

TUGAS AKHIR

PROTOTYPE SISTEM PENGONTROLAN DAN MONITORING PEMUTUS TENAGA BERBASIS MIKROKONTROLER

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

M SEPTO PRANOTO

1907220040



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : M Septo Pranoto
NPM : 1907220040
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Prototype System Pengontrolan dan Monitoring Pemutus Tenaga Berbasis Mikrokontroler.
Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

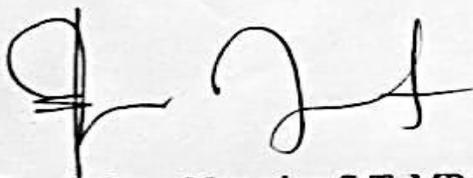
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Mengetahu dan Menyetujui
Dosen Pembimbing



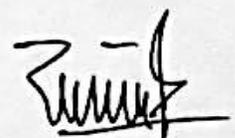
Faisal Irsan Pasaribu, S.T.M.T

Dosen Penguji I



Elvy Sahnur Nasution, S.T., MPd.

Dosen Penguji II



Rohana, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : M Septo Pranoto
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 18 September 2001
Npm : 1907220040
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir
Saya yang berjudul :

“Prototype System Pengontrolan dan Monitoring Pemutus Tenaga Berbasis Mikrokontroler.”

Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara Orisinil dan Ontentik.

Bila Kemudian Hari diduga Kuat ada ketidak sesuaian antara Fakta dan kenyataan ini, Saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan Sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan Kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 5 Oktober 2023
Saya yang menyatakan,



M Septo Pranoto

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Prototype Sistem Pengontrolan Dan Monitoring Pemutus Tenaga Berbasis Mikrokontroler**” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang telah mendoakan serta memberi dukungan.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M,T.selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregarr, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M,T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro,Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teman-teman seperjuangan berikut : Tamsil Hasan Nst ST., Adhetiya Billy Sahputra ST., Dwi Chandra ST., Bima Suria Nst dan Novriyan Ditya

8. Teman-teman Seperjuangan Teknik Elektro Kelas A3 Malam Stambuk 2019.

Tentu proposal tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, Oleh sebab itu penulis memohon kritik dan saran serta masukan yang membangun. Harapan penulis proposal tugas akhir ini dapat menambah pengetahuan hal baru mengenai bidang elektro khususnya di energy baru terbarukan.

Medan, 20 September 2023

M Septo Pranoto
1907220040

ABSTRAK

Berdasarkan penelitian sebelumnya berhubungan dengan system kerja Pemutus Tenaga, maka dibuatlah system pengontrolan pemutus tenaga berbasis mikrokontroler. Yang bertujuan untuk mengetahui prinsip kerja dari pengontrolan pemutus tenaga (PMT) dan juga dapat merekam gangguan apa saja yang pernah terjadi. Agar memudahkan para petugas untuk menangani masalah yang terjadi pada system tersebut dengan melihat dari alarm atau data-data yang sudah terekam di system . Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan. Perancangan Prototype pemutus berbasis mikrokontroller dilakukan dengan diawali dengan rangkaian yang dibuat, kemudian alat yang dirancang disesuaikan dengan rangkaian yang telah dibuat hingga menghubungkan alat dengan mikrokontroller arduino uno. Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 12% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 87,56% terendah. Hal ini menandakan sensor arus ACS712 pada alat prototype pemutus tenaga masih berada dalam batas efektif. Pengambilan data pada Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 7% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 92,66% terendah. Hal ini menandakan sensor tegangan Zmpt101b pada alat prototype pemutus tenaga berbasis mikrokontroler masih berada dalam batas efektif.

Kata Kunci : PMT, PMS, Arduino Uno, Sensor ACS 712, Sensor ZMPT101B

ABSTRACT

Based on previous research related to the PMS working system, a PMT and PMS control system was created using IoT (Internet of Things). The aim is to understand the working principle of controlling power breakers (PMT) and disconnecter switches (PMS), and can also record any disturbances that have occurred. To make it easier for officers to handle problems that occur in the system by looking at the alarms or data that has been recorded in the IoT (Internet of Things) system. In this research, conclusions can be drawn. The design of the microcontroller-based PMS and PMT prototype is carried out by starting with the circuit that is made, then the designed tool is adapted to the circuit that has been made and connects the tool to the Arduino Uno microcontroller. From 9 attempts at collecting data for each line from Line 1, Line 2 and Line 3, the error rate for each sensor was relatively low, namely 12%, the highest and the level of accuracy or accuracy was 87.56%, the lowest. This indicates that the ACS712 current sensor on the PMS and PMT prototype devices is still within effective limits. Taking data on Line 1, Line 2 and Line 3, the error rate from each sensor was relatively low, namely 7%, the highest and the level of accuracy or precision was 92.66%, the lowest. This indicates that the Zmpt101b voltage sensor on the PMS and PMT prototype devices is still within effective limits.

Keywords : PMT, PMS, Arduino Uno, Sensor ACS 712, Sensor ZMPT101B

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan.....	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1 Gardu Induk.....	7
2.2.2. Pemutus Tenaga (PMT).....	8
2.2.3. Pemisah Tegangan (PMS)	14
2.2.3. Internet Of Things.....	16
2.2.4. Mikrokontroler	18
2.2.5. Sensor Arus.....	24
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Waktu dan Tempat.....	33
3.1.1. Waktu	33
3.1.2. Tempat.....	33
3.2. Bahan dan Alat	33

3.3. Bagan Alir Penelitian.....	35
3.4. Prosedur Penelitian	36
3.5. Implementasi Alat	36
3.6. Metode Pengujian Sistem	38
3.7. Metode Analisis Data	38
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Perancangan Alat	39
4.1.1. Alat dan Bahan	39
4.1.2. Bahan Perancangan.....	39
4.1.3. Pembuatan Alat	40
4.2. Analisis Kinerja Alat.....	50
4.2.1. Pengujian Sensor Arus ACS712.....	50
4.2.2. Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101b	55
BAB 5 PENUTUP	60
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gardu Induk (Irwan, 2019)	7
Gambar 2. 2 PMT 250 KV (Irwan. 2019).....	8
Gambar 2. 3 Macam – Macam PMT (Irwan, 2019)	9
Gambar 2. 4 PMT Single Pole (Irwan, 2019).....	10
Gambar 2. 5 PMT Three Pole.....	10
Gambar 2. 6 Interupter (Muqaddam, 2022)	12
Gambar 2. 7 Terminal Utama PMT (Muqaddam, 2022)	13
Gambar 2. 8 Lemari Mekanik PMT (Muqaddam, 2022).....	14
Gambar 2. 9 PMS (Pratama, 2020).....	15
Gambar 2. 10 Skala IoT	17
Gambar 2. 11 Ruang Alamat Memori (Sumber : Chanim, 2010)	19
Gambar 2. 12 Skema Miktrokontroller (Sumber Chanim, 2010).....	20
Gambar 2. 13 Ilustrasi Sensor ACS 712 (Ratnasari & Senen, 2017)	26
Gambar 2. 14 Terminal ACS 712	27
Gambar 2. 15 Skema Rangkaian Sensor ZMPT101B	28
Gambar 2. 16 LCD.....	30
Gambar 2. 17 Motor Servo.....	31
Gambar 2. 18 Prinsip Kerja Motor Servo	32
Gambar 3. 1 Bagan Alir	35
Gambar 3. 2 Rangkaian alat	37
Gambar 4. 1 Persiapan Alat dan Bahan	41
Gambar 4. 2 Peletakan Sensor Tiap Line	41
Gambar 4. 3 Penghubungan Perangkat Ke Arduino	42
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus Line 1	52
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus Line 2	53
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus Line 3	54
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Tegangan Line 1	56
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Tegangan Line 2.....	57
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Tegangan Line 3.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor Tegangan ZMPT101B.....	29
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Sensor ACS712 Line 1.....	51
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sensor ACS712 Line 2.....	52
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Sensor ACS712 Line 3.....	53
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Sensor Zmpt101b Line 1.....	55
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Sensor Zmpt101b Line 2.....	57
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Sensor Zmpt101b Line 3.....	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energy listrik pada saat ini merupakan hal yang terpenting dalam memenuhi kebutuhan manusia. Oleh karena itu energy listrik hal yang paling utama dalam kehidupan masyarakat. Dalam hal ini Sistem distribusi tenaga listrik dan jalur transmisi mengambil peran penting dalam penyaluran energy listrik , karena merupakan peran kunci dalam transmisi daya dari pembangkit ke pusat beban. Sistem tenaga listrik pada dasarnya harus mampu memberikan tingkat pelayanan yang maksimal sehingga apabila terjadi sebuah gangguan yang tidak dapat dihindari lagi, sistem mampu mengurangi waktu gangguan yang terjadi. Tegangan lebih dan daya yang hilang bisa terjadi dengan beberapa keadaan, yaitu salahnya dalam pengoperasian, kondisi alam, dan lain sebagainya yang mampu mengganggu prinsip kerja dari sebuah sistem. Kemungkinan adanya sebuah gangguan pada sistem tenaga listrik terlebih khusus pada jaringan listrik memunculkan suatu gagasan tentang bagaimana cara melindungi suatu jaringan listrik sehingga apabila terjadi gangguan maka dapat diatasi dengan baik.

Kemampuan suatu sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen sangat tergantung pada sistem proteksi yang digunakan. Proteksi yang terdapat pada sistem tenaga listrik minimal terdiri dari relay, *transformator* (Trafo), pemutus tenaga atau sering disebut *circuit breaker* (CB) dan juga saklar pemisah (PMS) atau *Disconnecting Switch* (DS) . Pemutus tenaga (PMT) atau *circuit breaker* (CB) adalah peralatan saklar mekanis yang dapat memutus dan menghubungkan arus beban dalam keadaan normal maupun dalam keadaan yang tidak biasa. Pemutus tenaga bisa dikatakan memenuhi syarat jika mampu menyalurkan arus maksimal secara berulang dan mampu memutus arus hubung singkat dengan kecepatan tinggi sehingga tidak merusak peralatan atau sistem lainnya. Dan saklar pemisah (PMS) atau *Disconnecting Switch* (DS) yaitu peralatan yang berfungsi sebagai alat yang dapat mengamankan para petugas dari sisa tegangan listrik yang timbul ketika aliran listrik diputuskan. Secara system mekanik, PMS dapat dijalankan menggunakan tiga cara

untuk membuka dan menutup tuas (*switch*), yaitu secara manual, menggunakan motor listrik dan secara pneumatic. Namun agar lebih aman, pengoprasian PMS dapat dilakukan dengan menambahkan remote control, sensor arus dan sensor tegangan tegangan agar lebih efektif dan efisien. Penggunaan remote control dapat memudahkan petugas dalam melakukan pengoprasian pada PMS, cukup dengan menekan tombol perintah pada remote tanpa perlu masuk kedalam kawasan untuk mengengkol mekanisme pergerakan PMS kedalam *switchyard*. Hal ini juga meringankan pekerjaan para petugas, karena jikalau harus masuk kedalam ditakutkan terjadi hal-hal tidak diinginkan.

Melihat zaman sekarang ini yang serba canggih, teknologi tentu menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari manusia. Teknologi berkembang dalam semua aspek, tanpa terkecuali bidang elektronika. Banyak alat elektronika yang praktis dan fleksibel telah banyak diciptakan sehingga dapat membantu manusia dalam meringankan pekerjaannya. Selain itu, teknologi juga dapat digunakan untuk melakukan tugas yang mungkin memakan banyak waktu, tenaga maupun sulit untuk dilakukan manusia. Salah satu fungsi yang dapat dilakukan adalah memantau dan mengontrol system kerja saklar pemutus tenaga (PMT) dan *Disconnecting Switch* (PMS) pada sebuah gardu induk. Dilengkapi dengan sensor arus ACS712 dan sensor tegangan sebagai pengontrol arus dan tegangan pada system kerja PMT dan PMS. Kalau terjadi gangguan pada system kerja PMT dan PMS maka akan langsung terdeteksi oleh sensor tersebut. Dan sensor akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk memutuskan hubungan kerja PMT dan PMS, agar tidak terjadi kerusakan parah pada komponen-komponen lainnya.

Berdasarkan penelitian sebelumnya berhubungan dengan system kerja PMS, maka dibuatlah system pengontrolan PMT dan PMS menggunakan IoT (*Internet off Thing*). Yang bertujuan untuk mengetahui prinsip kerja dari pengontrolan pemutus tenaga (PMT) dan saklar pemisah (PMS), dan juga dapat merekamgangguan apa saja yang pernah terjadi. Agar memudahkan para petugas untuk menangani masalah yang terjadi pada system tersebut dengan melihat dari alarm atau data-data yang sudah terekam di system IoT (*Internet of Thing*).

Dari paparan teori diatas, pentingnya system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS pada garduk induk melalui jaringan internet. Maka dengan ini penulis tertarik mengangkat tema tersebut menjadi judul **“Prototype Sistem Pengontrolan Dan Monitoring Pemutus Tenaga Berbasis Mikrokontroler”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana cara merancang Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller ?
2. Bagaimana tingkat ketepatan pengukuran sensor arus dan tegangan yang digunakan pada alat Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller?

1.3 Ruang Lingkup

1. Menggunakan arduino uno sebagai system pengontrolannya.
2. Menggunakan sensor arus dan tegangan untuk mengontrol system kerja PMS dan PMT.
3. system ini dibuat dalam bentuk *prototype*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari peneletian ini, yaitu:

1. Merancang alat Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller.
2. Menganalisis tingkat ketepatan pengukuran sensor arus dan tegangan yang digunakan pada alat Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah :

1. Dapat memonitoring kondisi dari saklar pemutus (PMT) dan PMS menggunakan IoT (*Internet of Thing*).
2. Dapat melakukan pengoperasian saklar pemutus (PMT) dan PMS melalui smartphone dengan menggunakan IoT (*Internet of Thing*).
3. Memberikan tambahan ilmu pengetahuan pada para pembaca lebih khusus kepada mahasiswa/i agar dapat menciptakan inovasi terbaru dan dapat mengaplikasikannya ke dunia kerja.

1.6 Sistematis Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian.

BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran-saran positif untuk pengembangan penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang telah dilakukan guna menunjang penelitian tugas akhir ini.

Menurut Rieza DB (2010), pemisah (PMS) atau *disconnecting switch* adalah sebuah alat yang dipergunakan untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan masih tersambung atau sudah bebas dari tegangan kerja. Fungsi dari (PMS) adalah sebuah alat yang dapat menyambung atau memutuskan rangkaian dengan arus yang rendah kurang lebih lima ampere (5A).

Menurut Tofan Aryanto (2013), gardu induk adalah bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi atau distribusi, perlengkapan hubung bagi, trafo, peralatan pengaman, peralatan control, dan merupakan komponen utama dalam suatu proses penyaluran tenaga listrik dari pembangkit kepada konsumen (beban).

Menurut Zakaria (2014), sensor arus Allegro ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, komersial dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek *hall* yang linier, *low-offset* dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional.

Menurut Rizal Fachri (2016) Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Atmega328 pada arduino uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke Atmega328 tanpa menggunakan pemrograman *hardware* eksternal.

2.2. Landasan Teori

Berikut ini menjelaskan tentang teori – teori yang digunakan untuk membantu dan mempermudah proses penelitian yang dilakukan. Adapun teori – teori yang digunakan adalah sebagai berikut :

2.2.1 Gardu Induk

Gardu induk merupakan bagian dari sistem kelistrikan yang ada di Indonesia yang berfungsi mentransformasikan daya listrik. Gardu induk mempunyai peralatan-peralatan sebagai pendukung kinerjanya. Untuk tetap menjaga keadaan peralatan-peralatan tersebut, maka perlu adanya pemeliharaan secara berkala. Pemeliharaan merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan dalam pengoperasiannya sistem transmisi tenaga listrik. Hal tersebut akan membuat kebutuhan energi listrik ke konsumen akan terlayani dengan baik, selain itu harga peralatan sistem energi tenaga listrik yang mahal mendorong perlunya pemeliharaan secara berkala. Salah satunya adalah PMT (Pemutus Tenaga). (Irwan, 2019).



Gambar 2. 1Gardu Induk (Irwan, 2019)

2.2.2. Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus Tenaga (PMT) adalah peralatan saklar atau switching mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal, serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode tertentu) dan memutus arus beban dalam kondisi abnormal atau gangguan seperti kondisi hubung singkat (short circuit).



Gambar 2. 2 PMT 250 KV (Irwan. 2019)

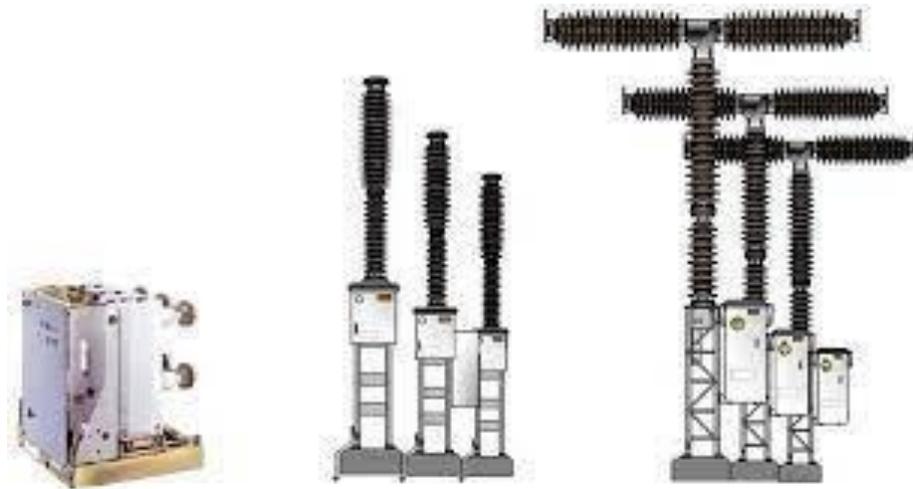
Fungsi utama PMT yaitu sebagai alat pembuka atau penutup suatu rangkaian listrik dalam kondisi berbeban, serta mampu membuka atau menutup saat terjadi arus gangguan (hubung singkat) pada jaringan atau peralatan lain.

