) Daya pada jam 09 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 11.7 x 5.1
 = 59.67 W
- b) Daya pada jam 12 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 12.7 x 5
 = 63.5 W
- c) Daya pada jam 15 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 11.3 x 5
 = 56.5 W
- $$\text{Daya maks} = \frac{P1+P2+P3}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{59.67+63.5+56.5}{3} \times 100\%$$

$$= 59.89 \%$$

Dari perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi 90° adalah 59.89 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit.

4.4 Analisa Pengukuran Pada Sudut 145°

Dari data pengukuran panel solar cell pada posisi kemiringan sudut 145° membelakangi atau ke arah timur dimana sinar matahari terbenam secara vertikal, dapat kita analisa perhitungan dayanya dan dapat dihasilkan dari ketiga jam tersebut ialah :

- a) Daya pada jam 09 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 11.7 x 5
 = 58.5 W
- b) Daya pada jam 12 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 12.2 x 5
 = 61 W
- c) Daya pada jam 15 : 00 wib
 $P = V \times I$
 = 11.9 x 5
 = 59.5 W
- $$\text{Daya maks} = \frac{P1+P2+P3}{3} \times 100\%$$
- $$= \frac{58.5+61 +59.5}{3} \times 100\%$$
- $$= 59.66 \%$$

Dari perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi 145° ialah 59.66 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit. Pada ketiga pengambilan data dengan sudut posisi panel yang

berbeda maka tegangan yang dikeluarkan oleh sumber tegangan yang dihasilkan oleh baterai ialah sebesar :

$$P = V \times I$$

$$= 12,08 \text{ Volt} \times 4,6 \text{ Amp}$$

$$= 55,56 \text{ watt}$$

Maka dapat dihitung :

- . Beban 55,56 watt
 - . Aki yang digunakan 12V/7,5Ah, Maka :
- $$I = 55,56 \text{ watt} \setminus 12\text{volt}$$
- $$= 4,63 \text{ Amp}$$

Tegangan baterai yang dipakai oleh lampu sebesar 7,5 Ah – 4,63A = 2,87 Ah (dengan kondisi panel solar cell yang statis atau tidak bergerak). Dengan kondisi nyala lampu selama 4,5 jam nyala.

4.5 Analisa Pengukuran Pada Sudut 15° sampai Dengan Sudut 145°

Data perhitungan diatas bahwa persentase daya yang dihasilkan oleh Panel solar cell pada posisi sudut 15° sampai dengan sudut 145° ialah 67.76 % daya yang dihasilkan apabila panel solar cell tersebut menghadap ke arah matahari terbit.

Dari data diatas dapat kita ambil perhitungan daya yang dihasilkan dari ketiga jam tersebut ialah :

- a) Daya pada jam 09 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.9 \times 5.2$$

$$= 67.08 \text{ W}$$
 - b) Daya pada jam 12 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 13.3 \times 5.3$$

$$= 70.49 \text{ W}$$
 - c) Daya pada jam 15 : 00 wib

$$P = V \times I$$

$$= 12.4 \times 5.3$$

$$= 56.72 \text{ W}$$
- $$\text{Daya maks} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} \times 100\%$$
- $$= \frac{67.08 + 70.49 + 56.72}{3} \times 100\%$$
- $$= 67.76 \%$$

Dari hasil data pengukuran dapat kita simpulkan dengan membandingkan daya tegangan dan intensitas cahaya dari ke – 4 (empat) sudut daya yang diserap oleh tenaga surya yang terbarukan ialah daya yang menggunakan panel solar cell yang dapat bergerak dengan menggunakan motor yang lebih maksimal penyerapannya, dengan beban daya lampu sebesar 50 watt.

$$P = V \times I$$

$$= 12,86 \text{ Volt} \times 5,26 \text{ Amp}$$

$$= 67,64 \text{ watt}$$

Maka dapat dihitung :

- . Beban 67,64 watt
 - . Aki yang digunakan 12V/7,5Ah, Maka :
- $$I = 67,64 \text{ watt} \setminus 12\text{volt}$$
- $$= 5,63 \text{ Amp}$$

Tegangan baterai yang dipakai oleh lampu sebesar 7,5 Ah – 5,63A = 1,87 Ah (dengan kondisi panel solar cell menggunakan solar tracking atau bergerak). Dengan kondisi beban lampu menyala selama 5 jam nyala.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pengukuran tegangan, daya dan intensitas cahaya maka dapat disimpulkan :