Pada kondisi normal PMT dapat dioperasikan lokal oleh operator untuk maksud *switching* dan perawatan. Pada kondisi abnormal atau gangguan, *current transformer* (CT) akan membaca arus lebih yang lewat apabila sudah ditentukan kemudian relay akan mendeteksi gangguan dan menutup rangkaian *trip circuit*, sehingga *trip coil energized*, lalu mekanis penggerak PMT akan dapat perintah buka relay dan beroperasi membuka kontak-kontak PMT, maka gangguan pun akan hilang.

2.2.2.1. Klasifikasi PMT

Klasifikasi pemutus tenaga dapat dibagi atas beberapa jenis antara lain berdasarkan tegangan rating atau nominal, jumlah mekanik penggerak, media solasi, dan proses pemadaman busur api jenis gas SF₆. PMT dapat dibedakan menjadi:

- PMT tegangan rendah (*Low Voltage*) Dengan range tegangan 0.1 s/d 1 Kv.
- PMT tegangan menengah (*Medium Voltage*) Dengan range tegangan 1 s/d 35 KV.
- PMT tegangan tinggi (*High Voltage*) Dengan range tegangan 35 s/d 245 KV.
- PMT tegangan extra tinggi (*Extra High Voltage*) Dengan range tegangan lebih besar dari 245 KV.

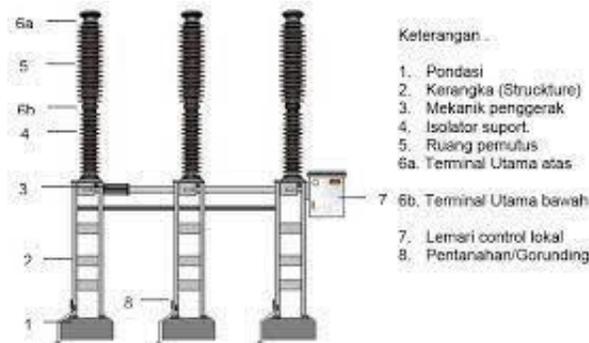


Gambar 2. 3 Macam – Macam PMT (Irwan, 2019)

PMT dapat dibedakan menjadi:

a. *PMT Single Pole*

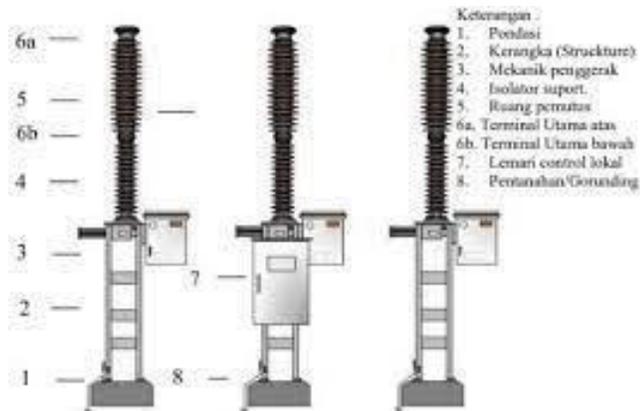
PMT tipe ini mempunyai mekanik penggerak pada masing-masing pole, umumnya PMT jenis ini dipasang pada bay penghantar agar PMT bisa *recloses* satu fase.



Gambar 2. 4 PMT Single Pole (Irwan, 2019)

b. PMT *Three Pole*

PMT jenis ini mempunyai satu mekanik penggerak untuk tiga fase, berguna untuk menghubungkan fase satu dengan fase lainnya dilengkapi dengan kopel mekanik, umumnya PMT jenis ini dipasang pada bay trafo dan *bay kopel* serta PMT 20 kV untuk distribusi.



Jenis PMT di:

Gambar 2. 5 PMT Three Pole

- a) PMT gas SF₆
- b) PMT minyak
- c) PMT udara Hembus
- d) PMT udara hembus (*Air Blast*)
- e) PMT hampa udara (*Vacuum*)

PMT SF6 dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

1. PMT Jenis Tekanan Tunggal (*Single Pressure Type*)

PMT terisi gas SF6 dengan tekanan kira-kira 5 kg/cm² , selama terjadi proses pemisahan kontak-kontak gas SF6 ditekan (*fenomena thermal overpressure*) kedalam suatu tabung atau *cylinder* yang menempel pada kontak bergerak selanjutnya saat terjadi pemutusan, gas SF6 ditekan 11 melalui *nozzle* yang menimbulkan hembusan atau tiupan dan tiupan ini yang memadamkan busur api.

2. PMT Jenis Tekanan Ganda (*Double Pressure Type*)

PMT terisi gas SF6 dengan sistem tekanan tinggi kira-kira 12 kg/cm² dan sistem tekanan rendah kira-kira 2 kg/cm² , pada waktu pemutusan busur api gas SF6 dari sistem tekanan tinggi dialirkan melalui *nozzle* ke sistem tekanan rendah. Gas pada sistem tekanan rendah kemudian dipompakan kembali kesistem tekanan tinggi, saat ini PMT SF6 sudah tidak diproduksi lagi.

2.2.2.2. Komponen dan Fungsi PMT

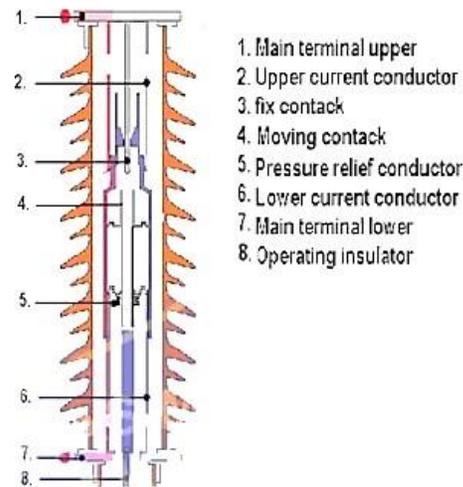
Sistem pemutus (PMT) terdiri dari beberapa subsistem yang memiliki beberapa komponen. Pembagian komponen dan fungsi dilakukan berdasarkan *Failure Modes Effects Analysis* (FMEA), sebagai berikut:

1. *Primary*

Merupakan bagian PMT bersifat konduktif dan berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dengan nilai losses yang rendah dan mampu menghubungkan atau memutuskan arus beban saat kondisi normal atau tidak normal. Beberapa bagian dari primary antara lain:

a) *Interrupter*

Merupakan bagian terjadinya proses membuka atau menutup kontak PMT. Didalamnya terdapat beberapa jenis kontak yang berkenaan langsung dalam proses penutupan atau penutupan arus.



Gambar 2. 6 Interupter (Muqaddam, 2022)

b) Asesoris

Terdiri dari dua yaitu resistor dan kapasitor. Resistor atau tahanan dipasang paralel dengan unit pemutus utama (bekerja hanya pada saat terjadinya penutupan kontak PMT) dan berfungsi untuk mengurangi kenaikan harga dari tegangan pukol (*restriking voltage*). Mengurangi arus pukulan (*chopping current*) pada waktu pemutusan. Meredam tegangan lebih karena mengoprasikan PMT tanpa beban pada penghantar panjang. Kapasitor terpasang paralel dengan tahanan, unit pemutus utama dan unit pemutus pembantu yang berfungsi untuk, Mendapatkan pembagian tegangan (*voltage distribution*) yang sama pada setiap celah kontak, sehingga kapasitas pemutusan (*breaking capacity*) pada setiap celah adalah sama besarnya. Meningkatkan kinenerja PMT pada penghantar pendek dengan mengurangi frekuensi kerja.

c) Terminal Utama

Bagian dari PMT yang merupakan titik sambung atau koneksi antara PMT dengan konduktor luar dan berfungsi untuk mengalirkan arus dari atau kekonduktor luar.



Gambar 2. 7 Terminal Utama PMT (Muqaddam, 2022)

2. Dielectric

Berfungsi sebagai isolasi peralatan dan memadamkan busur api dengan sempurna pada saat moving contact bekerja. Beberapa bagian dalam *dielectric* antara lain:

- Isolator (*electrical insulation*) yang terdiri dari dua isolator, yang pertama isolator ruang pemutus dan isolator penyangga.
- Media pemadam busur api berfungsi sebagai media pemadam yang timbul pada saat PMT bekerja membuka atau menutup. Berdasarkan media pemadam busur api.

3. Driving Mechanism

Berfungsi menyimpan energi untuk dapat menggerakkan kontak gerak (*moving contact*) PMT dalam waktu tertentu sesuai dengan spesifikasinya. Terdapat beberapa jenis system penggerak pada PMT, antara lain:

- Penggerak pegas (*spring drive*) terdiri antara pegas pilin (*helical spring*) dan pegas gulung (*scroll spring*).
- Penggerak hidrolis adalah rangkaian gabungan dari beberapa komponen mekanik, elektrik dan hidrolis oil yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup PMT.
- Penggerak pneumatic adalah rangkaian gabungan dari beberapa

komponen mekanik, elektrik dan udara bertekanan yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup PMT.

- SF6 Gas *Dynamic*, jenis ini media memanfaatkan tekanan gas SF6 yang berfungsi ganda selain sebagai pemadam tekanan gas juga dimanfaatkan sebagai media penggerak.

4. *Secondary*

Sistem ini berfungsi mengirim sinyal *control* atau *trigger* untuk mengaktifkan subsistem mekanik pada waktu yang tepat, bagian subsistem *secondary* terdiri dari:

- Lemari mekanik atau kontrol Berfungsi untuk melindungi peralatan tegangan rendah dan sebagai tempat *secondary equipment*.
- Terminal dan *wiring control* Sebagai terminal wiring control PMT serta memberikan trigger pada mekanik penggerak untuk operasi PMT



Gambar 2. 8 Lemari Mekanik PMT (Muqaddam, 2022)

2.2.3. Pemisah Tegangan (PMS)

Disconnecting switch atau pemisah (PMS) merupakan suatu peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik dalam kondisi bertegangan atau tidak bertegangan tanpa arus beban. Penempatan PMS terpasang di

antara sumber tenaga listrik dan PMT (PMS Bus) serta di antara PMT dan beban (PMS Line/Kabel) dilengkapi dengan PMS Tanah (*Earthing Switch*). Untuk tujuan tertentu PMS Line/Kabel dilengkapi dengan PMS Tanah. Umumnya antara PMS Line/Kabel dan PMS Tanah terdapat alat yang disebut interlock. Maka dapat disimpulkan bahwa Pemisah (PMS) atau *Disconnecting*. (Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014)

Switch adalah sebuah saklar pemisah yang memisahkan rangkaian baik yang bertegangan maupun tidak bertegangan tetapi tidak boleh dalam keadaan berbeban karena pada PMS tidak dilengkapi peredam busur api.



Gambar 2. 9 PMS (Pratama, 2020)

Pada dasarnya prinsip PMS ini sama dengan prinsip saklar biasa. PMS dipakai untuk membebaskan PMT dari tegangan yang mengalir pada PMT tersebut. Agar dapat dilakukan perawatan atau perbaikan pada PMT tersebut, maka PMS harus dibuka agar pada PMT tersebut tidak ada tegangan dan PMT aman bagi teknisi yang akan melakukan perawatan. Saat rangkaian sudah bebas dari beban dengan membuka PMT terlebih dahulu maka Pemisah (PMS) boleh dioperasikan (dibuka/ditutup) melalui tuas penggerak yang terdapat pada marshalling kios nya. Tujuan nya adalah

untuk mengamankan jaringan dari tegangan induksi sehingga jika ada perkerjaan tidak akan membahayakan manusia (Pratama, 2020).

PMS ini memiliki sistem *interlocking* yang berfungsi untuk mengamankan saat membuka atau menutup PMS dan meminimalisir terjadinya kesalahan saat akan mengoperasikannya. Pada dasarnya PMS merupakan alat pemisah rangkaian yang dioperasikan secara manual, karena waktu pemutusan terjadi sangat subjektif, tergantung pada subjek operator nya. Maka dari itu PMS tidak boleh dioperasikan pada saat rangkaian dalam keadaan dialiri arus beban. Selain itu juga pada pemisah (PMS) ini tidak dilengkapi dengan peredam busur api seperti pada pemutus tenaga (PMT). Jadi, dapat dikatakan kerja dari PMS dan PMT ini harusla secara interlock. Sistem *interlock* ini mengharuskan pemisah (PMS), pemutus tenaga (PMT) dan saklar pembumian bekerja sesuai urutan kerjanya. Jika komponen- komponen itu tidak bekerja sesuai urutan kerjanya, maka akan terjadibusur api atau hubung singkat yang justru akan menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya yang tersambung dengan pemisah, pemutus tenaga, dan saklar pembumian itu, seperti transformator (Pratama, 2020).

Jadi pemisah (PMS) merupakan peralatan yang memisahkan rangkaian listrik dalam keadaan tidak berbeban karena pada pemisah (PMS) ini tidak dilengkapi dengan peredam busur api sehingga jika mengoperasikannya dalam keadaan masih dialiri arus beban akan terjadi busur api ataupun hubung singkat yang kemudian akan menyebabkan semakin banyak kerusakan pada peralatan lainnya. Untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dan mengamankan jaringan serta pekerjaanya, maka pemisah ini bekerja secara *interlocking*. (Pratama, 2020)

2.2.3. Internet Of Things

Internet of Things, atau IoT, adalah teknologi internet masa depan yang menjanjikan. Internet of Things (IoT) adalah jaringan yang menghubungkan sensor, aktuator, dan objek sehari-hari yang digunakan dalam perawatan kesehatan, transportasi, dan militer. Segala sesuatu di sekitar kita terhubung dengan internet melalui IoT (Sarhan, 2018).

(Mudjanarko, 2017) berpendapat bahwa definisi yang berbeda dari *Internet of*

Things (IoT) adalah konsep atau skenario di mana suatu objek dapat mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi antara manusia atau komputer.

Internet, sistem elektromekanis mikro (MEMS), dan teknologi nirkabel semuanya bersatu untuk membentuk *Internet of Things*. Dalam konteks *Internet of Things*, "benda" dapat merujuk ke subjek seperti orang dengan monitor untuk implan jantungnya, hewan ternak dengan transponder biochip, atau mobil dengan sensor bawaan untuk memberi tahu pengemudi saat tekanan ban rendah. Komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) di bidang manufaktur, listrik, minyak, dan gas adalah area di mana IoT saat ini paling erat terkait. Sistem "pintar" sering digunakan untuk merujuk pada produk yang memiliki kemampuan komunikasi M2M. (contoh: smart grid sensor, smart meter, dan smart label).

IoT telah dikembangkan selama beberapa dekade, terlepas dari kenyataan bahwa ide tersebut baru populer pada tahun 1999. Mesin Coke di *Universitas Carnegie Mellon* pada awal 1980-an adalah alat IoT pertama. Pemrogram tidak perlu pergi ke mesin untuk memeriksa status, memeriksa apakah minuman dingin sedang menunggu mereka, atau terhubung ke mesin melalui Internet. Dalam presentasi yang diberikan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton, salah satu pendiri dan direktur eksekutif Auto-ID Center di MIT, istilah IoT (*Internet of Things*) pertama kali digunakan.



Gambar 2. 10 Skala IoT

Merek terkenal LG mengumumkan pada tahun 2000 akan mengembangkan dan merilis teknologi IoT, khususnya smart wardrobe. Lemari pintar ini dapat menentukan apakah stok makanan perlu diisi ulang. Melalui Program Savi, pada tahun 2003, FRID yang disebutkan sebelumnya mulai menonjol di era perkembangan teknologi Amerika. Walmart, peritel terbesar di dunia, mulai menggunakan RFID di semua tokonya di seluruh dunia pada tahun yang sama. Pada tahun 2005, media terkenal seperti The Guardian dan Boston Globe mulai mengutip berbagai artikel ilmiah dan proses pengembangan IoT, yang menyebabkan peningkatan popularitas IoT. Untuk memasarkan penggunaan IP dalam jaringan untuk "*Smart Objects*", yang juga bertujuan untuk mengaktifkan IoT itu sendiri, sejumlah bisnis sepakat untuk meluncurkan IPSO (IPSO). (Zainab, et al., 2015: 38).

2.2.4. Mikrokontroler

Sistem komputer yang dikenal sebagai "komputer mikro chip tunggal" adalah sistem yang semua atau sebagian besar komponennya terkandung dalam satu chip sirkuit terintegrasi (IC). Menurut Chamim (2010), mikrokontroler adalah jenis komputer yang melakukan satu atau lebih tugas yang sangat spesifik. Komponen mikrokontroler antara lain :

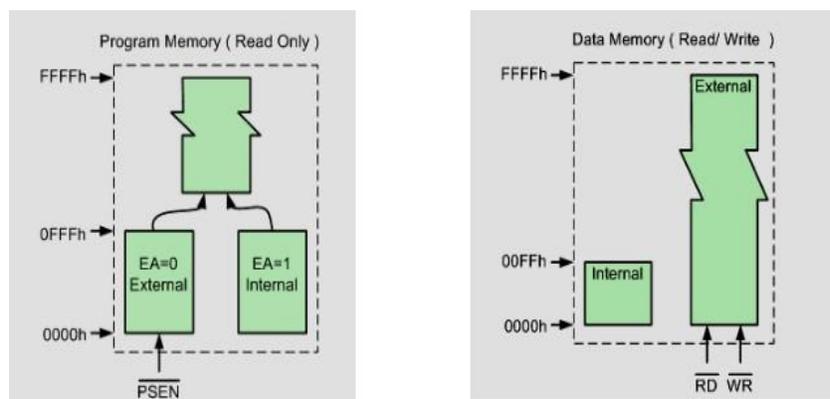
- a. Pemroses (*processor*)
- b. Memori,
- c. Input dan output Kadangkala

Kadang-kadang, mikrokontroler ini menggabungkan banyak chip ke satu papan sirkuit. Karena perangkat ini ideal untuk tugas khusus, aplikasi yang diinstal di komputer ini dirancang khusus untuk tugas tersebut. Karena desainnya yang relatif mudah, mikrokontroler ini biasanya harganya lebih murah daripada komputer jenis lain dalam hal harga.

Meskipun penggunaannya masih kalah dengan *Programmable Logic Control* (PLC), *mikrokontroler* menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan PLC. Meskipun demikian, mikrokontroler telah banyak digunakan di industri. Karena *mikrokontroler* lebih kecil dari modul PLC, maka letaknya dapat diatur dengan lebih mudah. Banyak peralatan rumah tangga, termasuk mesin cuci, telah banyak

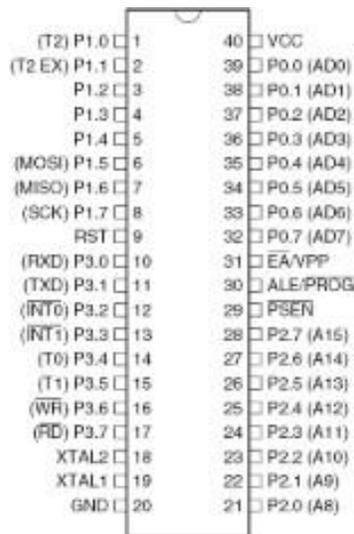
menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler banyak digunakan dalam manajemen lalu lintas, bidang medis, dan banyak bidang lainnya sebagai pengontrol sederhana. Komputer yang digunakan dalam mobil untuk mengontrol stabilitas mesin dan perangkat pengatur lalu lintas di lampu lalu lintas adalah contoh dari alat ini.

Hanya ada dua mikrokontroler secara teknis, RISC dan CISC, dan masing-masing memiliki keluarga atau garis keturunannya sendiri. Reduced Instruction Set Computer disingkat RISC: CISC yang merupakan singkatan dari *Complex Instruction Set Computer*, memiliki lebih banyak fitur meskipun memiliki instruksi yang lebih sedikit. Bisa dibalang petunjuknya lebih lengkap dan fasilitasnya cukup. Keluarga Motorola dengan seri 68, keluarga MCS51 yang membuat Atmel, Philip, dan Dallas, dan keluarga PIC dari Microchip, Renesas, dan Zilog adalah di antara banyak jenisnya. Setiap keluarga masih memiliki sejumlah jenis yang berbeda. Akibatnya, menghitung jumlah mikrokontroler sangat menantang. Dalam hal betapa mudahnya belajar, orang yang berbeda perlu mengetahui hal yang berbeda. Mikrokontroler *BASIC Stamp* dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman *BASIC*, *Jstamp* dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman Java, C++ dapat diprogram menggunakannya untuk keluarga MCS51, dan masih banyak lagi. Memori mikrokontroler adalah ruang alamatnya sendiri. Memori mikrokontroler terdiri dari memori program dan memori data yang dipisahkan. Ini memungkinkan untuk mengakses data memori dan menggunakan pengalamatan 8-bit, memungkinkan kapasitas akses 8-bit mikrokontroler untuk langsung menyimpan dan memanipulasinya. (ROM/EPROM) memori program read-only Kita dapat menggunakan memori eksternal (RAM) untuk memori data.



Gambar 2. 11 Ruang Alamat Memori (Sumber : Chanim, 2010)

Register yang disebut "Register Fungsi Khusus" dapat ditemukan didalam mikrokontroler. Keluarga MCS-51, misalnya, memiliki alamat SFR dari 80H hingga FFH. Ilustrasi skema mikrokontroler dapat ditemukan di sini :



Gambar 2. 12 Skema Miktrokontroler (SumberChanim, 2010)

Sebuah sistem komputer yang dikenal sebagai mikrokontroler terkandung dalam sirkuit terpadu (IC). RAM, ROM, dan port IO hanyalah beberapa komponen penting yang membentuk komputer pada umumnya yang dapat ditemukan di sirkuit terpadu (IC). Mikrokontroler, berbeda dengan komputer pribadi yang biasanya dibuat untuk digunakan oleh semua orang, biasanya hanya dibuat untuk melakukan hal-hal tertentu, seperti mengontrol sistem tertentu.

Hal ini tidak terlepas dari kedudukan mikrokontroler sebagai sistem tertanam, komponen perangkat sistem, atau sistem yang lebih besar, oleh karena itu orang juga menyebutnya sebagai mikrokontroler tertanam. Singkatnya, mikrokontroler dapat dianggap sebagai sistem komputer yang diapit sirkuit terpadu (IC). Sebelum mikrokontroler dapat digunakan, suatu perintah atau program harus dimasukkan ke dalam IC.

Adapun jenis-jenis dari mikrokontroler, yaitu:

1) Mikrokontroler AVR (Vegard's Risc Processor)

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8-bit, dan merupakan jenis mikrokontroler yang paling sering digunakan dalam aplikasi elektronika dan instrumentasi. Ini adalah jenis mikrokontroler yang berjalan pada satu siklus clock, sedangkan mikrokontroler AVR dibagi menjadi empat kelas berdasarkan penggunaan atau fungsinya, memori, dan perifer: keluarga ATmega, AT90Sxx, ATtiny, dan AT86RFxx.

2) PIC

PIC adalah komponen dari keluarga mikrokontroler RISC. Ini pada awalnya dikembangkan dengan maksud untuk meningkatkan kinerja sistem I/O dengan memanfaatkan teknologi CPR 16-bit CP1600 General Instrument. PIC sekarang memiliki EPROM, kernel motor, dan komunikasi serial, di antara fitur-fitur lainnya. tetapi juga memiliki memori program mulai dari 32 hingga 512 kata. Bahasa assembly mendefinisikan satu kata sebagai satu instruksi, dengan 12 hingga 16 bit tergantung pada PICMicro. PIC merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang sangat populer di kalangan developer karena murah, memiliki banyak aplikasi database, dapat diprogram ulang melalui port serial komputer, dan banyak digunakan.

3) Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 Versi perbaikan dari mikrokontroler AT89C51, Mikrokontroler AT89S52 Mikrokontroler AT89S52 memiliki dua input data 16-bit, memori flash 8K byte, dan RAM 256 byte adalah :

- 1) Cocok dengan jenis mikrokontroler tipe MCS51
- 2) Dengan adanya 8K Bytes ISP flash memori maka meningkatkan kemampuan baca/tulis hingga 1000 kali
- 3) 32 Jalur I/O yang dapat diprogram ulang
- 4) 256 X 8 bit RAM internal dengan 8 sumber interrupt
- 5) Memiliki Tegangan kerja 4-5 V dengan rentang 0-33MHz
- 6) Memiliki mode pemrograman In System Programmable yang fleksibel (Byte dan Page Mode)

4) Mikrokontroler ATmel91 Series

Jenis kelompok Mikrokontroler Atmel lain yang umumnya terdapat dipasaran yaitu AT90, Tiny & Mega series - AVR, Atmel AVR32, Atmel AT89 series, dan AVR4

5) MCS51 Series

Beberapa tipe Mikrokontroler MCS51 series yaitu :

- 8031 - tidak memiliki ROM internal
- 8051 - 4K ROM internal
- 8751 - 4K EPROM/OTP
- 8951 - 4K EPROM/MTP

ukuran ROM: '51(4K), '52(8K), '54(16K), '58(32K)

- 80C51 - In System Programmable (ISP)
- 89C2051 - kemasan 20-pin

Ada karakteristik tertentu yang membedakan perangkat elektronik dari perangkat lain. Mikrokontroler memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi Tidak seperti CPU, mikrokontroler sederhana biasanya hanya memiliki kemampuan untuk menjalankan atau memproses beberapa perintah. Meskipun banyak mikrokontroler saat ini memiliki spesifikasi yang lebih canggih, mereka tidak dapat menandingi kemampuan CPU untuk memproses data yang dihasilkan perangkat lunak.
- Mikrokontroler Memori Internalnya Kecil Anda yang sering melihat mikrokontroler pasti akan menyadari bahwa mikrokontroler memiliki memori internal yang kecil. Mikrokontroler biasanya hanya mendukung ukuran Bit, Byte, atau Kilobyte.
- Mikrokontroler dengan Memori Non-Volatile Dengan menggunakan memori non-volatile, perintah dapat dihapus atau dibuat ulang, dan data yang disimpan dalam mikrokontroler tidak boleh hilang meskipun daya tidak disuplai (*Power supply*).
- Perintah yang Relatif Sederhana Dengan kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi, tidak banyak berpengaruh pada kemampuan mengolah data. Namun demikian, mikrokontroler canggih, seperti yang digunakan untuk pemrosesan sinyal dan tugas lainnya, masih terus dikembangkan.

- Port I/O terkait erat dengan program dan perintah. Port I/O adalah salah satu bagian terpenting mikrokontroler. Fungsi utama port input dan output I/O adalah sebagai jalur komunikasi. Port I/O yang disederhanakan memungkinkan perangkat input dan output untuk berkomunikasi satu sama lain.

Menurut (Pasaribu and Reza 2021). Arduino UNO salah satu mikrokontroller yang merupakan sebuah board yang didasarkan pada AT mega 328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO menurut penulis lain adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah. (Sumber: B. Gustomo, 2015).

2.2.4. Wemos D1

Wemos merupakan salah satu *module board* yang dirancang khusus untuk proyek dengan konsep IoT (*Internet of Thing*). Wemos dapat bekerja sendiri walaupun tidak dihubungkan dengan mikrokontroler. Karena didalam wemos terdapat CPU yang dapat memprogram melalui *serial port* ataupun *via OTA* serta dapat mentransfer program secara *wireless*. Wemos memiliki 11 *I/O digital*, 1 analog input dengan tegangan maksimum 3,3 VDC, dan dapat beroperasi dengan input tegangan 9-24VDC (Pratama, 2020). Adapun kelebihan dari wemos, yaitu:

1. Arduino compatible, yang dimana dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan *library* yang banyak ditemukan di internet.
2. Pinout yang *compatible* dengan Arduino uno, Wemos D1 R2 adalah salah satu *product* yang memiliki bentuk dan pinout standar seperti halnya arduino uno. Sehingga dapat memudahkan kita untuk menghubungkan dengan arduino shield lainnya.
3. Wemos dapat *running stand alone* tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler. Berbeda dengan modul WiFi lain yang masih dibutuhkannya mikrokontroler sebagai pengontrol, Wemos dapat *running stand alone* karena didalamnya terdapat CPU yang dapat diprogram melalui *Serial port* ataupun via OTA (Over The Air) atau transfer program secara *wireless*.
4. *High Frequency* CPU, dengan *processor* utama 32 bit yang berkecepatan 80MHz, Wemos dapat menjalankan program lebih cepat dibandingkan mikrokontroler 8 bit yang digunakan pada Arduino.
5. Dukungan *High Level Language*, Selain menggunakan Arduino IDE Wemos juga dapat diprogram dengan menggunakan bahasa *Python* dan *Lua*. Sehingga memudahkan bagi *network programmer* yang belum terbiasa menggunakan Arduino.

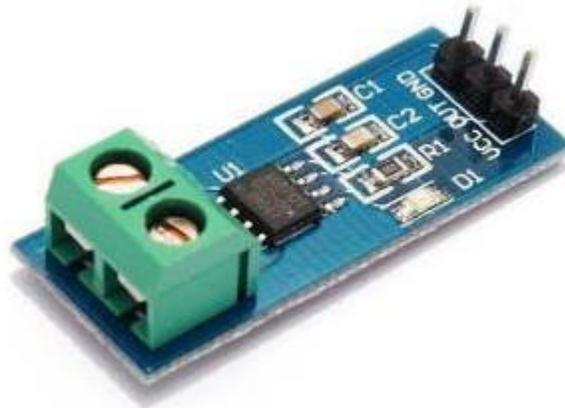
2.2.5. Sensor Arus

Sensor adalah alat untuk mendeteksi sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya. Sensor merupakan bagian transduser yang berfungsi untuk melakukan sensing atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari transduser, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konverter dan transduser untuk diubah menjadi energi listrik. Sensor dalam melakukan sensing harus memenuhi persyaratan-persyaratan kualitas yakni :

- a. Linieritas : konversi harus benar-benar proposional jadi, karakteristik konversi harus linier.
- b. Tidak tergantung temperatur : keluaran konverter tidak boleh tergantung pada temperatur di sekelilingnya, kecuali sensor suhu.
- c. Kepekaan : kepekaan sensor harus dipilih sedemikian sehingga, pada nilai- nilai masukan yang ada dapat diperoleh tegangan listrik keluaran yang cukup besar.
- d. Waktu tanggapan : waktu tanggapan adalah waktu yang diperlukan keluaran sensor untuk mencapai nilai akhirnya pada nilai masukan yang berubah secara mendadak. Sensor harus dapat berubah cepat bila nilai masukan pada sistem tempat sensor tersebut berubah.
- e. Batas frekuensi terendah dan tertinggi : batas-batas tersebut adalah nilai frekuensi masukan periodik terendah dan tertinggi yang masih dapat dikonversi oleh sensor secara benar. Pada kebanyakan aplikasi disyaratkan bahwa frekuensi terendah adalah 0 Hz.
- f. Stabilitas waktu : untuk nilai masukan (input) tertentu sensor harus dapat memberikan keluaran (output) yang tetap nilainya dalam waktu yang lama.
- g. Histerisis : gejala histerisis yang ada pada magnetisasi besi dapat pula dijumpai pada sensor. Misalnya, pada suatu temperatur tertentu sebuah sensor dapat memberikan keluaran yang berlainan.
- h. Empat sifat diantara syarat-syarat dia atas, yaitu linieritas, ketergantungan pada temperatur, stabilitas waktu dan histerisis menentukan ketelitian sensor (Sapitri, 2017).

2.2.5.1. Sensor Arus ACS 712

menurut (Taif. Abbas dan Jamil 2019) ACS712 adalah paket IC yang dapat digunakan sebagai sensor arus daripada trafo arus karena lebih kecil dan tidak terlalu besar. Mirip dengan sensor efek hall lainnya, ACS712 menggunakan medanmagnet di sekitar arus untuk menghentikannya menjadi tegangan linier saat arus berubah. Nilai variabel sensor ini dimasukkan ke dalam mikrokontroler, untuk diproses. Keluaran sensor ini masih berupa sinyal tegangan AC yang disearahkan oleh rangkaian penyearah agar mikrokontroler dapat mengolahnya.



Gambar 2. 13 Ilustrasi Sensor ACS 712 (Ratnasari & Senen, 2017)

Sensor arus *Hall Effect ACS712* dikatakan satu (Ratnasari dan Senen, 2017). Efek *Hall Allegro ACS712* adalah sensor arus AC atau DC presisi yang digunakan untuk mengukur arus dalam sistem komersial, industri, otomotif, dan komunikasi. Aplikasi tipikal sensor ini meliputi perlindungan beban berlebih, catu daya mode switching, mengendalikan motor, dan mendeteksi beban listrik.

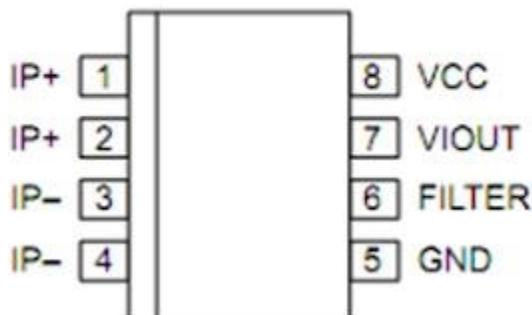
Sensor arus ACS712 juga dapat dianggap sebagai sensor untuk mendeteksi arus. Namun, menggunakan sensor arus ACS712 biasanya memiliki kelemahan, seperti kenyataan bahwa nilai arus yang berasal dari sensor tidak linier, terkadang memerlukan tingkat linier yang lebih tinggi. Kami pertama-tama akan berbicara tentang sensor ACS712 sebelum melangkah lebih jauh. Sensor arus ACS712 atau *Hall Effect* merupakan modul yang berfungsi untuk mendeteksi aliran arus listrik yang melewatinya. Memiliki variasi jenis berdasarkan arus maksimum yaitu 5A, 20A, dan 30A, serta menggunakan VCC 5V. Efek Hall Allegro ACS712 adalah sensor arus AC atau DC presisi yang digunakan untuk mengukur arus dalam sistem komersial, industri, otomotif, dan komunikasi. Aplikasi tipikal sensor ini meliputi perlindungan beban berlebih, catu daya mode switching, mengendalikan motor, dan mendeteksi beban listrik. Beban yang perlu diukur dihubungkan secara seri dengan sensor ini.