- a. Daya, tegangan dan intensitas cahaya yang dihasilkan oleh panel solar cell dengan posisi statis atau tidak bergerak dan panel solar cell maka solar tracking ini lebih kecil hasilnya
- b. Dan untuk daya, tegangan dan intensitas cahaya dengan panel solar yang menggunakan solar tracking ini nilai tegangan, daya dan intensitasnya lebih besar. Dengan melihat data yang diambil pada bab IV pada bahasan 4.3.4 yaitu sebesar : 67,76 % daya yang dapat diserap oleh panel solar dengan menggunakan solar tracking.
- c. Untuk kebutuhan baterai yang digunakan dengan kapasitas baterai 7,5Ah ini bahwa lebih efisien dengan menggunakan solar tracking yang dengan hanya mengkonsumsi tegangan baterai sebesar 1,87Ah selama 4,5 jam nyala, berbeda dengan kebutuhan tegangan dengan solar cell statis sebesar 2,87Ah selama 5 jam nyala lampu dengan beban 50watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. W. Engga Kusumayogo, “Analisis Teknis dan Ekonomis Penerapan Penerangan Jalan Umum Solar Cell Untuk Kebutuhan Penerangan di Jalan Tol Darma Surabaya,” *Jurnal Universitas Brawijaya*, vol. 2, p. 20, 2018.
- [2] E. L. Utari, “Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Pengganti Listrik Untuk Memenuhi Kebutuhan Penerangan Jalan Di Dusun Nglinggo Kelurahan Pagerharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo,” *Jurnal Pengabdian “ Dharma Bakti “* , vol. 1, p. 2, 2018.
- [3] L. Aditya, *PLTS PV Battery System*, Jakarta: Universitas Krisnadwipayana, 2020.
- [4] G. B. Ardina, *Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrocontroler Arduino Uno*, Malang, 2018.
- [5] M. Taufik, “Pengisian Baterai Otomatis Menggunakan Solar Tracking Sistem Via Short Message Service,” *Jurnal Politeknik Sriwijaya*, p. 9, 2017.

ANALISIS KONSUMSI DAYA PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA SISTEM JARINGAN LISTRIK TEGANGAN RENDAH DI HOTEL THE 101 CENGKARENG

Lukman Aditya, Alhaqam Rizky Ilmianta

Abstrak - Hotel the 101 Cengkareng adalah terletak di salah satu kawasan yang mengusung konsep terpadu di daerah Cengkareng dan sekaligus bertujuan untuk ikon Bandara Soekarno Hatta. Kawasan ini bernama Cengkareng *Business Centre*, yang di dalamnya telah di bangun Pusat perkantoran, Hotel, dan yang akan datang ini di rencanakan akan di bangun Apartement dan Pusat pembelian atau *Shopping Centre*. Berdasarkan hasil pengukuran awal, faktor daya ($\cos \phi$) listrik rata-rata pada Hotel the 101 Cengkareng sebesar 0,81. Untuk meningkatkan penggunaan daya aktif pada Hotel the 101 Cengkareng salah satunya dengan cara melakukan pemasangan kapasitor bank pada sisi tegangan rendah, sehingga pada penelitian ini akan di lakukan analisa perbandingan seberapa besar efisiensi daya optimal yang dihasilkan setelah dilakukan pemasangan kapasitor bank ini. Dari hasil analisa dan pencatatan data ternyata dengan pemasangan kapasitor bank pada Hotel the 101 Cengkareng, penggunaan kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya memiliki keistimewaan dan manfaat, baik dari segi ekonomis maupun dari segi teknis yang bekerja secara otomatis dalam perbaikan factor daya. Faktor daya pada Hotel the 101 Cengkareng sebelum perbaikan dengan $\cos \phi$ 0,82 menghasilkan daya reaktif sebesar 496,51 kVAR sedangkan dengan menggunakan $\cos \phi$ 0,99 daya reaktif yang dihasilkan sebesar 99,30 kVAR. Jadi besar daya reaktif yang di kompensasi atau di berikan kapasitor bank adalah 397 kVAR.

Kata kunci: *power factor optimal, kapasitor bank, nilai investasi saat ini, indikasi kelayakan baik.*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan modern saat ini, penggunaan energi listrik sangat besar, dan besarnya energi atau muatan listrik yang digunakan ditentukan oleh reaktansi (R), induksi (L), dan kapasitansi (C). Besarnya konsumsi energi listrik disebabkan oleh banyaknya peralatan (beban) listrik yang digunakan dan semuanya berbeda. Beban listrik yang digunakan umumnya bersifat induktif dan kapasitif, sedangkan beban kapasitif memancarkan daya reaktif. Daya ini tidak dapat dipakai secara langsung oleh beban untuk diubah menjadi energi lain, tetapi

berupa daya magnetisasi yang dapat membangkitkan fluksi magnet pada peralatan listrik induksi. Daya reaktif biasanya terdapat pada transformator, motor-motor listrik dan peralatan induksi lainnya.

Jadi alasan pemborosan energi listrik adalah banyaknya alat induksi. Artinya, saat menggunakan energi listrik, pelanggan tidak hanya menanggung beban daya aktif (KW) saja, tetapi juga daya reaktif (KVAR). Pengurangan kedua daya tersebut akan menghasilkan daya yang sebenarnya, yaitu daya yang disediakan oleh PLN. Upaya