Karena memiliki jalur tunggal khusus tembaga dan sirkuit *Hall linear* dengan offset rendah, sensor ini memberikan pembacaan yang sangat akurat. Arus baca

mengalir melalui kabel tembaga di sensor ini, menciptakan medan magnet yang ditangkap oleh *Integrated Hall* IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Beginilah cara kerja sensor ini.

Dengan menempatkan komponen internal dekat dengan *hall transducer* dan konduktor yang menghasilkan medan magnet, akurasi pembacaan sensor dapat ditingkatkan. Bi CMOS Hall IC buatan pabrik yang sangat presisi di dalamnya akan distabilkan dengan tepat oleh voltase proporsional rendah. Gambar dan daftar terminal untuk ACS712 disediakan di bawah ini.

Pin-out Diagram



Gambar 2. 14 Terminal ACS 712

Spesifikasi Sensor ACS712 :

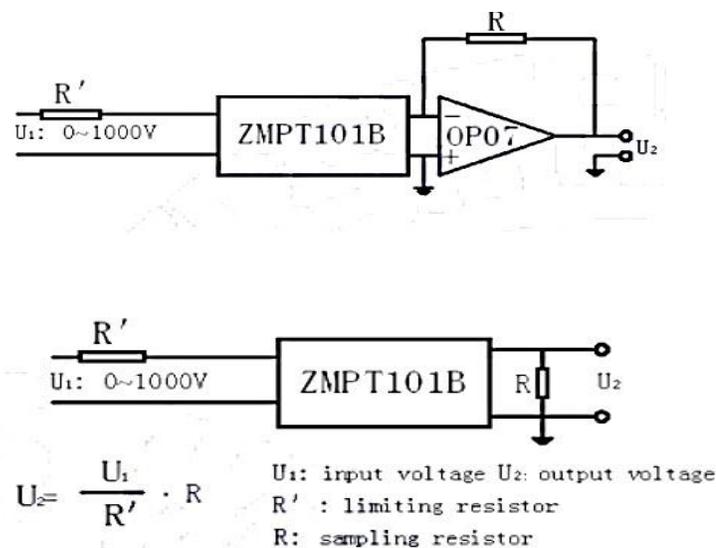
- Rise time output = 5 μ s.
- Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
- Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja $T_A = 25^\circ\text{C}$.
- Tahanan konduktor internal 1,2 m Ω .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
- Sensitivitas output 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 30 A.

1. Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
2. Tegangan kerja 5 VDC.

Untuk mengukur arus yang melewati sensor ini digunakan rumus tegangan pada pin Out = $2,5 \pm (0,185 \times I)$ Volt, dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere. Sensor Arus ACS 712 dapat digunakan sebagai sensor untuk membaca aliran arus listrik maupun sebagai proteksi dari beban berlebih. Sensor ini biasanya digunakan pada project yang berbasis mikrokontroler seperti Arduino dan AVR.

2.2.5.2. Sensor Tegangan ZMPT101B

Modul sensor ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dapat mengukur tegangan dari 0-1000V. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan masukan menggunakan step down transformator, kemudian dengan masuk ke op-amp dan akan didapat nilai keluaran yang stabil tergantung dari nilai masukannya.



Gambar 2. 15 Skema Rangkaian Sensor ZMPT101B

Adapun spesifikasi sensor tegangan ZMPT101B dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor Tegangan ZMPT101B

Model	ZMPT101B
Arus primer	2mA
Arus sekunder	2mA
Turns ratio	1000:1000
Phase angle error	$\leq 20'$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
Jangkauan linear	0~1000V – 0~10mA (sampling resistor 100 Ω)
Linearitas	$\leq 0.2\%$ (20%~120%)
Toleransi kesalahan	$-0.5\% \leq f \leq 0$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
Tegangan terisolasi	4000V
Pengaplikasian	Pengukuran tegangan dan daya
Same Polarity	1 3pin
Encapsulation	Epoxy
Instalasi	PCB
Suhu operasional	-40°C~+70°C

Sumber : (Mudjanarko, 2017)

Modul sensor ZMPT101B memiliki dimensi yang kecil, akurasi pengukuran yang tinggi, dan konsistensi keluaran yang stabil untuk pengukuran tegangan dan daya. Modul sensor ini biasanya digunakan untuk pengukuran daya/energi, perlengkapan rumah tangga, dan perlengkapan industri. (Drewer & Gann, 1994).

2.2.6. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu bagian alat elektronik yang sudah dirancang dalam bentuk chip. LCD merupakan suatu media yang berupa tampilan dengan menggunakan kristal cair sebagai penampil utama, yang berfungsi untuk menampilkan baik berupa gambar ataupun tulisan. Kristal cair ini mempunyai molekul-molekul yang berbentuk seperti cerutu dan sangat peka terhadap medan listrik. Kristal cair ini dikemas dalam suatu wadah transparan yang pada sisi belakangnya diberi penghantar transparan dan reflektor. Bentuk modul LCD dapat dilihat seperti gambar dibawah.



Gambar 2. 16 LCD

Salah satu kelebihan LCD dari LED adalah konsumsi dayanya yang sangat rendah, yaitu hanya beberapa microwatt. LCD memiliki berbagai fungsi yang dapat digunakan pada suatu perancangan sistem kontrol dengan dikombinasikan mikrokontroler sebagai alat. LCD pada perancangan ini dapat digunakan sebagai alat monitoring arus hasil sensor dengan menampilkan teks. LCD yang digunakan pada rangkaian yaitu LCD 6×2 . LCD 6×2 artinya modul LCD dengan konfigurasi 16 karakter dengan 2 baris untuk setiap bentuk karakter. Modul LCD terdiri dari sejumlah memori yang digunakan untuk display. Semua teks yang dituliskan ke modul LCD akan disimpan didalam memori ini dan modul LCD secara berurutan membaca memori ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri (Pratama, 2020).

2.2.7. Motor Servo

Motor servo adalah suatu perangkat yang terdiri dari motor DC, terdapat beberapa gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang terdapat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi pada motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi untuk penentu batas posisi putaran poros pada motor servo tersebut. Motor servo dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau diatur untuk menentukan dan juga memastikan posisi sudut dari poros output motor (Pratama, 2020).

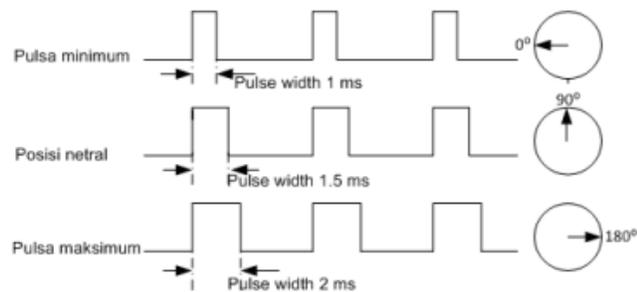
Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berfungsi sebagai pengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Bentuk motor servo dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 17 Motor Servo

2.2.7.1. Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 2. 18 Prinsip Kerja Motor Servo

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili second) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya (Pratama, 2020)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 7 bulan terhitung dari tanggal 2 Maret 2023 sampai 5 September 2023. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), merancang alat IoT yang dikombinasikan dengan sensor arus dan tegangan yang digunakan sebagai alat miniatur PMT dan PMS.

3.1.2. Tempat

Penelitian dilakukan pada Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro UMSU

3.2. Bahan dan Alat

Untuk melakukan penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan adalah :

1. Mikrokontroler Atmega 2560

Mikrokontroler AT Mega 2560 memiliki 54 pin input / output digital. (dimana 14 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Arduino Mega ini sudah berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC ke DC atau baterai untuk memulai. Modul IoT Modul IoT ESP8266 disebut sebagai System On Chip (SOC) yang memiliki kemampuan untuk terhubung dengan jaringan TCP/IP via Wi-Fi selain kemampuan layaknya mikrokontroler sebagai sebuah “otak” dan pengendali di dalam dunia elektronika embedded.

2. Sensor Arus ACS 712 20A

Sensor arus ACS712 digunakan untuk mendeteksi arus pada suatu

kawat/kabel dalam instalasi listrik. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) menggunakan prinsip Hall Effect. Sensor yang memiliki prinsip *Hall Effect* dirancang untuk mendeteksi objek magnetis dengan perubahan posisi. Adanya perubahan medan magnet secara terus menerus menimbulkan adanya pulsa yang kemudian dapat diambil frekuensinya. Sensor arus ini dapat membaca baik arus dc maupun ac sampai dengan 20 ampere. Sensor ACS712 20A mengeluarkan tegangan 2,5 volt jika tidak ada arus.

3. Sensor Tegangan

Modul Sensor tegangan digunakan sebagai mendeteksi tegangan pada suatu kawat/kabel dalam instalasi listrik. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus searah (DC) dan arus bolak – balik (AC).

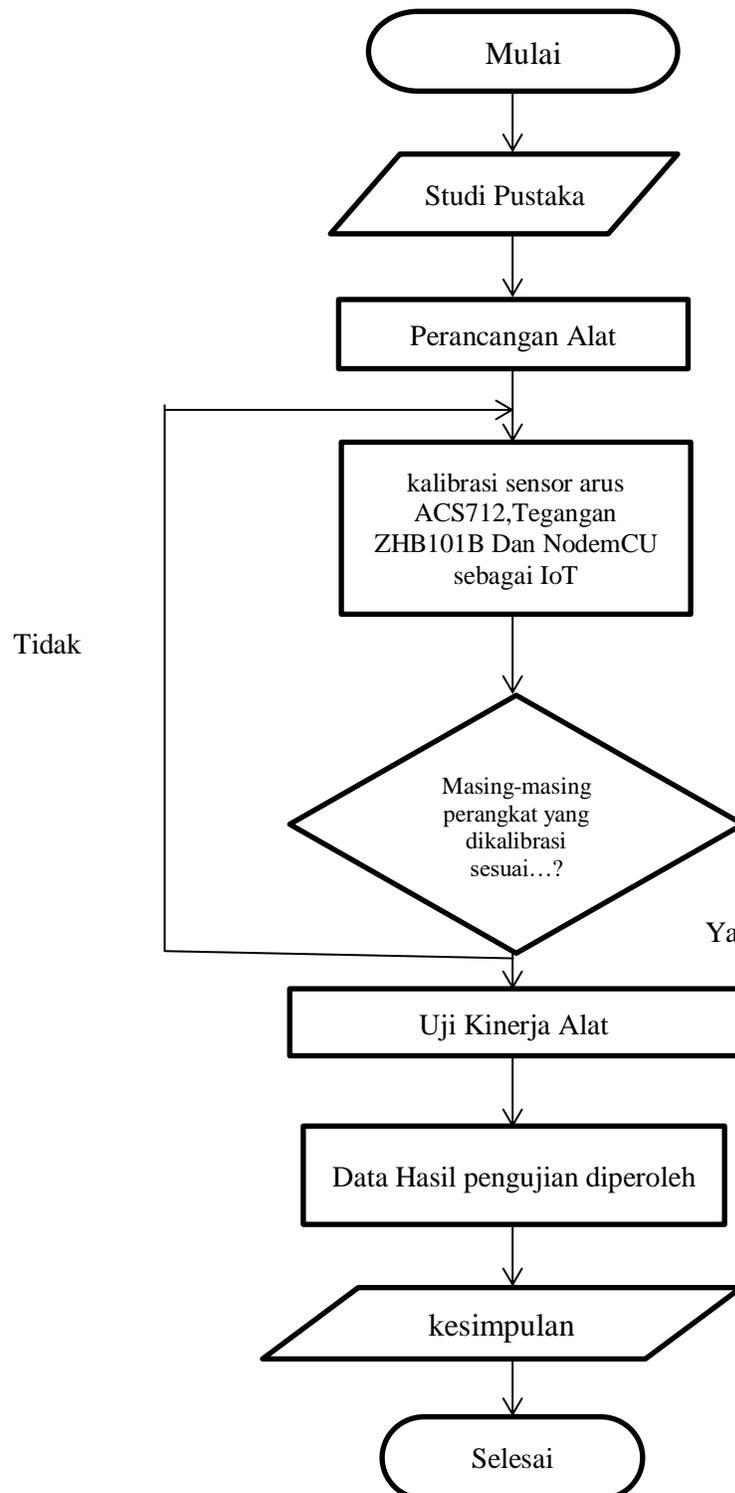
4. Relay SSR 220V 8A

Solid State Relay (SSR) digunakan sebagai saklar elektronik. Relay ini tidak memiliki bagian yang bergerak. Relay ini dikenal sebagai relay statis karena tidak memiliki bagian yang bergerak. Jenis relay ini tidak menggunakan koil magnetik atau komponen mekanik melainkan menggunakan perangkat elektronik analog untuk membuat karakteristik relai dan arus masuk atau bentuk gelombang tegangan dimonitor oleh sirkuit analog, bukan didigitalkan. Relay ini bekerja di rentang tegangan AC 24 V sampai 380 V dan maksimal arusnya sampai 8A. Relay ini dapat dikontrol mikrokontroller baik arduino maupun raspberry dengan tegangan input 5V sampai 12V.

5. Modul NodemCU

Modul NodemCU digunakan sebagai alat yang menghubungkan perangkat dan sensor dengan internet of things IoT. Sehingga proses monitoring dapat dilakukan melalui daring ataupun dalam jaringan. Dapat dilihat pada smartphone pengguna untuk mempermudah.

3.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Bagan Alir

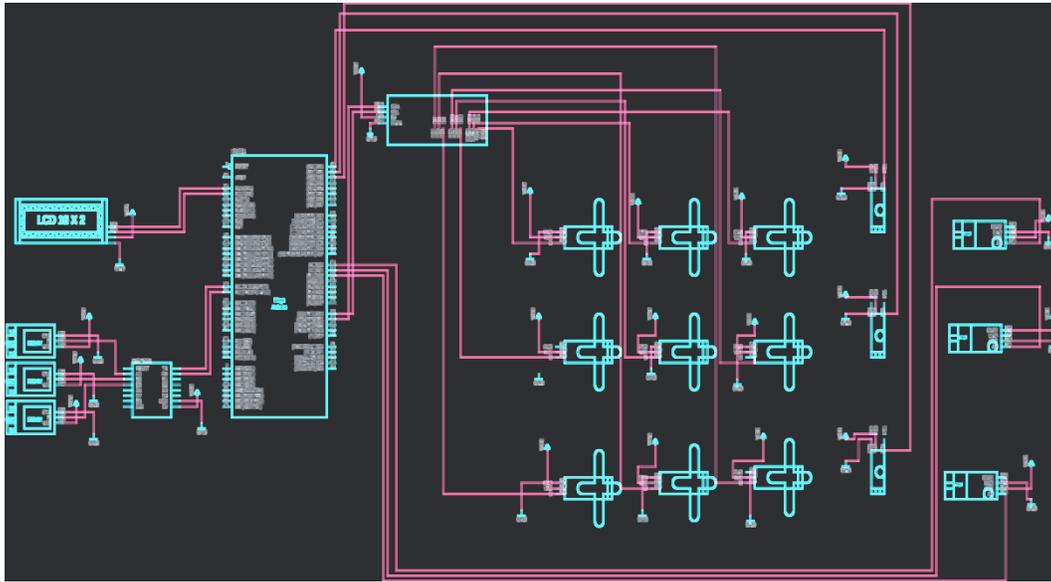
3.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur pada penelitian ini mengacu pada bagan alir penelitian, adapun tahap – tahap penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan studi pustaka, yaitu mencari citasi tentang teori – teori yang berkaitan dengan judul penelitian. Adapun citasi yang dikembangkan adalah terkhusus pada sensor arus dan sensor tegangan
2. Selanjutnya perancangan alat, alat yang dirancang merupakan prototype dari PMT dan PMS yang menggunakan mikrokontroler arduino. Dibantu dengan sensor tegangan dan sensor arus yang dihubungkan ke jaringan melalui Internet of Things (IoT)
3. Implementasi dikhususkan pada pemanfaatan sensor arus dan sensor tegangan dihubungkan dengan perangkat NodemCU yang akan mengkoneksikan perangkat ke jaringan
4. Apabila masing – masing dari perangkat bekerja dengan baik maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji kinerja alat.
5. Apabila alat yang digunakan terkhusus pada sensor arus dan tegangan bekerja secara efektif dan efisien maka tahap selanjutnya adalah melakukan kesimpulan dari penelitian ini.

3.5. Implementasi Alat

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini merupakan alur dari kode program yang akan digunakan agar sistem dapat bekerja dengan baik. Tahap pertama yang dijalankan oleh perangkat lunak yang dirancang yaitu mendeklarasi semua variabel yang digunakan. Selanjutnya membaca nilai arus dan suhu. Hasil pembacaan sensor selanjutnya akan diproses yang kemudian ditampilkan pada LCD dan juga dikirim ke modul Wi-Fi sehingga dapat diakses melalui aplikasi blynk apps. Apabila hasil pembacaan nilai arus dan tegangan tidak sesuai dengan standar pemakaian motor induksi , maka akan diberikan logika low pada inputan modul relay, sehingga relay aktif. Selanjutnya, sistem akan mengirimkan pesan alert pada user yang terhubung.



Gambar 3. 2 Rangkaian alat

Tahapan pertama dari pembangunan alat ini yaitu validasi rancangan. Tahap ini merupakan proses kegiatan untuk menilai secara rasional apakah rancangan produk efektif atau tidak untuk digunakan. Pada penelitian ini validasi dilakukan oleh pakar /ahli. Dan penulis mempercayakan kepada dosen pembimbing untuk menilai secara rasional rancangan yang sudah dibuat. Setelah dilakukan validasi produk maka dapat diketahui kelemahannya. Jika produk telah sesuai menurut para ahli maka tidak perlu diperbaiki. Berdasarkan desain yang diajukan kepada pakar/ahli desain dianggap sudah sesuai dan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu pembuatan alat sesuai dengan desain yang tervalidasi. Pengujian dilakukan setelah semua proses pembuatan alat dikerjakan, pengujian dilakukan secara bertahap guna mencari kesalahan maupun kekurangan kerja pada alat tersebut. Setelah dilakukan pengujian alat selanjutnya melakukan uji kelayakan yang dilakukan oleh dosen ahli/ pakar. Setelah alat di uji coba dan di uji kelayakan, jika didapatkan kekurangan maka segera dilakukan penyempurnaan.

3.6. Metode Pengujian Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mengaplikasikan sensor arus ACS712, tegangan ZHB101B dan NodemCU. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik atau tidak bila diterapkan di. Data yang didapatkan akan dibandingkan dengan data pengukuran manual. Dari perbandingan data akan diketahui sejauh mana tingkat akurasi alat yang telah dibuat. Adapun pengujiannya antara lain :

1. Melihat tingkat akurasi dari sensor yang telah dimasukkan dan melihattingkat efektifitas.
2. Menguji sensitifitas sensor yang telah dipasang.

3.7. Metode Analisis Data

Setelah data diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis data. Analisis data ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil dari pengukuran sensor, dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari sensor dengan hasil pengukuran yang dilakukan secara manual ataupun dengan alat ukur yang sudah terstandarisasi. Jika selisih antara hasil pengukuran sensor dengan alat ukur kecil, maka sensor dapat dikatakan berjalan dengan baik

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan suatu proses dalam penelitian yang dimulai dari merangkai alat hingga mendapatkan data yang nantinya akan dianalisis.

4.1.1. Alat dan Bahan

Adapun alat perancangan yang digunakan oleh penulis dalam perancangan ini, yaitu :

1. Laptop, berfungsi untuk pemograman arduino IDE agar rangkaian dapat berjalan dengan baik.
2. Solder, berfungsi untuk melunakkan timah putih dan mencabut komponen elektronik kecil lain yang melekat pada pcb.
3. Obeng plus (+) dan minus (-), yang berfungsi untuk mengencangkan dan melonggarkan baut.
4. Tang Potong, yang berfungsi untuk memotong kabel maupun mengupas kulit kabel.
5. Multi Tester, yang berfungsi untuk melihat nilai tegangan, tahanan dan mengecek kabel.
6. Lem bakar, yang berfungsi untuk melekatkan komponen ke papan.

4.1.2. Bahan Perancangan

Adapun bahan perancangan yang digunakan oleh penulis dalam perancangan ini, yaitu :

1. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.
2. Wemos d1r2 adalah alat yang berfungsi untuk menghubungkan antar mikrokontroler ke iot.

3. Sensor arus adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk membaca suatu nilai arus pada alat yang akan dibuat.
4. Sensor tegangan adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk membaca suatu nilai tegangan pada alat yang akan dibuat.
5. Trafo step down adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan.
6. Relay adalah sebuah alat yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus atau tegangan dari line yang satu ke line lainnya.
7. Kabel merupakan media penghantar yang digunakan untuk menghubungkan keseluruhan komponen elektrikal
8. Power supply DC adalah sebuah alat yang berfungsi untuk men-supply tegangan DC kepada system control gerak servo.
9. LCD berfungsi sebagai layar yang akan menampilkan data serta informasi yang terjadi pada alat.
10. Motor servo berfungsi untuk pergerakan mekanisme pada prototype pemutus tenaga.

4.1.3. Pembuatan Alat

Adapun proses pembuatan alat adalah tahapan demi tahapan dari awal hingga alat Prototype PMT dan PMS berbasis mikrokontroler selesai seperti gambar rangkaian sebagai berikut :

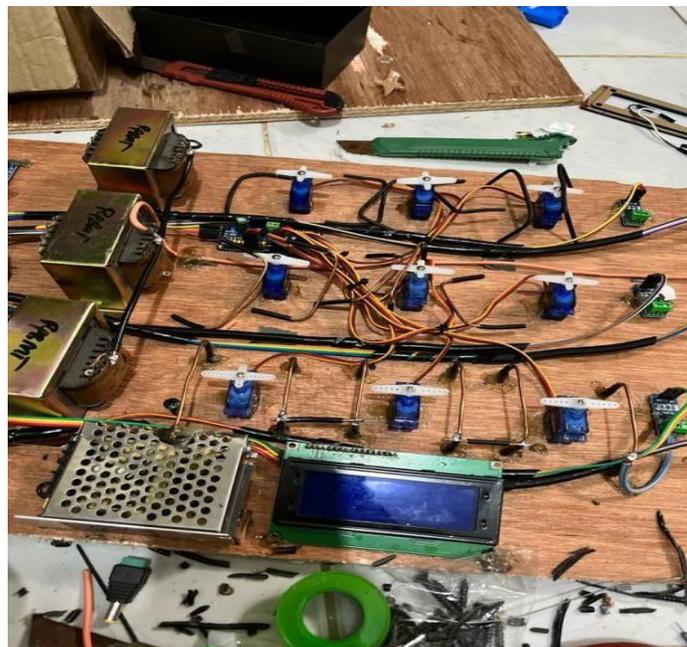
1. Langkah awal pada pembuatan alat prototype PMT dan PMS berbasis mikrokontroler adalah menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.





Gambar 4. 1 Persiapan Alat dan Bahan

2. Tahapan selanjutnya adalah membuat masing – masing Line (Phasa) sebagai prototype phasa R,S dan T. Dimana pada tiap – tiap line ini dilengkapi masing –masing sensor arus jenis ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B.



Gambar 4. 2 Peletakan Sensor Tiap Line

3. Setelah sensor diletakan pada masing – masing line, maka tahap selanjutnya perancangan mikrokontroller dan relay. Hubungkan semua sensor dan perangkat dengan modul arduino uno.



Gambar 4. 3 Penghubungan Perangkat Ke Arduino

4. Setelah semua perangkat dan sensor dihubungkan pada modul arduino, maka tahap selanjutnya adalah input program pada arduino. Adapun program yang diinput pada arduino adalah sebagai berikut :

```
#include <Wire.h>  
#include <Adafruit_PWMServoDriver.h>#include  
<LiquidCrystal_I2C.h> #include <SD.h>  
Adafruit_PWMServoDriver pwm = Adafruit_PWMServoDriver();
```

```

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#define SERVOMIN 150
#define SERVOMAX 600
#define SERVO_FREQ 50 const int buttonPinLine1 = 8; const int
buttonPinLine2 = 9; const int buttonPinLine3 = 10;
bool isLineOpen[] = {false, false, false}; const int numSensors = 3;
const int voltageAnalogPins[numSensors] = {A0, A1, A2}; const float
voltageOffsets[numSensors] = {0.00, 0.00, 0.00}; const int
measurementInterval = 1000;
const float minVoltageThreshold = 9.0; const float maxVoltageThreshold
= 21.0; const float voltageDropThreshold = 8.0; const float
voltageHighThreshold = 22.0;
uint8_t servoChannelsLine1[] = {13, 14, 15};
uint8_t servoChannelsLine2[] = {8, 9, 10, 11};
uint8_t servoChannelsLine3[] = {4, 5, 6, 7}; const int sensorPins[] = {A8,
A9, A10}; const float sensitivity = 0.005;
const int chipSelect = 53; // Pin untuk CS (Chip Select) pada modul SD
Card bool isSDCardAvailable = true;

void setup()
{
  Serial.begin(9600); pwm.begin();
  pwm.setOscillatorFrequency(27000000);
  pwm.setPWMFreq(SERVO_FREQ); pinMode(buttonPinLine1,
INPUT_PULLUP); pinMode(buttonPinLine2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(buttonPinLine3, INPUT_PULLUP); lcd.init();
  lcd.backlight();
  // Inisialisasi SD Card
  if (!SD.begin(chipSelect))
  {

```

```

    Serial.println("SD Card initialization failed!"); isSDCardAvailable =
    false;
}
else
{
    Serial.println("SD Card initialized.");
}
}

void setServoPulse(uint8_t n, double pulse)
{
    double panjangdenyut; panjangdenyut = 1000000; panjangdenyut /=
    SERVO_FREQ; panjangdenyut /= 4096;
    pulse *= 1000000; pulse /= panjangdenyut;
    pwm.setPWM(n, 0, pulse);
}

void moveServo(int line, bool isOpen, uint8_t servoChannels[], int
numServos)
{
    int targetAngle = isOpen ? 90 : 0;
    int pulse = map(targetAngle, 0, 180, SERVOMIN, SERVOMAX);

    for (int i = 0; i < numServos; i++)
    {
        pwm.setPWM(servoChannels[i], 0, pulse);
    }
}

void displayLineStatus(int line, bool isOpen)
{
    lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Line "); lcd.print(line);
}

```

```

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(isOpen ? "Closed" : "Open");
}
// Fungsi untuk menampilkan status aktif/non-aktif line pada LCD
void displayActiveLine()
{
    lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("Active Line: ");
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        lcd.print(isLineOpen[i] ? i + 1 : 0); lcd.print(" ");
    }
}

float measureRMSVoltage(int sensorIndex)
{
    const int numSamples = 1000; float voltageSumSquares = 0; int
    validSamples = 0;

    for (int i = 0; i < numSamples; i++)
    {
        float voltageSampleRead =
            (analogRead(voltageAnalogPins[sensorIndex]) - 512)
+ voltageOffsets[sensorIndex];
        if (voltageSampleRead > minVoltageThreshold)
        {
            voltageSumSquares += sq(voltageSampleRead); validSamples++;
        }
        delayMicroseconds(measurementInterval / numSamples);
    }
}

```

```

    if (validSamples == 0)
    {
        return 0;
    }

    float voltageMeanSquare = voltageSumSquares / validSamples;
    float  finalRMSVoltage  =  sqrt(voltageMeanSquare) *1.5+
    voltageOffsets[sensorIndex];

    return finalRMSVoltage;
}

float getCurrent(int sensorIndex)
{
    int sensorValue = analogRead(sensorPins[sensorIndex]); return
    (sensorValue - 512) * sensitivity;
}

void sendDataToWemos(int sensorIndex, float voltage, float current)
{
    Serial.print("V"); Serial.print(sensorIndex + 1); Serial.print(":");
    Serial.print(voltage, 2); Serial.print(",A"); Serial.print(sensorIndex + 1);
    Serial.print(":"); Serial.print(current, 2);

    if (sensorIndex < numSensors - 1) Serial.print(",");
    else
        Serial.println(";");

    // Kirim data ke Wemos D1 R2 melalui Serial
    // Pastikan Wemos D1 R2 Anda siap untuk menerima dan memproses data

```

```

ini
// Misalnya, dengan menggunakan Software Serial atau Serial1 jika
tersedia
}

void recordData(float voltage, float current)
{
  if (!isSDCardAvailable)
  {
    Serial.println("SD Card not available. Data not recorded."); return;
  }

  // Buka file untuk penulisan
  File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);

  // Jika file berhasil dibuka if (data File)
  {
    // Tulis data ke file dataFile.print("Voltage: "); dataFile.print(voltage,
    2); dataFile.print(" V, Current: "); dataFile.print(current, 2);
    dataFile.println(" A");
    // Tutup file dataFile.close();
  }
  else
  {
    Serial.println("Error opening datalog.txt");
  }
}

void handleLineButton(int line, int buttonPin, uint8_t servoChannels[],
int numServos)
{

```

```

static unsigned long lastButtonPressTime = 0; unsigned long currentTime
= millis();

if (currentTime - lastButtonPressTime < 1000)
{
    return;
}

if (digitalRead(buttonPin) == LOW)
{
    isLineOpen[line - 1] = !isLineOpen[line - 1];
    moveServo(line, isLineOpen[line - 1], servoChannels, numServos);
    displayLineStatus(line, isLineOpen[line - 1]);

    lastButtonPressTime = currentTime;
}
}

void loop()
{
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        handleLineButton(i + 1, i == 0 ? buttonPinLine1 : (i == 1 ?
buttonPinLine2 : buttonPinLine3),
            i == 0 ? servoChannelsLine1 : (i == 1 ?
servoChannelsLine2 : servoChannelsLine3),
            i == 0 ? 3 : 4);
    }

    for (int i = 0; i < numSensors; i++)
    {

```

```

float finalRMSVoltage = measureRMSVoltage(i);
finalRMSVoltage = (finalRMSVoltage < minVoltageThreshold) ? 0.0:
finalRMSVoltage;
float currentVal = getCurrent(i); sendDataToWemos(i,
finalRMSVoltage, currentVal); recordData(finalRMSVoltage,
currentVal);
if (i == 0)
{
if (finalRMSVoltage < voltageDropThreshold)
{
isLineOpen[0] = false; isLineOpen[1] = true;
moveServo(1, false, servoChannelsLine1, 3); moveServo(2, true,
servoChannelsLine2, 4);
}
else if (finalRMSVoltage > voltageHighThreshold)
{
isLineOpen[0] = false; isLineOpen[1] = true;
moveServo(1, false, servoChannelsLine1, 3); moveServo(2, true,
servoChannelsLine2, 4);
}
}
else
{
isLineOpen[0] = true; isLineOpen[1] = false;
moveServo(1, true, servoChannelsLine1, 3); moveServo(2, false,
servoChannelsLine2, 4);
}
}
else if (i == 2)
{
if (isLineOpen[2])

```

```

{
  isLineOpen[0] = false; isLineOpen[1] = false;
  moveServo(1, false, servoChannelsLine1, 3); moveServo(2, false,
  servoChannelsLine2, 4);
  // Tampilkan status line pada LCD displayActiveLine();

  delay(measurementInterval);
}

```

5. Apabila arduino telah diprogram selanjutnya adalah pengujian alat dan tingkat sensitifitas sensor dalam mengukur arus dan tegangan yang ada.

4.2. Analisis Kinerja Alat

Analisis kinerja alat terfokus pada sensor arus dan tegangan yang digunakan. Dimana analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat error hasil bacaan yang ditampilkan pada LCD Prototype PMT dan PMS yang telah dibuat. Dimana tingkat error didapat dari perbandingan hasil bacaan sensor dengan hasil bacaan menggunakan alat ukur multimeter.

4.2.1. Pengujian Sensor Arus ACS712

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor yang digunakan telah dapat membaca pengukuran sesuai dengan pembacaan alat ukur yang sudah distandarisasi. Dalam hal ini dilakukan perbandingan standar alat ukur (multimeter) terhadap sensor yang dipakai, lalu dilakukan perhitungan berdasarkan standar yang berlaku untuk melihat berapa besar *error* atau selisih pembacaan.

pada pengujian sensor ACS712 pada sisi arus dapat membaca sesuai dengan arus *input* yang diberikan dan dimana dapat ditentukan nilai error dengan persamaan yang digunakan :

$$Error \% = \frac{V \text{ alat ukur} - V \text{ Sensor}}{V \text{ Alat Ukur}} \times 100$$

dan tingkat keakurasian pembacaan dengan menggunakan persamaan :

$$Akurasi \% = 100 - \frac{V \text{ alat ukur} - V \text{ Sensor}}{V \text{ Alat Ukur}} \times 100$$

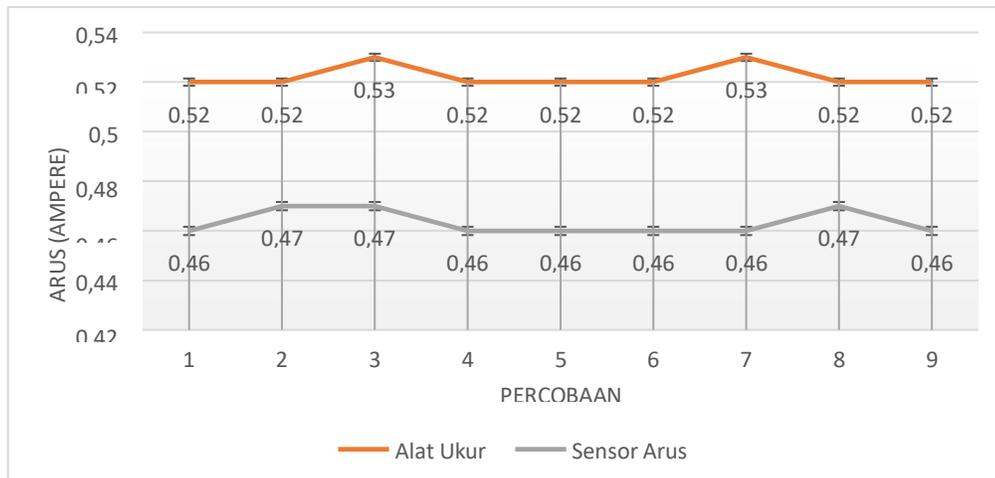
Pengujian dilakukan pada masing – masing sensor yang ada pada tiap – tiap line pada alat prototype PMS dan PMT. Adapun hasil pengujian pada tiap line adalah sebagai berikut :

- Line 1
Adapun hasil perbandingan pengukuran arus pada alat ukur multimeter dan sensor arus Line 1 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Sensor ACS712 Line 1

Percoobaan	Multimeter (A)	Sensor Arus (A)	Eror (%)	Akurasi (%)
1	0,52	0,46	12%	88,46%
2	0,52	0,47	10%	90,38%
3	0,53	0,47	11%	88,68%
4	0,52	0,46	12%	88,46%
5	0,52	0,46	12%	88,46%
6	0,52	0,46	12%	88,46%
7	0,53	0,46	13%	86,79%
8	0,52	0,47	10%	90,38%
9	0,52	0,46	12%	88,46%
Rata – Rata			11%	88,73%

Dari data hasil pengujian Sensor ACS712 pada Line 1 dapat dilihat grafik perbandingan hasil bacaan alat ukur dengan sensor arus pada alat adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus Line 1

Dapat dilihat pada grafik 4.5 hasil bacaan alat ukur berada pada hasil bacaan sensor arus, hal ini menandakan kedua hasil bacaan tidak sama. Namun masih dalam kondisi yang baik disebabkan oleh tingkat error hasil bacaan sensor adalah rata – rata 11% dan akurasi ataupun ketepatan hasil bacaan sensor adalah sebesar 88,73%.