peningkatan efisiensi daya antara lain dengan meningkatkan faktor daya (power factor = pf), jika faktor daya rendah (pf). Dalam kasus jaringan listrik yang lebih tinggi yang sudah memiliki faktor daya rendah, faktor daya perlu ditingkatkan. Diketahui bahwa nilai cos adalah dari 0 sampai 1. Artinya kondisi terbaik adalah ketika harga P: (KW) maksimum [$P: (KW) = S: (KVA)$]. Ini juga disebut cos terbaik, tetapi sebenarnya harga cos yang ditentukan oleh PLN sebagai bagian catu daya adalah 0,8. Hal inilah yang harus diketahui oleh setiap orang, bahwa untuk dapat menekan penggunaan semua daya listrik yang optimal, maka kita harus meningkatkan faktor daya, sehingga nilai daya reaktif dapat diturunkan. Oleh sebab itu daya aktif diharapkan sama dengan daya semu yang digunakan atau dengan kata lain faktor daya mendekati 1. Salah satu cara untuk memperbaiki faktor daya adalah dengan cara membuat rangkaian kapasitor bank pada jaringan listrik. Cara inilah yang dilakukan di project Hotel the 101 Cengkareng saat ini dengan tujuan untuk memperbaiki faktor daya hotel yang diakibatkan oleh beban induktif. Dengan memasang kapasitor pada sisi tegangan rendah Hotel 101 Cengkareng, diharapkan konsumsi listrik pelanggan dapat digunakan secara optimal.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Kualitas Daya Listrik

Energi listrik yang digunakan untuk pengoperasian peralatan listrik dalam jumlah yang besar dapat dilihat dari kualitas dan kuantitas energi listriknya. Oleh karena itu, perusahaan penyedia tenaga listrik harus memperhatikan masalah kualitas daya yang mungkin ditimbulkan, sehingga konsumen yang

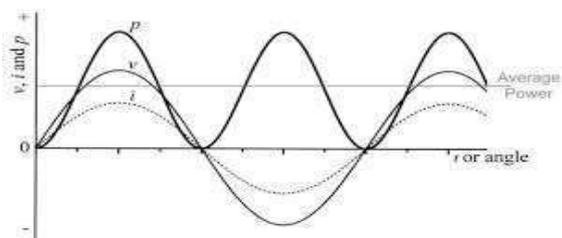
membutuhkan daya dapat memperoleh pasokan daya yang cukup dalam hal kontinuitas dan kualitas tegangan catu daya. Industri sangat rentan terhadap masalah kualitas daya karena motor yang digunakan di industri sensitif terhadap lonjakan tegangan yang disebabkan oleh masalah yang dihasilkan daya. Oleh karena itu, upaya untuk memberikan pelayanan distribusi tenaga listrik yang berkualitas kepada konsumen harus memenuhi standar. Istilah masalah listrik bukanlah hal baru, tetapi telah menjadi topik di industri sejak akhir 1980-an. Kualitas sistem tenaga listrik dapat dinilai dari tingkat keandalan daya untuk mengatasi masalah- masalah pada sistem tersebut.

Beberapa alasan penting masalah kualitas daya perlu diperhatikan, yaitu [1]:

1. Sensitifitas peralatan listrik terhadap kualitas daya yang digunakan, terutama untuk peralatan listrik yang menggunakan perangkat lunak berbasis mikroprosesor dan perangkat lunak elektronika daya lainnya, dan harus selalu menjaga level tegangan yang stabil untuk beroperasi di bawah tegangan kerja dari perangkat tersebut.
2. Peningkatan efisiensi energi secara keseluruhan yang mengarah ke peningkatan terus-menerus dari tingkat efisiensi yang digunakan dalam peralatan listrik. Seperti contoh, Pengaturan sistem pengoperasian motor motor listrik dengan menggunakan inverter atau dengan pemakaian kapasitor bank, hal ini dapat mengurangi kerugian yang timbul dengan cara memperbaiki faktor daya. Lonjakan tersebut bentuk harmonisasi dalam sistem, dan banyak pakar di industri tenaga

listrik sangat prihatin karena kemungkinan besar akan berdampak pada penurunan kapasitas di masa mendatang.

3. Para pengguna listrik sekarang ini mengetahui pentingnya masalah kualitas daya. Pengguna ini juga menyadari masalah seperti pemadaman listrik dan peralihan sementara, oleh karena itu diharapkan perusahaan utilitas untuk menyediakan daya yang berkualitas.
4. Saat ini sistem Interkoneksi antar jaringan telah dibuat, ini tujuannya untuk menjaga kehandalan sistem jaringan listrik tetap terjaga, akan tetapi hal ini juga tidak semata



mata kita percaya bahwa tidak ada lagi masalah yang dihadapi dalam menjaga kualitas daya tersebut melainkan masih ada factor lain yang bias saja terjadi seperti kegagalan komponen lain dan lain sebagainya.

Disamping berbagai masalah yang diakibatkan oleh kualitas daya yang buruk, perlu diperhatikan juga dari sisi teknis, seperti perubahan nilai tegangan yang drastic, arus dan frekuensi, karena hal ini dapat menyebabkan kerusakan atau malfungsi pada motor. Oleh karena itu, perusahaan penyedia tenaga listrik harus menjamin pendistribusian energi yang memadai untuk menghindari kerugian bagi pemasok dan penerima.

2.2 Jenis Beban Listrik

Pada rangkaian listrik khususnya arus bolak-balik atau memiliki karakteristik yang berbeda dengan rangkaian arus searah. Di antaranya jenis muatan yang

dilalui rangkaian listrik AC adalah beban resistif, induktif, dan kapasitif, dan semuanya memiliki karakteristik yang berbeda.

Beban Listrik Resistif

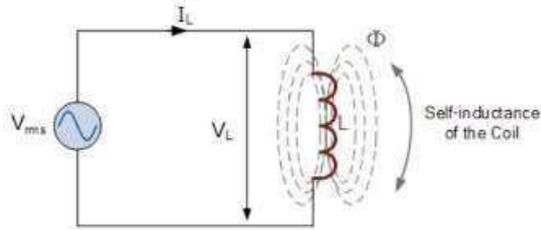
Beban resistif (R) yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm saja (*resistance*), seperti elemen pemanas (*heating element*) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tahanan murni ini tidak menghasilkan energi listrik sama sekali, tetapi menyerap energi listrik secara sempurna, sehingga memiliki sifat mencegah elektron melewatinya. Karena sifat dari hambatan ini, akan menyebabkan energi listrik yang diserap diubah menjadi bentuk panas, dan tidak akan mengubah bentuk gelombang AC.

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa gelombang arus dan tegangan selalu pada fase bersamaan. Dan nilai dari dayanya selalu positif sehingga sifat bebannya resistif akan selalu menyerap penuh daya nyata.

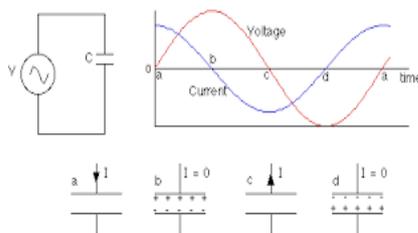
1. Beban Listrik Induktif

Induktif adalah sifat kerja bebannya yang menimbulkan medan magnet. Beban listrik induktif artinya beban listrik yang dalam proses kerjanya memanfaatkan medan magnet untuk menghasilkan reaksi suatu gerakan. Medan magnet ini timbul akibat adanya lilitan kawat atau kumparan kawat. Beban listrik yang memiliki sifat induktif adalah, motor listrik, transformator, dan relay. Pada motor induksi AC misalnya, mesin ini memanfaatkan medan magnet yang timbul pada stator. Medan magnet ini digunakan untuk menginduksi rotor sehingga timbul medan magnet yang

berlawanan pada stator dan mengakibatkan rotor berputar. Untuk menghasilkan induksi diperlukan energi listrik yang disebut dengan daya reaktif dari sumber listrik bolak-balik. Untuk memutar beban yang dikopling dengan porosnya diperlukan daya nyata. Dari hasil daya nyata dan daya reaktif inilah akan timbul daya semu.

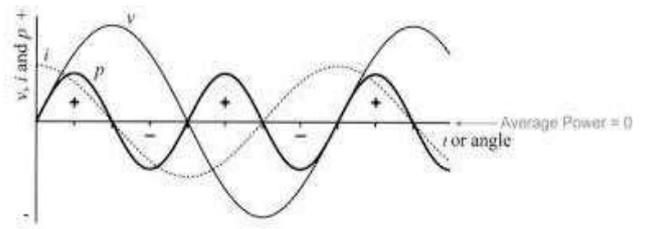


Pada Rangkaian listrik bolak balik Sifat kumparan atau lilitan kawat adalah menghalangi berubahnya nilai arus listrik. Nilai arus pada listrik arus bolak balik selalu naik turun membentuk gelombang sinusoida. Perubahan inilah yang dihalangi oleh lilitan atau kumparan sehingga nilai arus listrik tertinggal oleh tegangan.



Gambar II. 1 Rangkaian Listrik arus AC Terhadap Beban Kapasitif [1].

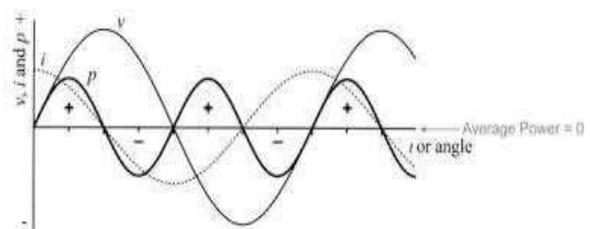
Gambar diatas adalah dimana beban listrik kapasitif murni pada rangkaian listrik AC. Dimana rangkaian ini mempunyai tegangan yang naik turun sehingga sifat kapasitif ini akan bekerja menyimpan dan mengeluarkan tegangan sesuai denga berubahnya tegangan. Hal ini yang akan



Pada Gambar diatas terlihat bahwa arus tertinggal dari tegangan sebesar 90 derajat. Dengan ini maka beban induktif disebut lagging (arus tertinggal oleh tegangan) dan juga beban listrik yang bersifat induktif tidak mengkonsumsi daya nyata melainkan mengkonsumsi daya reaktif.

2. Beban Listrik Kapasitif Kapasitif adalah lawan dari induktif. Jika induktif menghalangi nilai arus, maka kapasitif menghalangi tegangan. Dengan kata lain, beban kapasitif adalah beban yang mempunyai sifat menghalangi tegangan yang berubah nilainya. Sifat kapasitif inilah yang berguna menyimpan tegangan sementara.

mengakibatkan arus akan mendahului tegangan (leading).