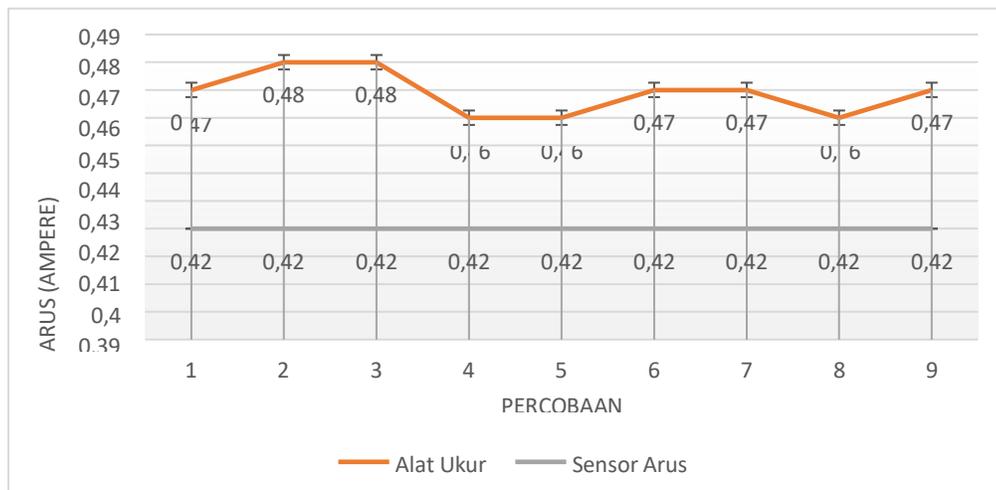
- Line 2

Adapun hasil perbandingan pengukuran arus pada alat ukur multimeter dan sensor arus Line 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sensor ACS712 Line 2

Percobaan	Multimeter	Sensor Arus	<i>Error</i>	Akurasi
	(A)	(A)	(%)	(%)
1	0,47	0,42	11%	89,36%
2	0,48	0,42	13%	87,50%
3	0,48	0,42	13%	87,50%
4	0,46	0,42	9%	91,30%
5	0,46	0,42	9%	91,30%
6	0,47	0,42	11%	89,36%
7	0,47	0,42	11%	89,36%
8	0,46	0,42	9%	91,30%
9	0,47	0,42	11%	89,36%
Rata – Rata			10%	89,60%

Dari data hasil pengujian Sensor ACS712 pada Line 2 dapat dilihat grafik perbandingan hasil bacaan alat ukur dengan sensor arus pada alat adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus Line 2

Dapat dilihat pada grafik 4.6 hasil bacaan alat ukur berada pada hasil bacaan sensor arus, hal ini menandakan kedua hasil bacaan tidak sama. Namun masih dalam kondisi yang baik disebabkan oleh tingkat error hasil bacaan sensor adalah rata – rata 10% dan akurasi ataupun ketepatan hasil bacaan sensor adalah sebesar 89,60%.

- Line 3

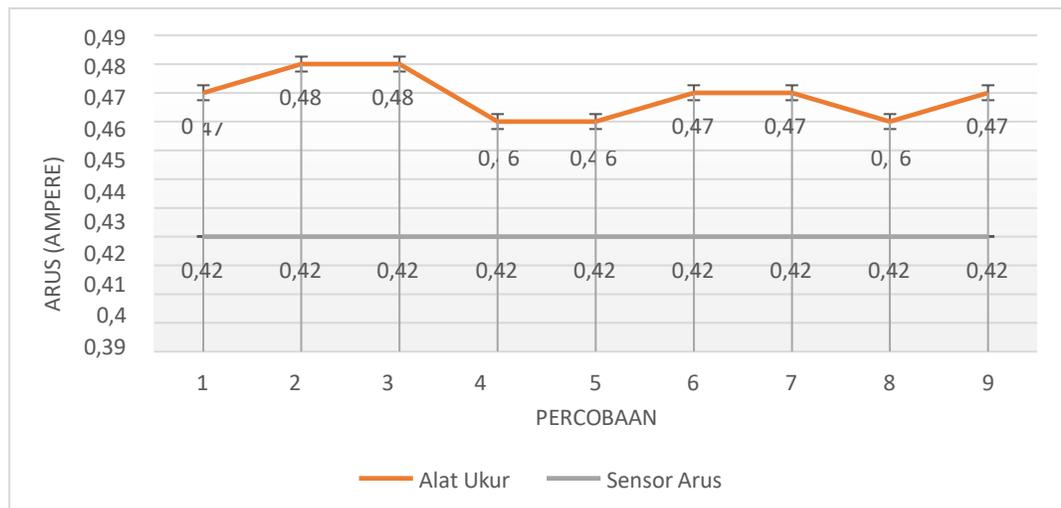
Adapun hasil perbandingan pengukuran arus pada alat ukur multimeter dan sensor arus Line 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Sensor ACS712 Line 3

Percobaan	Multitmeter (A)	Sensor Arus (A)	Error (%)	Akurasi (%)
1	0,59	0,51	14%	86,44%
2	0,59	0,52	12%	88,14%
3	0,59	0,51	14%	86,44%
4	0,6	0,51	15%	85,00%
5	0,59	0,51	14%	86,44%

6	0,59	0,52	12%	88,14%
7	0,58	0,52	10%	89,66%
8	0,58	0,52	10%	89,66%
9	0,59	0,52	12%	88,14%
Rata – Rata			12%	87,56%

Dari data hasil pengujian Sensor ACS712 pada Line 3 dapat dilihat grafik perbandingan hasil bacaan alat ukur dengan sensor arus pada alat adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 6Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus Line 3

Dapat dilihat pada grafik 4.7 hasil bacaan alat ukur berada pada hasil bacaan sensor arus, hal ini menandakan kedua hasil bacaan tidak sama. Namun masih dalam kondisi yang baik disebabkan oleh tingkat error hasil bacaan sensor adalah rata – rata 12% dan akurasi ataupun ketepatan hasil bacaan sensor adalah sebesar 87,56%.

a. Hasil Pengujian Sensor ACS712

Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 12% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 87,56% terendah. Hal ini menandakan sensor arus ACS712 pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif.

4.2.2. Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101b

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor yang digunakan telah dapat membaca pengukuran sesuai dengan pembacaan alat ukur yang sudah distandarisasi. Dalam hal ini dilakukan perbandingan standar alat ukur (multimeter) terhadap sensor yang dipakai, lalu dilakukan perhitungan berdasarkan standar yang berlaku untuk melihat berapa besar *error* atau selisih pembacaan. pada pengujian sensor ZMPT101b pada sisi arus dapat membaca sesuai dengan arus *input* yang diberikannya dan dimana dapat ditentukan nilai *error* dengan persamaan yang digunakan :

$$Error \% = \frac{V \text{ alat ukur} - V \text{ Sensor}}{V \text{ Alat Ukur}} \times 100$$

dan tingkat keakurasian pembacaan dengan menggunakan persamaan :

$$Akurasi \% = 100 - \frac{V \text{ alat ukur} - V \text{ Sensor}}{V \text{ Alat Ukur}} \times 100$$

Pengujian dilakukan pada masing – masing sensor yang ada pada tiap – tiap line pada alat prototype PMS dan PMT. Adapun hasil pengujian tegangan pada tiap line adalah sebagai berikut :

- Line 1

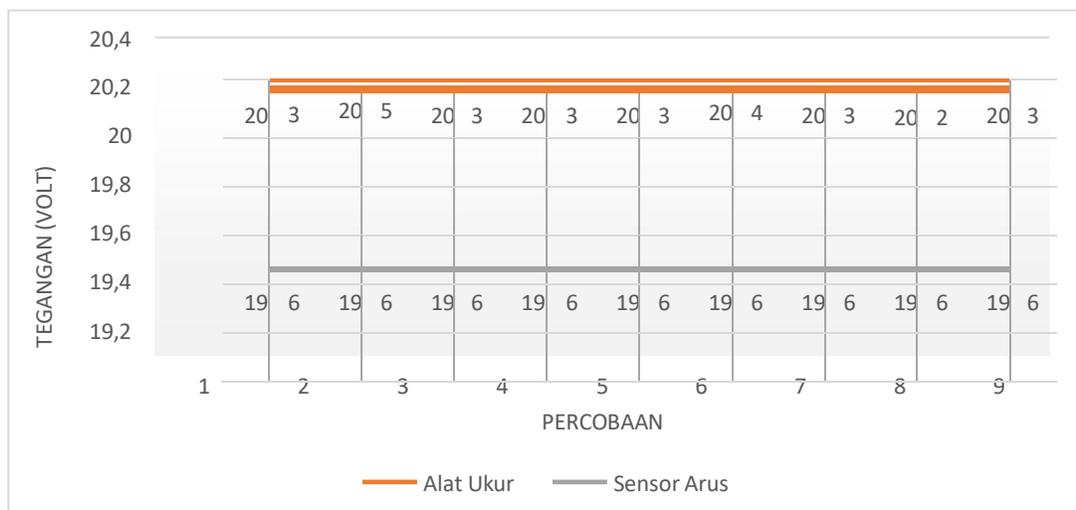
Adapun hasil perbandingan pengukuran tegangan pada alat ukur multimeter dan sensor arus Line 1 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Sensor Zmpt101b Line 1

Percobaan	Multimeter	Sensor Arus	<i>Error</i>	Akurasi
	(V)	(V)	(%)	(%)
1	20,23	19,46	4%	96,19%
2	20,25	19,46	4%	96,10%
3	20,23	19,46	4%	96,19%
4	20,23	19,46	4%	96,19%
5	20,23	19,46	4%	96,19%

6	20,24	19,46	4%	96,15%
7	20,23	19,46	4%	96,19%
8	20,22	19,46	4%	96,24%
9	20,23	19,46	4%	96,19%
Rata – Rata			4%	96,18%

Dari data hasil pengujian Sensor Zmpt101b pada Line 1 tabel 4.4 dapat dilihat grafik perbandingan hasil bacaan alat ukur dengan sensor tegangan pada alat adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Tegangan Line 1

Dapat dilihat pada grafik 4.8 hasil bacaan alat ukur berada pada hasil bacaan sensor tegangan, hal ini menandakan kedua hasil bacaan tidak sama. Namun masih dalam kondisi yang sangat baik disebabkan oleh tingkat error hasil bacaan sensor adalah rata – rata 4% dan akurasi ataupun ketepatan hasil bacaan sensor adalah sebesar 96,18%.

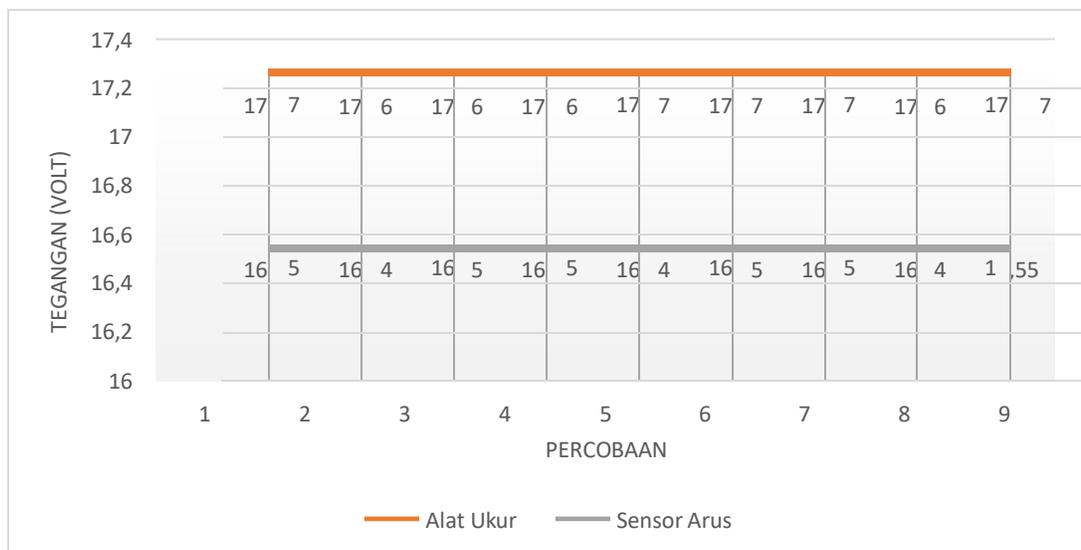
- Line 2

Adapun hasil perbandingan pengukuran tegangan pada alat ukur multimeter dan sensor arus Line 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Sensor Zmpt101b Line 2

Percobaan	Multitmeter	Sensor Tegangan	Error	Akurasi
	(V)	(V)	(%)	(%)
1	17,27	16,55	4%	95,83%
2	17,26	16,54	4%	95,83%
3	17,26	16,55	4%	95,89%
4	17,26	16,55	4%	95,89%
5	17,27	16,54	4%	95,77%
6	17,27	16,55	4%	95,83%
7	17,27	16,55	4%	95,83%
8	17,26	16,54	4%	95,83%
9	17,27	16,55	4%	95,83%
Rata – Rata			9	17,27

Dari data hasil pengujian Sensor Zmpt101b pada Line 2 tabel 4.5 dapat dilihat grafik perbandingan hasil bacaan alat ukur dengan sensor tegangan pada alat adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Tegangan Line 2

Dapat dilihat pada grafik 4.9 hasil bacaan alat ukur berada pada hasil bacaan sensor tegangan, hal ini menandakan kedua hasil bacaan tidak sama.

Namun masih dalam kondisi yang sangat baik disebabkan oleh tingkat error hasil bacaan sensor adalah rata – rata 4% dan akurasi ataupun ketepatan hasil bacaan sensor adalah sebesar 95,84%.

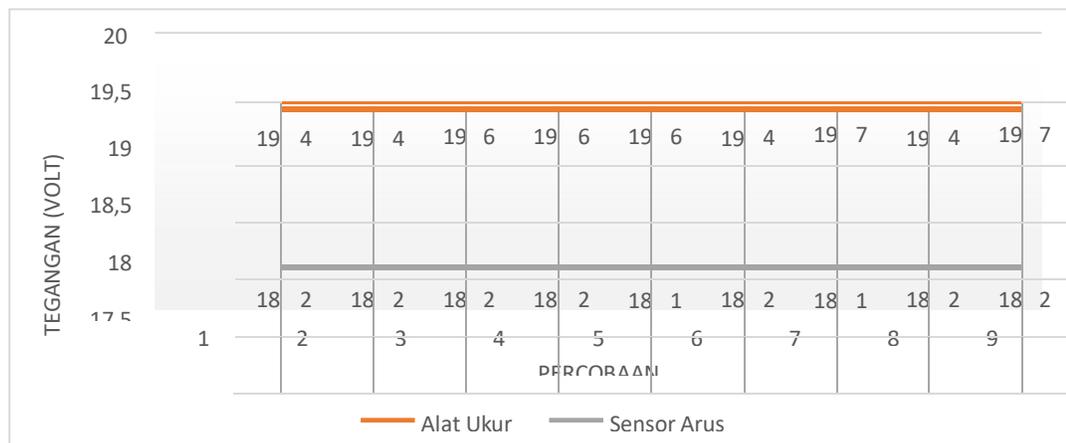
- Line 3

Adapun hasil perbandingan pengukuran tegangan pada alat ukur multimeter dan sensor arus Line 3 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Sensor Zmpt101b Line 3

Percobaan	Multitmeter	Sensor Tegangan	<i>Error</i>	Akurasi
	(V)	(V)	(%)	(%)
1	19,54	18,12	7%	92,73%
2	19,54	18,12	7%	92,73%
3	19,56	18,12	7%	92,64%
4	19,56	18,12	7%	92,64%
5	19,56	18,11	7%	92,59%
6	19,54	18,12	7%	92,73%
7	19,57	18,11	7%	92,54%
8	19,54	18,12	7%	92,73%
9	19,57	18,12	7%	92,59%
Rata – Rata			7%	92,66%

Dari data hasil pengujian Sensor Zmpt101b pada Line 3 tabel 4.6 dapat dilihat grafik perbandingan hasil bacaan alat ukur dengan sensor tegangan pada alat adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Tegangan Line 3

Dapat dilihat pada grafik 4.10 hasil bacaan alat ukur berada pada hasil bacaan sensor tegangan, hal ini menandakan kedua hasil bacaan tidak sama. Namun masih dalam kondisi yang sangat baik disebabkan oleh tingkat error hasil bacaan sensor adalah rata – rata 7% dan akurasi ataupun ketepatan hasil bacaan sensor adalah sebesar 92,66%.