Gambar II. 2 Gelombang listrik AC Terhadap Beban Kapasitif [1].

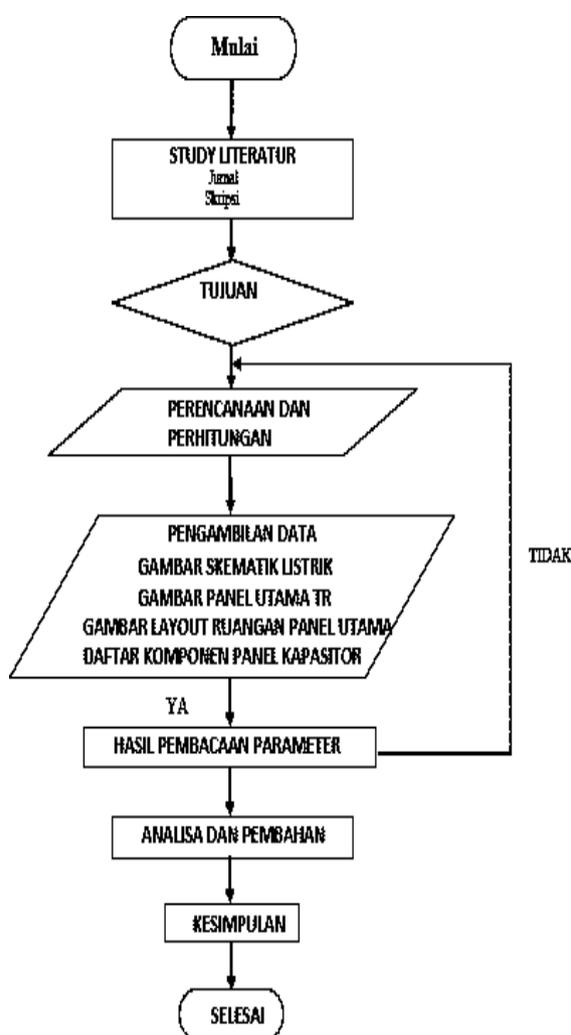
Ilustrasi diatas adalah bentuk gelombang sinus tegangan dan arus pada listrik AC terhadap beban murni kapasitif. Daya listrik untuk menopang beban kapasitif ini juga berbentuk sinus. Nilai positif pada daya yang diserap kapasitor di

setengah gelombang awal sinus daya, dan juga nilai negatif atau yang dikeluarkan oleh kapasitor di setengah gelombang yang kedua [2].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Gambar flowchart di bawah ini tentang proses melaksanakan penelitian aktual di proyek Hotel The 101 Cengkareng



3.2 Studi Literatur

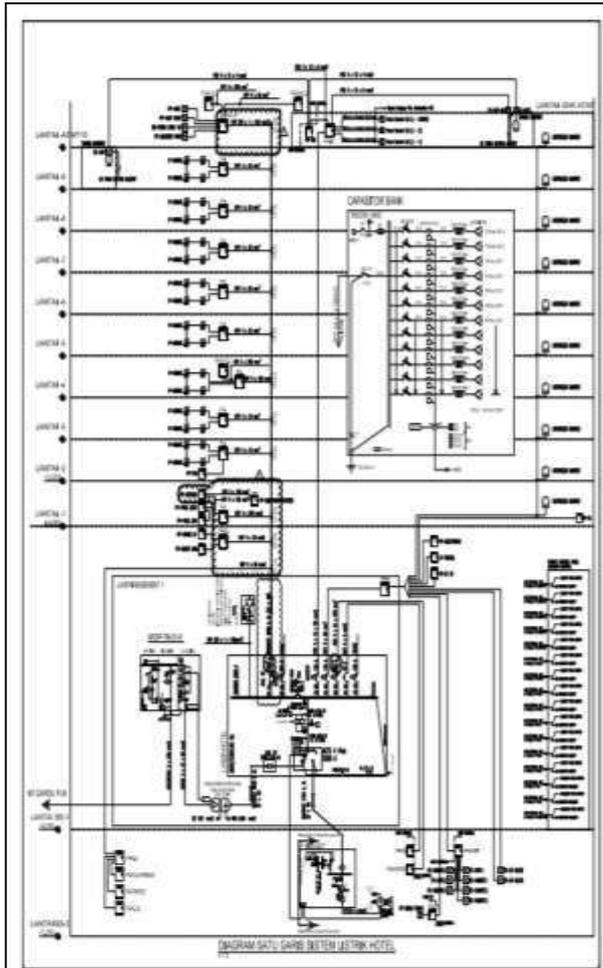
Studi literatur merupakan salah satu proses dalam penelitian ini yang dilakukan dengan mencari semua hal informasi yang berkaitan dengan

penelitian ini, yaitu dengan menelusuri referensi-referensi yang ada guna memperbanyak informasi agar penelitian ini terarah dengan baik. Informasi yang dicari baik dalam buku-buku, jurnal, artikel dan penelitian yang ada kaitannya dalam penelitian ini. Dalam tahap ini penyusun akan mengumpulkan dan mencari informasi tentang metode-metode yang digunakan untuk menganalisa pengaruh kinerja kapasitor bank dalam memperbaiki faktor daya yang didasarkan pada standarisasi baik secara nasional maupun internasional. Dengan beberapa metode yang ada dan standar acuan penyusun akan memilih metode yang sesuai untuk diterapkan terhadap objek penelitian.

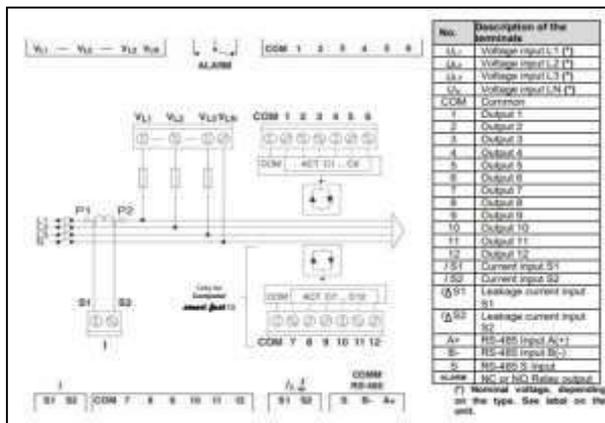
3.3 Alat dan Komponen yang digunakan

Data yang diambil adalah data real yang diperoleh dari Hotel the 101 Cengkareng Airport yang memiliki 10 lantai plus 1 lantai Rooftop. Penelitian ini hanya dilakukan pada lantai Basement 1 ruang LVMDP (*Low Voltage Main Distribusi Panel*), dimana ruangan ini adalah pusat dari sumber listrik di area konsumen/pelanggan, dan di Kantor pengembang / Ruang *Engineering* yang ada di lantai 7 gedung *Marketing Gallery*.

Berikut gambar ruangan dan skematik sistem listrik di Hotel The 101 Cengkareng dengan menggunakan tegangan menengah 20 kV daya langganan 865 kVA, dilengkapi dengan *transformer 1x1250 kVA*,



No	Nama Komponen	Qty	Type	Merek
1.	Pilot Lamp 22mm, Red	10	XB	CIC/Equal
2.	Pilot Lamp 22mm, Yellow	1	XB	CIC/Equal
3.	Pilot Lamp 22mm, Green	10	XB	CIC/Equal
4.	Push button Green	10	XB	CIC/Equal
5.	Push button Red	10	XB	CIC/Equal
6.	Fuse Control 6 A	7	RT18-32+10x38	CIC/Equal
7.	Power factor reg. (PFR) 12 step Smart f	1	RS 485 COMP	Circutor
8.	Selector Switch 2P A-O-M	1		Salzer
9.	Thermostat (Fan-Alarm) Bimetal 0-60°C,	1	NSYCCOTH0	Schneider
10.	EXHAUSH FAN 220VAC	2		ex Impof
11.	LBS 3P 630 A	2	Sirco	Socomec
12.	CAPACITOR 12.5 KVAR 440V	4	CLZ-FP44 -12.5	Circutor
	CAPACITOR 25 KVAR 440V	4	CLZ-FP44 -25	Circutor
	CAPACITOR 50 KVAR 440V	5	CLZ-FP44 -50	Circutor
13.	MCCB 4P 17.5-25A, 36kA	4	NSX100F + TM25D	Schneider
	MCCB 4P 28-40A, 36kA	4	NSX100F + TM40D	Schneider
	MCCB 4P 70-100A, 36kA	5	NSX100F + TM100D	Schneider
14.	CONTACTOR CAPACITOR 12.5 KVAR 440V	4	LC 1DFKM7	Schneider
	25 KVAR 440V	4	LC 1DMKM7	Schneider
	50 KVAR 440V	5	LC 1DWK12M7	Schneider
15.	CONTROL 4P RELAY 220VAC + SOCKET	4	MY-4	Omron



No	JAM	DAYA		Cos φ (phi)
		KVA	KW	
1	00:00	865	709	0,82
2	01:00	845	675	0,80
3	02:00	860	696	0,81
4	03:00	868	685	0,79
5	04:00	852	690	0,81
6	05:00	858	695	0,81
7	06:00	843	691	0,82
8	07:00	862	707	0,82
9	08:00	884	725	0,82
10	09:00	884	734	0,83
11	10:00	883	724	0,82
12	11:00	878	702	0,80
13	12:00	860	705	0,82
14	13:00	865	683	0,79
15	14:00	870	696	0,80
16	15:00	888	710	0,80
17	16:00	889	720	0,81
18	17:00	867	711	0,82
19	18:00	1012	840	0,83
20	19:00	1027	832	0,81
21	20:00	1035	839	0,81
22	21:00	899	746	0,83
23	22:00	894	724	0,81
24	23:00	892	741	0,83
Rata-Rata		861	700	0,81