- Hasil Pengujian Sensor ZMPT101b

Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 7% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 92,66% terendah. Hal ini menandakan sensor tegangan Zmpt101b pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, adapun hasil kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut :

1. Perancangan Prototype PMS dan PMT berbasis mikrokontroler dilakukan dengan diawali dengan rangkaian yang dibuat, kemudian alat yang dirancang disesuaikan dengan rangkaian yang telah dibuat hingga menghubungkan alat dengan mikrokontroler arduino uno.
2. Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 12% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 87,56% terendah. Hal ini menandakan sensor arus ACS712 pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batasefektif.
3. Pengambilan data pada Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 7% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 92,66% terendah. Hal ini menandakan sensor tegangan Zmpt101b pada alatprototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif.

5.2. Saran

1. Dapat dilakukan pembuatan alat dengan menggunakan mikrokontroler yang berbeda jenis untuk mendapatkan variasi dan inofatif.
2. Menggunakan jenis sensor arus dan tegangan yang berbeda untuk mendapatkan nilai perbandingan tingkat efektifitas hasil bacaan sensor yang paling akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Politeknik Negeri Sriwijaya. (2014). *PMS (Pemisah Tegangan)*. 6–23.
https://www.academia.edu/35241131/Pemisah_dan_penghubung_pada_Gardu_induk,
- Pratama, M. A. (2020). Perancangan Prototype Pengontrol Mekanik Pada PMS (Disconnecting Switch) Berbasis Arduino uno. *Jurnal Ekonomi*, 2(1), 41–49.
- Pasaribu, Faisal Irsan, and Muhammad Reza. 2021. “Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP.” *R E L E (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro* 3(2): 46–55.
- Ratnasari, Titi, and Adri Senen. 2017. “Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus Acs-712 30 Ampere.” *Jurnal Sutet* 7(2): 28–33.
- Risanty, Rita Dewi, and Lutfi Arianto. 2015. “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi.” *Jurnal Sistem Informasi* 7(2): 1–10.
- Rieza DB, “PMS”, Pemakain Dan Pemeliharaan Pemisah Gardu Induk 150 kV, Tenaga Penggerak Secara Normal Dan Menggunakan Motor. Program Studi Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Diponegoro, Semarang Jawa Tengah. Sapitri, N. F. (2017). *Pendeteksi Warna Kematangan Kue Menggunakan Sensor Kamera Pixy CMUCAM5 Pada Rancang Bangun Alat Pemanggang Kue Listrik Otomatis*. July, 1–23.
- SKDIR 0520-2.K/DIR/2014, 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga No dokumen: PDM /PGI/07:2014, PT PLN (Persero), Jakarta, Indonesia.
- SKDIR No. 0309.K/DIR/2013, 2013, Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga, PT PLN (Persero), Jakarta, Indonesia
- Taif, Muhammad, Muhammad Yunus Hi. Abbas, and Mohammad Jamil. 2019. “Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield.” *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 6(1).
- Tofan Aryanto, Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Produksi Di Garduk Induk 150 kV. Program Studi Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah.
- Zakaria, “Alelegro ACS712”, Perancangan Dan Pembuatan Alat Monitoring Biaya

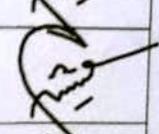
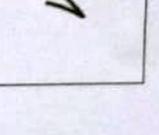
- Tagihan Listrik Portable Pada Peralatan Listrik. Program Studi Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Brawijaya, Malang Indonesia.
- (PERSERO), D. P. (2014). Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Peralatan Primer Gardu Induk. Jakarta: PT PLN (PERSERO).
- Rusmayani. 2013. Belajar Arus Bolak-Balik. Jurnal FMIPA: Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Siglent Technologies, CO.,LTD. 2015. SDS1000DL Series Digital Oscilloscop. Jurnal Elektronika. Shenzen: China.
- Pasaribu, Faisal Irsan, and Muhammad Reza. 2021. "Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP." *R E L E (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro* 3(2): 46–55.
- Ratnasari, Titi, and Adri Senen. 2017. "Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus Acs-712 30 Ampere." *Jurnal Sutet* 7(2): 28–33.
- Risanty, Rita Dewi, and Lutfi Arianto. 2015. "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi." *Jurnal Sistem Informasi* 7(2): 1–10.
- Taif, Muhammad, Muhammad Yunus Hi. Abbas, and Mohammad Jamil. 2019. "Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield." *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 6(1).

LAMPIRAN


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
 Jl. Kapt. Muchtar Basri Street No.3 Medan-20238, Telp. (061) 661059

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR (SEMPRO)

NAMA : M. SEPTO PRANOTO
NPM : 1907220040
JUDUL : PROTOTYPE SISTEM PENGONTROLAN PADA PMT DAN PMS
 MENGGUNAKAN SENSOR ARUS DAN SENSOR TEGANGAN

No	Keterangan	Tanggal	Paraf
1	Tambahkan refrensi jurnal	2 Mei 2023	
2	Perbaiki jarak spasi dengan 1,5 cm pada Bab 2 dan 3	25 Mei 2023	
3	Perbaiki dan tambahkan materi di Bab 2	27 Juni 2023	
4	Perbaiki prosedur penelitian	10 Juli 2023	
5	ACC Seminar Proposal	21 Juli 2023	
6			

DOSEN PENDAMPING

 (FAISAL IRSAN F. ARIBU S.T.,M.T)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
 Jl. Kapt. Muehtar Basri Street No.3 Medan-20238, Telp. (061) 661059

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR (SEMNAS)

NAMA : M. SEPTO PRANOTO
 NPM : 1907220040
 JUDUL : PROTOTYPE SISTEM PENGONTROLAN PADA PMT DAN PMS
 MENGGUNAKAN SENSOR ARUS DAN SENSOR TEGANGAN

No	Keterangan	Tanggal	Paraf
1	Tambahkan refrensi sitasi jurnal	7 Agustus 2023	
2	Perbaiki penulisan spasi	22 Agustus 2023	
3	Tambahkan analisa data Bab 4	2 September 2023	
4	ACC Seminar Hasil	13 September 2023	
5			
6			

DOSEN PENDAMPING

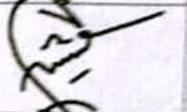
(FAISAL IRSAN P. SARIBU S.T., M.T.)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
 Jl. Kapt. Muchtar Basri Street No.3 Medan-20238, Telp. (061) 661059

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR (SIDANG)

NAMA : M. SEPTO PRANOTO
 NPM : 1907220040
 JUDUL : PROTOTYPE SISTEM PENGONTROLAN DAN MONITORING
 PEMUTUS TENAGA BERBASIS MIKROKONTROLER

No	Keterangan	Tanggal	Paraf
1	Tambahkan refrensi sitasi jurnal	20 September 2023	
2	Tambahkan analisa data Bab 4	21 September 2023	
3	ACC Sidang	22 September 2023	
4			
5			
6			

DOSEN PENDAMPING


 (FAISAL IRSAN F. SARIBU S.T.,M.T)

PROTOTYPE SISTEM PENGONTROLAN DAN MONITORING PEMUTUS TENAGA BERBASIS MIKROKONTROLER

M Septo Pranoto^[1], Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T^[2],

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238
E-mail: muhammadsepto8@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan penelitian sebelumnya berhubungan dengan system kerja PMS, maka dibuatlah system pengontrolan PMT dan PMS menggunakan IoT (Internet off Thing). Yang bertujuan untuk mengetahui prinsip kerja dari pengontrolan pemutus tenaga (PMT) dan saklar pemisah (PMS), dan juga dapat merekam gangguan apa saja yang pernah terjadi. Agar memudahkan para petugas untuk menangani masalah yang terjadi pada system tersebut dengan melihat dari alarm atau data-data yang sudah terekam di system IoT (Internet of ThingS). Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan. Perancangan Prototype PMS dan PMT berbasis mikrokontroler dilakukan dengan diawali dengan rangkaian yang dibuat, kemudian alat yang dirancang disesuaikan dengan rangkaian yang telah dibuat hingga menghubungkan alat dengan mikrokontroler arduino uno. Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 12% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 87,56% terendah. Hal ini menandakan sensor arus ACS712 pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif. Pengambilan data pada Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 7% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 92,66% terendah. Hal ini menandakan sensor tegangan Zmpt101b pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif.

Kata Kunci : PMT, PMS, Arduino Uno, Sensor ACS 712, Sensor ZMPT101B

ABSTRACT

Based on previous research related to the PMS working system, a PMT and PMS control system was created using IoT (Internet of Things). The aim is to understand the working principle of controlling power breakers (PMT) and disconnecter switches (PMS), and can also record any disturbances that have occurred. To make it easier for officers to handle problems that occur in the system by looking at the alarms or data that has been recorded in the IoT (Internet of Things) system. In this research, conclusions can be drawn. The design of the microcontroller-based PMS and PMT prototype is carried out by starting with the circuit that is made, then the designed tool is adapted to the circuit that has been made and connects the tool to the Arduino Uno microcontroller. From 9 attempts at collecting data for each line from Line 1, Line 2 and Line 3, the error rate for each sensor was relatively low, namely 12%, the highest and the level of accuracy or accuracy was 87.56%, the lowest. This indicates that the ACS712 current sensor on the PMS and PMT prototype devices is still within effective limits. Taking data on Line 1, Line 2 and Line 3, the error rate from each sensor was relatively low, namely 7%, the highest and the level of accuracy or precision was 92.66%, the lowest. This indicates that the Zmpt101b voltage sensor on the PMS and PMT prototype devices is still within effective limits.

Keywords : PMT, PMS, Arduino Uno, Sensor ACS 712, Sensor ZMPT101B

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Secara system mekanik, PMS dapat dijalankan menggunakan tiga cara untuk membuka dan menutup tuas (switch), yaitu secara manual, menggunakan motor listrik dan secara pneumatic. Namun agar lebih aman, pengoprasian PMS dapat dilakukan dengan menambahkan remote control, sensor arus dan sensor tegangan tegangan agar lebih efektif dan efisien. Penggunaan remote control dapat memudahkan petugas dalam melakukan pengoprasian pada PMS, cukup dengan menekan tombol perintah pada remote tanpa perlu masuk kedalam kawasan untuk mengengkol mekanisme pergerakan PMS kedalam switchyard. Hal ini juga meringankan pekerjaan para petugas, karena jikalau harus masuk kedalam ditakutkan terjadi hal-hal tidak diinginkan.

Melihat zaman sekarang ini yang serba canggih, teknologi tentu menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari manusia. Teknologi berkembang dalam semua aspek, tanpa terkecuali bidang elektronika. Banyak alat elektronika yang praktis dan fleksibel telah banyak diciptakan sehingga dapat membantu manusia dalam meringankan pekerjaannya. Selain itu, teknologi juga dapat digunakan untuk melakukan tugas yang mungkin memakan banyak waktu, tenaga maupun sulit untuk dilakukan manusia. Salah satu fungsi yang dapat dilakukan adalah memantau dan mengontrol system kerja saklar pemutus tenaga (PMT) dan Disconnecting Switch (PMS) pada sebuah gardu induk. Dilengkapi dengan sensor arus ACS712 dan sensor tegangan sebagai pengontrol

arus dan tegangan pada system kerja PMT dan PMS. Kalau terjadi gangguan pada system kerja PMT dan PMS maka akan langsung terdeteksi oleh sensor tersebut. Dan sensor akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk memutuskan hubungan kerja PMT dan PMS, agar tidak terjadi kerusakan parah pada komponen-komponen lainnya

1.2.Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara merancang Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller ?
2. Bagaimana tingkat ketepatan pengukuran sensor arus dan tegangan yang digunakan pada alat Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller?

1.3.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Merancang alat Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller
2. Menganalisis tingkat ketepatan pengukuran sensor arus dan tegangan yang digunakan pada alat Prototype system pengontrolan dan monitoring PMT dan PMS berbasis Mirkokontroller

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang telah dilakukan guna menunjang penelitian tugas akhir ini.

Menurut Rieza DB (2010), pemisah (PMS) atau disconnecting

switch adalah sebuah alat yang dipergunakan untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan masih tersambung atau sudah bebas dari tegangan kerja. Fungsi dari (PMS) adalah sebuah alat yang dapat menyambung atau memutuskan rangkaian dengan arus yang rendah kurang lebih lima ampere (5A).

Menurut Tofan Aryanto (2013), gardu induk adalah bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi atau distribusi, perlengkapan hubung bagi, trafo, peralatan pengaman, peralatan control, dan merupakan komponen utama dalam suatu proses penyaluran tenaga listrik dari pembangkit kepada konsumen (beban).

Menurut Zakaria (2014), sensor arus Allegro ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, komersial dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek hall yang linier, low-offset dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional. 7

Menurut Rizal Fachri (2016) Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Atmega328 pada arduino uno hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk

mengupload kode baru ke Atmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal.

2.2. Landasan Teori

Berikut ini menjelaskan tentang teori – teori yang digunakan untuk membantu dan mempermudah proses penelitian yang dilakukan. Adapun teori – teori yang digunakan adalah sebagai berikut :

2.2.1. Gardu Induk

Gardu induk merupakan bagian dari sistem kelistrikan yang ada di Indonesia yang berfungsi mentransformasikan daya listrik. Gardu induk mempunyai peralatan-peralatan sebagai pendukung kinerjanya. Untuk tetap menjaga keadaan peralatan-peralatan tersebut, maka perlu adanya pemeliharaan secara berkala. Pemeliharaan merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan dalam pengoperasiannya sistem transmisi tenaga listrik. Hal tersebut akan membuat kebutuhan energi listrik ke konsumen akan terlayani dengan baik, selain itu harga peralatan sistem energi tenaga listrik yang mahal mendorong perlunya pemeliharaan secara berkala. Salah satunya adalah PMT (Pemutus Tenaga). (Irwan, 2019)..



Gambar Diagram IoT

2.2.2. Pemutus Tegangan (PMT)

Pemutus Tenaga (PMT) adalah peralatan saklar atau switching

mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal, serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode tertentu) dan memutus arus beban dalam kondisi abnormal atau gangguan seperti kondisi hubung singkat (short circuit).



Gambar Mikrokontroler

2.2.3. Pemisah (PMS)

Disconnecting switch atau pemisah (PMS) merupakan suatu peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik dalam kondisi bertegangan atau tidak bertegangan tanpa arus beban. Penempatan PMS terpasang di antara sumber tenaga listrik dan PMT (PMS Bus) serta di antara PMT dan beban (PMS Line/Kabel) dilengkapi dengan PMS Tanah (Earthing Switch). Untuk tujuan tertentu PMS Line/Kabel dilengkapi dengan PMS Tanah. Umumnya antara PMS Line/Kabel dan PMS Tanah terdapat alat yang disebut interlock. Maka dapat disimpulkan bahwa Pemisah (PMS) atau Disconnecting. (Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014)

Switch adalah sebuah saklar pemisah yang memisahkan rangkaian baik yang bertegangan maupun tidak bertegangan tetapi tidak boleh dalam

keadaan berbeban karena pada PMS tidak dilengkapi peredam busur api



Gambar Sensor TA12

2.2.4. Internet of Things

Internet of Things, atau IoT, adalah teknologi internet masa depan yang menjanjikan. Internet of Things (IoT) adalah jaringan yang menghubungkan sensor, aktuator, dan objek sehari-hari yang digunakan dalam perawatan kesehatan, transportasi, dan militer. Segala sesuatu di sekitar kita terhubung dengan internet melalui IoT (Sarhan, 2018).

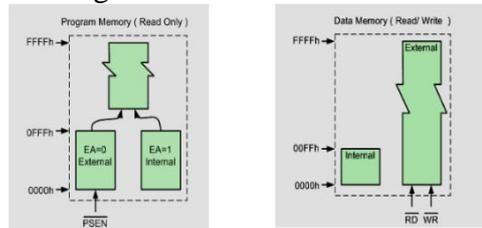


Gambar Skala IoT

2.2.5. Mikrokontroler

Sistem komputer yang dikenal sebagai "komputer mikro chip tunggal" adalah sistem yang semua atau sebagian besar komponennya terkandung dalam satu chip sirkuit terintegrasi (IC). Kadang-kadang, mikrokontroler ini menggabungkan banyak chip ke satu papan sirkuit. Karena perangkat ini ideal untuk tugas khusus, aplikasi yang diinstal di komputer ini dirancang khusus untuk tugas tersebut. Karena desainnya yang relatif mudah, mikrokontroler ini biasanya harganya lebih murah

daripada komputer jenis lain dalam hal harga.

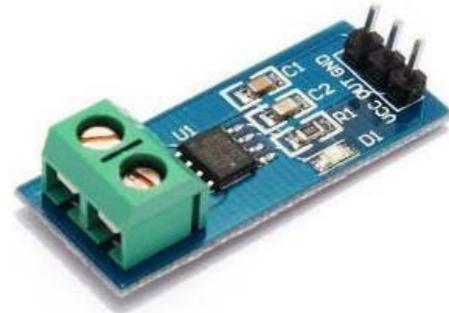


Gambar STL

2.2.6. Sensor Arus

Sensor adalah alat untuk mendeteksi sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya. Sensor merupakan bagian transduser yang berfungsi untuk melakukan.