Berdasarkan hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 2 diatas, diperoleh diperoleh daya kompleks rata-rata Hotel The 101 Cengkareng sebelum pemasangan kapasitor sebesar 861 kVA, dengan meningkatkan faktor daya sebesar 0,99, penggunaan daya kompleks rata-rata Hotel the 101 cengkareng setelah pemasangan kapasitor berkurang menjadi 700 kVA. Untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,99 pada Hotel the 101 Cengkareng,

$$Q1 = P \cdot \tan \phi_1 \text{ [kVAR]}$$

$$\phi_1 = \cos^{-1}(0,82) = 34,92^\circ$$

$$\tan \phi_1 = \tan(34,92^\circ) = 0,70$$

$$Q_1 = 709 \times 0,70 = 496,51 \text{ kVAR}$$

Maka daya kompleks yang baru menjadi:

$$S_2 = P / \cos \phi_2 = [\text{kVA}],$$

Berdasarkan perhitungan diatas, rekapitulasi perhitungan injeksi daya reaktif pada Hotel 101 Cengkareng dengan faktor daya optimal dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

4. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

Perhitungan daya reaktif rata rata dari hasil pengamatan yang dilakukan pada Hotel the 101 Cengkareng pada panel kapasitor bank saat dinyalakan dengan Cos ϕ 0,99 dan daya dari PLN 865 kVA. Pengukuran mencakup tegangan, arus, daya dan faktor daya, sebagai berikut:

Tegangan (V) = 410 Volt

Arus (IR) = 2.130 A

Arus (IS) = 2.109 A

Arus (IT) = 2.120 A

Data daya beban yang digunakan di Hotel the 101 Cengkareng :

JAM	Sebelum dipasang Kapasitor			Setelah dipasang Kapasitor			Qc (kVAR)
	S ₁ (kVA)	cos ϕ_1	Q ₁ (kVAR)	S ₂ (kVA)	cos ϕ_2	Q ₂ (kVAR)	
00:00	865	0.82	496	770	0.92	304	191
01:00	845	0.80	473	734	0.92	290	182
02:00	860	0.81	487	731	0.92	289	198
03:00	868	0.79	528	725	0.92	286	241
04:00	852	0.81	483	729	0.92	288	194
05:00	858	0.81	486	725	0.92	286	199
06:00	843	0.82	486	721	0.92	285	198
07:00	862	0.82	495	738	0.92	292	203
08:00	884	0.82	507	757	0.92	299	207
09:00	884	0.83	440	767	0.92	303	137
10:00	883	0.82	507	756	0.92	299	207
11:00	878	0.80	491	733	0.92	290	201
12:00	860	0.82	493	736	0.92	291	202
13:00	865	0.79	526	713	0.92	282	243
14:00	870	0.80	487	726	0.92	287	199
15:00	888	0.80	497	742	0.92	293	203
16:00	889	0.81	504	753	0.92	297	206
17:00	867	0.82	498	743	0.92	293	204
18:00	1012	0.83	504	882	0.92	349	155
19:00	1027	0.81	582	874	0.92	345	236
20:00	1035	0.81	587	881	0.92	348	238
21:00	899	0.83	447	780	0.92	308	139
22:00	894	0.81	507	757	0.92	299	207
23:00	892	0.83	444	774	0.92	306	138
Rata-Rata	861	0.81	498	760	0.92	300	197

Trafo = 1.250 kVA

Daya semu(S₁)=865kVA(Daya sambung)

Daya aktif (P)= S / cos ϕ (Watt)

= 496,51 kVAR (daya reaktif sebelum dipasang kapasitor)

Pemakaian daya reaktif per bulan

KVARh = Q₁ x 24 jam 30 hari

=496,51 x 24 x 30

=357.487 KVARh

Kelebihan Pemakaian Daya Reaktif

= 357.487 - 496,51

$= 865/0,82 = 709 \text{ kW}$

$\cos\phi_1 = 0,82$ (factor daya awal)

$\cos\phi_2 = 0,99$ (Faktor daya yang dicapai)

Perhitungan pemakaian listrik perbulan

$= \text{Waktu pemakaian} \times \text{Daya aktif}$

$= 24 \text{ jam} \times 30 \text{ Hari} \times 709 \text{ kW}$

$= 510.480 \text{ kWh}$

Perhitungan batas kVAR yang dibebaskan oleh PLN :

Maka daya Semu (S_2) yang baru menjadi:

$S_2 = P / \cos\phi_2 [\text{kVA}]$, $S_2 = 709 / 0,99 = 716,46 \text{ kVA}$

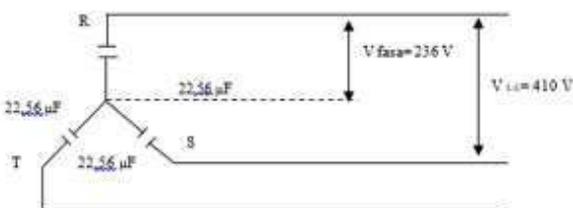
Untuk menghitung nilai daya reaktif rata rata setelah pemasangan kapasitor dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$Q_2 = P \cdot \tan\phi^2 [\text{kVAR}]$,

$= 0,62 \times \text{Pemakaian perbulan}$

$= 0,62 \times 510.480 = 316.497 \text{ KWh}$

Untuk menghitung nilai daya reaktif rata rata sebelum pemasangan kapasitor dapat



digunakan persamaan sebagai berikut:

Daya reaktif (Q_1) $= P \cdot \tan\phi_1 [\text{kVAR}]$

$\phi_1 = \cos^{-1}(0,82) = 34,92^\circ$

$\tan\phi_1 = \tan(34,92^\circ) = 0,70$

$(Q_1) = 709 \times 0,70$

$\phi_2 = \cos^{-1}(0,99) = 8,11^\circ$

$\tan\phi_2 = \tan(8,11^\circ) = 0,14$

$Q_2 = 709 \times 0,14$

$\text{KVARh} = 356.991$

$= 99,302 \text{ kVAR}$ (daya reaktif sesudah dipasang kapasitor)

Pemakaian daya reaktif per bulan

$\text{KVARh} = Q_2 \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}$

$= 99,302 \times 24 \times 30$

$= 71.497 \text{ KVARh}$

Kelebihan Pemakaian Daya Reaktif

$= 71.497 - 316.497$

$= -245.000 \text{ kVARh}$

Selisih kelebihan Pemakaian Daya Reaktif

$= 316.497 - (-245.000)$

$= 561.497 \text{ kVARh}$

Besarnya kapasitas kapasitor (kVAR) yang di butuhkan untuk injeksi daya reaktif adalah: $Q_c = Q_1 - Q_2 \dots [\text{kVAR}]$,

$Q_c = 496,51 - 99,30 = 397,20 \text{ kVAR}$

4.1.1 Perhitungan Kapasitas Kapasitor Bank Hubungan Bintang

$V_{\text{fasa}} = V_{L-L} / \sqrt{3} = 410 / 1,73 = 236 \text{ Volt}$

Kapasitas kapasitor adalah :

$\text{Kapasitor total} = 3 \times 7,52 \mu\text{F} = 22,56 \mu\text{F}$

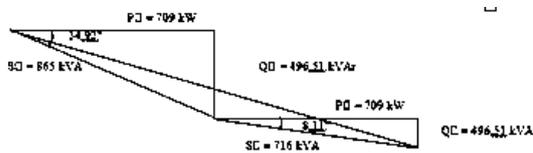
Pada saat $\cos \phi$ awal 0,82,

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$

Semakin besar faktor daya maka arus yang di serap pelanggan untuk pemakaian daya yang sama akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya bila factor daya rendah maka arus yang di serap akan semakin besar. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan diatas, pemasangan kapasitor bank dapat mempengaruhi penggunaan daya komplek

dan daya reaktif di Hotel The 101 Cengkareng. Analisa Perbandingan daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank di Hotel The 101 Cengkareng dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

No	Parameter	Sebelum Pemasangan Kapasitor	Setelah Pemasangan Kapasitor
1	Daya S [Kva]	865	716
2	Daya P [kW]	709	709
3	Daya Q [kVAR]	496,51	99,30
4	Cos ϕ	0,82	0,99



Gambar IV. 2 Kompensasi Daya

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pengukuran tegangan, daya dan intensitas cahaya maka dapat disimpulkan :

1. Penggunaan kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya memiliki keistimewaan dan manfaat, baik dari segi ekonomis maupun dari segi teknis yang bekerja secara otomatis dalam perbaikan factor daya.
2. Faktor daya pada Hotel the 101 Cengkareng sebelum perbaikan dengan cos ϕ 0,82 menghasilkan daya reaktif sebesar 496,51 kVAR sedangkan dengan menggunakan cos ϕ 0,99 daya reaktif yang dihasilkan sebesar 99,30 kVAR. Jadi besar daya reaktif yang di kompensasi atau di berikan kapasitor bank adalah 397 kVAR.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hakim, Muhammad Fahmi, “Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki

Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang” , Jurnal ELTEK, Vol 12 Nomor 01, Politeknik Kota Malang, Malang, 2014. Alland, Khadafi dan Arfah Z, Efrita, “Perancangan Kabutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line MESS I Di PT. Bumi Lamongan Sejati (WBL)” , Jurnal Teknik Elektro, UNESA, Surabaya, 2013.

[2] Prayogo, Muhammad Danang Putro, “Efektifitas Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya Pada Batu Night Spectacular (BNS)” , Jurnal Teknik Elektro,UNESA, Surabaya, 2018.

[3] Prasetyo, M.T. dan L. Assefat. 2010. Efektifitas Pemasangan Kapasitor Sebagai Metode Alternatif Penghemat Energi Listrik. Jurnal Media Elektrika 3(2):2-32.

[4] I Putu Agus Didik Hermawan, Titiek Suheta, 2012,Pemasangan Kapasitor Bank di Pabrik PT Eratex Djaja Tbk Probolinggo, Jurnal Iptek, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

[5] Stevenson, Wiliam Jr, “Analisa Sistem Tenaga Listrik”, Erlangga, Bandung : 1983

[7]. Marzuki Darusman, 2018. Analisa Kelayakan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Gardu Distribusi Untuk Kemampuan Layanan di PT. EPI (Energi Pelabuhan Indonesia) Cabang Pontianak. Jurnal Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak.

[8]. Darsono, dkk. 2012. Studi Perbaikan Faktor Daya Dengan Simulasi Komputer Menggunakan Piranti Lunak Visual Basic 6.0. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pakuan

[9] Marsuadi, Djiteng” PembangkitEnergi Listrik”. Erlangga, Bandung : 2011