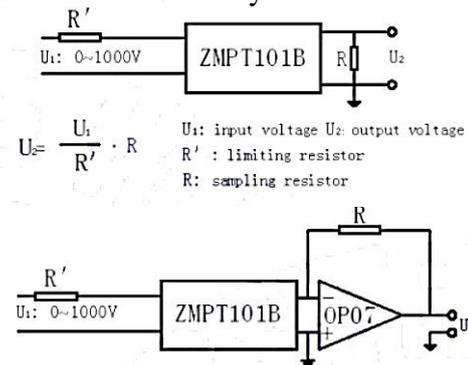
menurut (Taif. Abbas dan Jamil 2019) ACS712 adalah paket IC yang dapat digunakan sebagai sensor arus daripada trafo arus karena lebih kecil dan tidak terlalu besar. Mirip dengan sensor efek hall lainnya, ACS712 menggunakan medan magnet di sekitar arus untuk menghentikannya menjadi tegangan linier saat arus berubah. Nilai variabel sensor ini dimasukkan ke dalam mikrokontroler, untuk diproses. Keluaran sensor ini masih berupa sinyal tegangan AC yang disearahkan oleh rangkaian penyearah agar mikrokontroler dapat mengolahnya.



Gambar Sensor ACS712

2.2.7. Sensor Tegangan ZMPT101B

Modul sensor ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dapat mengukur tegangan dari 0-1000V. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan masukan menggunakan step down transformator, kemudian dengan masuk ke op-amp dan akan didapat nilai keluaran yang stabil tergantung dari nilai masukannya.



Gambar Rangkaian ZMPT

BAB III

METODE PENELITIAN

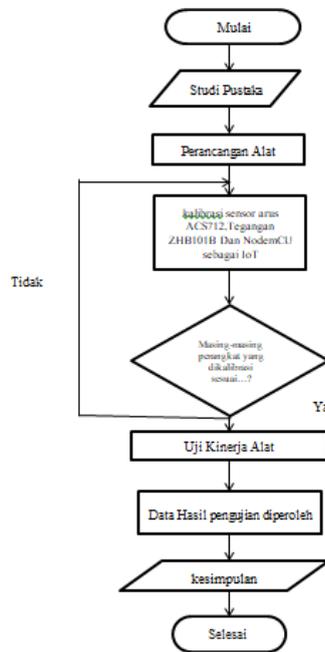
3.1. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan untuk membuat alat ini adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroler Atmega 2560
2. Sensor Arus ACS 712
3. Sensor Tegangan
4. Relay SSR 220V 8A
5. Modul NodemCU
6. Kabel Jumper
7. NodemCU
8. Laptop

9. Kabel USB
10. Tang Gunting
11. Tang Kombinasi

3.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar Bagan Alir

3.3. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur pada penelitian ini mengacu pada bagan alir penelitian, adapun tahap – tahap penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan studi pustaka, yaitu mencari citasi tentang teori – teori yang berkaitan dengan judul penelitian. Adapun citasi yang dikembangkan adalah terkhusus pada sensor arus dan sensor tegangan
2. Selanjutnya perancangan alat, alat yang dirancang merupakan prototype dari PMT dan PMS yang menggunakan mikrokontroler arduino. Dibantu dengan sensor tegangan dan sensor arus yang dihubungkan

ke jaringan melalui Internet of Things (IoT)

3. Implementasi dikhususkan pada pemanfaatan sensor arus dan sensor tegangan dihubungkan dengan perangkat NodemCU yang akan mengkoneksikan perangkat ke jaringan
4. Apabila masing – masing dari perangkat bekerja dengan baik maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji kinerja alat.
5. Apabila alat yang digunakan terkhusus pada sensor arus dan tegangan bekerja secara efektif dan efisien maka tahap selanjutnya adalah melakukan kesimpulan dari penelitian ini.

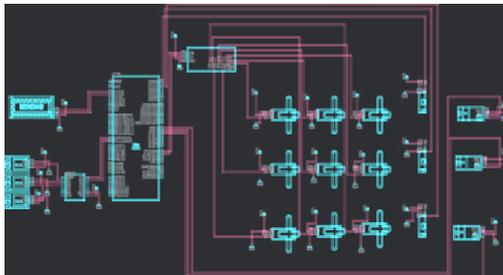
3.4. Implementasi Alat

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini merupakan alur dari kode program yang akan digunakan agar sistem dapat bekerja dengan baik. Tahap pertama yang dijalankan oleh perangkat lunak yang dirancang yaitu mendeklarasi semua variabel yang digunakan. Selanjutnya membaca nilai arus dan suhu. Hasil pembacaan sensor selanjutnya akan diproses yang kemudian ditampilkan pada LCD dan juga dikirim ke modul Wi-Fi sehingga dapat diakses melalui aplikasi blynk apps. Apabila hasil pembacaan nilai arus dan tegangan tidak sesuai dengan standar pemakaian motor induksi, maka akan diberikan logika low pada inputan modul relay, sehingga relay aktif. Selanjutnya, sistem akan mengirimkan pesan alert pada user yang terhubung.

Tahapan pertama dari pembangunan alat ini yaitu validasi rancangan. Tahap ini merupakan proses kegiatan untuk menilai secara rasional apakah rancangan produk efektif atau tidak untuk digunakan. Pada penelitian ini validasi dilakukan

oleh pakar /ahli. Dan penulis mempercayakan kepada dosen pembimbing untuk menilai secara rasional rancangan yang sudah dibuat. Setelah dilakukan validasi produk maka dapat diketahui kelemahannya. Jika produk telah sesuai menurut para ahli maka tidak perlu diperbaiki. Berdasarkan desain yang diajukan kepada pakar/ahli desain dianggap sudah sesuai dan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu pembuatan alat sesuai dengan desain yang tervalidasi. Pengujian dilakukan setelah semua proses pembuatan alat dikerjakan, pengujian dilakukan secara bertahap guna mencari kesalahan maupun kekurangan kerja pada alat tersebut. Setelah dilakukan pengujian alat selanjutnya melakukan uji kelayakan yang dilakukan oleh dosen ahli/ pakar. Setelah alat di uji coba dan di uji kelayakan, jika didapatkan kekurangan maka segera dilakukan penyempurnaan

3.5. Rangkaian Alat



Gambar Rangkaian Alat

Dari rangkaian alat yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dapat dilihat perangkat – perangkat yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat. Dimana alat – alat ini akan dikombinasikan untuk menjadi sebuah prototype sistem PMT dan PMS berbasis mikrokotroller dengan memanfaatkan sensor arus dan sensor tegangan

3.6. Metode Pengujian Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mengaplikasikan sensor arus ACS712, tegangan ZHB101B dan NodemCU. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik atau tidak bila diterapkan di. Data yang didapatkan akan dibandingkan dengan data pengukuran manual. Dari perbandingan data akan diketahui sejauh mana tingkat akurasi alat yang telah dibuat. Adapun pengujiannya antara lain :

1. Melihat tingkat akurasi dari sensor yang telah dimasukkan dan melihat tingkat efektifitas
2. Menguji sensitifitas sensor yang telah dipasang

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Alat



Gambar Peletakan Sensor



Gambar Kontrol Alat

4.2. Analisis Kinerja Alat

4.2.1. Pengujian Sensor Arus

Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 12% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 87,56% terendah. Hal ini menandakan sensor arus ACS712 pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif.

4.2.2. Pengujian Sensor Arus

Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 7% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 92,66% terendah. Hal ini menandakan sensor tegangan Zmpt101b pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif.

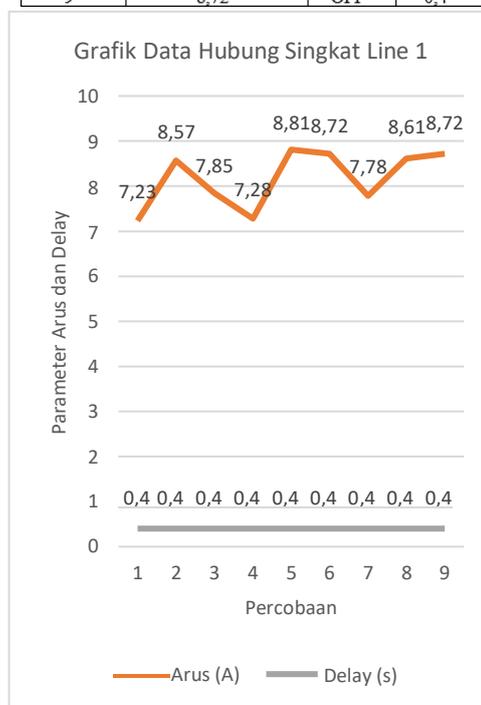
4.3. Pengujian Prototype PMT dan PMS

Pengujian Prototype PMT dan PMS ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pengambilan data kerja dari alat yang telah dibuat. Dimana fungsi alat sebagai PMT dan PMS akan dilihat apakah berhasil sesuai dengan apa yang diharapkan atau tidak sesuai

dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan singkat tiap – tiap line untuk melihat apakah alat yang dibuat bekerja sebagai PMT dan PMS, dan akan dilihat berapa tingkat sensitifitas alat untuk mendeteksi gangguan.

4.3.1. Pengujian Hubung Singkat Line 1

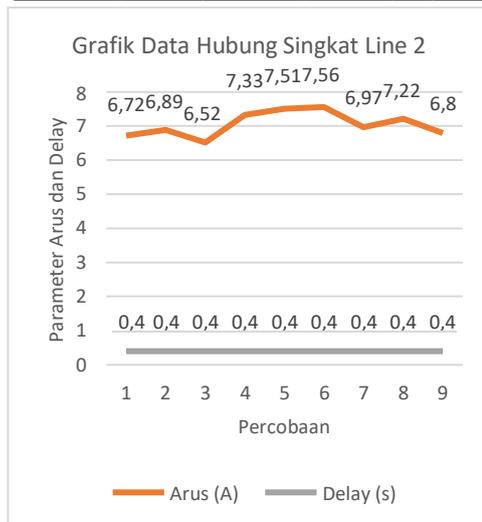
Percobaan	Arus Hubung Singkat (Ampere)	Kondisi Relay	Delay (s)
1	7,23	OFF	0,4
2	8,57	OFF	0,4
3	7,85	OFF	0,4
4	7,28	OFF	0,4
5	8,81	OFF	0,4
6	8,72	OFF	0,4
7	7,78	OFF	0,4
8	8,61	OFF	0,4
9	8,72	OFF	0,4



Pada gambar 4.4 dapat dilihat grafik percobaan hubung singkat pada line 1 arus yang terbaca pada sensor relatif bervariasi. Ambang batas hubung singkat yang diprogram pada alat adalah 5 Ampere, maka apabila arus yang terdeteksi pada sensor lebih dari 5 A maka relay akan otomatis memutus jaringan listrik. Adapun waktu delay antara terjadinya hubung singkat dengan relay dalam keadaan off adalah relatif cepat yaitu 0,4 s.

4.3.2. Pengujian Hubung Singkat Line 2

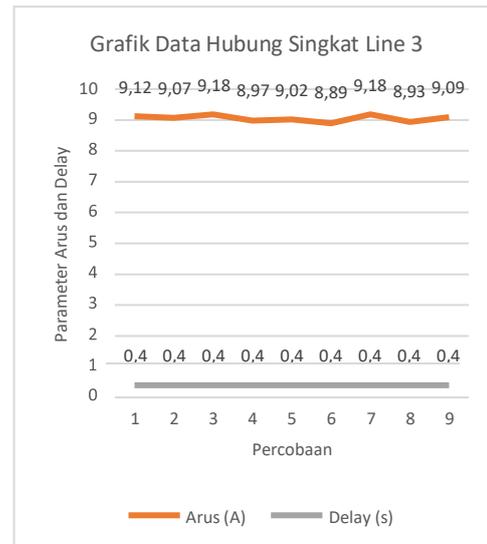
Percobaan	Arus Hubung Singkat (Ampere)	Kondisi Relay	Delay (ms)
1	6,72	OFF	0,4
2	6,89	OFF	0,4
3	6,52	OFF	0,4
4	7,33	OFF	0,4
5	7,51	OFF	0,4
6	7,56	OFF	0,4
7	6,97	OFF	0,4
8	7,22	OFF	0,4
9	6,80	OFF	0,4



Pada gambar 4.5 dapat dilihat grafik percobaan hubung singkat pada line 2 arus yang terbaca pada sensor relatif bervariasi. Ambang batas hubung singkat yang diprogram pada alat adalah 5 Ampere, maka apabila arus yang terdeteksi pada sensor lebih dari 5 A maka relay akan otomatis memutus jaringan listrik. Adapun waktu delay antara terjadinya hubung singkat dengan relay dalam keadaan off adalah relatif cepat yaitu 0,4 s.

4.3.3. Pengujian Hubung Singkat Line 3

Percobaan	Arus Hubung Singkat (Ampere)	Kondisi Relay	Delay (ms)
1	9,12	OFF	0,4
2	9,07	OFF	0,4
3	9,18	OFF	0,4
4	8,97	OFF	0,4
5	9,02	OFF	0,4
6	8,89	OFF	0,4
7	9,18	OFF	0,4
8	8,93	OFF	0,4
9	9,09	OFF	0,4



Pada gambar 4.5 dapat dilihat grafik percobaan hubung singkat pada line 3 arus yang terbaca pada sensor relatif bervariasi. Ambang batas hubung singkat yang diprogram pada alat adalah 5 Ampere, maka apabila arus yang terdeteksi pada sensor lebih dari 5 A maka relay akan otomatis memutus jaringan listrik. Adapun waktu delay antara terjadinya hubung singkat dengan relay dalam keadaan off adalah relatif cepat yaitu 0,4 s.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan Prototype PMS dan PMT berbasis mikrokontroler dilakukan dengan diawali dengan rangkaian yang dibuat, kemudian alat yang dirancang disesuaikan dengan rangkaian yang telah dibuat hingga menghubungkan alat dengan mikrokontroler arduino uno.
2. Dari 9 percobaan pengambilan data tiap – tiap line dari Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 12% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan

adalah 87,56% terendah. Hal ini menandakan sensor arus ACS712 pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif

3. Pengambilan data pada Line 1, Line 2 dan Line 3 didapat tingkat error dari masing – masing sensor relatif rendah yaitu 7% tertinggi dan tingkat akurasi atau ketepatan adalah 92,66% terendah. Hal ini menandakan sensor tegangan Zmpt101b pada alat prototype PMS dan PMT masih berada dalam batas efektif

DAFTAR PUSTAKA

- Politeknik Negeri Sriwijaya. (2014). PMS (Pemisah Tegangan). 6–23.
- Pratama, M. A. (2020). Perancangan Prototype Pengontrol Mekanik Pada PMS (Disconnecting Switch) Berbasis Arduino uno. *Jurnal Ekonomi*, 2(1), 41–49.
- Pasaribu, Faisal Irsan, and Muhammad Reza. 2021. “Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP.” *R E L E (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro* 3(2): 46–55.
- Ratnasari, Titi, and Adri Senen. 2017. “Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik Ac Dan Dc Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus Acs-712 30 Ampere.” *Jurnal Sutet* 7(2): 28–33.
- Risanty, Rita Dewi, and Lutfi Arianto. 2015. “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi.” *Jurnal Sistem Informasi* 7(2): 1–10.
- Rieza DB, “PMS”, Pemakain Dan Pemeliharaan Pemisah Gardu Induk 150 kV, Tenaga Penggerak Secara Normal Dan Menggunakan Motor. Program Studi Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Diponegoro, Semarang Jawa Tengah.
- Sapitri, N. F. (2017). Pendeteksi Warna Kematangan Kue Menggunakan Sensor Kamera Pixy CMUCAM5 Pada Rancang Bangun Alat Pemanggang Kue Listrik Otomatis. July, 1–23.
- SKDIR 0520-2.K/DIR/2014, 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga No dokumen: PDM /PGI/07:2014, PT PLN (Persero), Jakarta, Indonesia.
- SKDIR No. 0309.K/DIR/2013, 2013, Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga, PT PLN (Persero), Jakarta, Indonesia
- Taif, Muhammad, Muhammad Yunus Hi. Abbas, and Mohammad Jamil. 2019. “Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield.” *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 6(1).
- Tofan Aryanto, Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Produksi Di Garduk Induk 150 kV. Program Studi Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah.
- Zakaria, “Alelegro ACS712”, Perancangan Dan Pembuatan Alat Monitoring Biaya Tagihan Listrik Portable Pada Peralatan Listrik. Program Studi Teknik Elektro Fak. Teknik Universitas Brawijaya, Malang Indonesia.
- (PERSERO), D. P. (2014). Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Lengkap : M Septo Pranoto
 Alamat : Jln. Pematang Pasir Tanjung Mulia Hilir Gg. Masjid, Medan
 Npm : 1907220108
 Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 18 September 2001
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
 Status : Belum Menikah
 No Telepon/ Watsapp : 081362883831
 Email : muhammadsepto8@gmail.com
 Kewarganegaraan : Indonesia

ORANG TUA

Nama Ayah : Endra Wardani
 Agama : Islam
 Nama Ibu : Lisma S
 Agama : Islam
 Alamat : Jln. Pematang Pasir Tanjung Mulia Hilir Gg. Masjid, Medan

RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Swasta Budi Mulia
 2013-2016 : SMP Swasta Bahagia
 2016-2019 : SMK NEGERI 5 Medan
 2019-2023 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)