

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

(Rasyid, 2014) Dari analisa penelitian ini dapat diketahui bahwa batas atas dan batas bawah hasil pengukuran tegangan Automatic Voltage Regulator dari tegangan 220 V yaitu -0.92 dan +0.45 % dengan rata-rata selisih terhadap 220 V sebesar 0.32%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Automatic Voltage Regulator bisa menghasilkan tegangan ouput sesuai dengan ketentuan tegangan yang diijinkan, ketentuan SPLN 72:1987 yaitu besar batas atas dan batas bawah tegangan sistem 220V -10% dan +5%

(Ma'arif, 2021) Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan penting mengenai kontrol tegangan pada miniatur generator sinkron 3 fasa dengan pengendali PID berbasis Arduino Mega 2560. Pertama, percobaan Open Loop menunjukkan bahwa pada putaran maksimal motor induksi 3 fasa (1500 Rpm) dan tegangan eksitasi maksimal, tegangan keluaran alternator mencapai 9,51 VAC tanpa beban dan 5,99 VAC dengan beban maksimal 100 Watt. Kedua, percobaan Close Loop dengan variasi beban (0W, 25W, 50W, 75W, dan 100W) dan set point 6VAC menunjukkan bahwa tegangan keluaran alternator dapat tetap stabil pada 6 VAC meskipun beban berubah-ubah. Ketiga, percobaan Close Loop dengan variasi set point (4V, 5V, 6V, 7V, dan 8V) menunjukkan stabilitas tegangan keluaran pada nilai set point yang ditentukan. Kesimpulan ini mengindikasikan bahwa alat yang dikembangkan mampu mempertahankan stabilitas tegangan keluaran sesuai dengan set point yang diinginkan, meskipun terjadi perubahan beban atau set point

(Rohman et al., 2021) Pemanfaatan tegangan listrik menggunakan stabilizer terhadap peralatan elektronika rumah tangga, untuk menghemat peralatan elektronik yang ada di rumah tangga kita memerlukan teknik dan ide ide cemerlang untuk menghemat pengeluaran contohnya menggunakan stabilizer. Fungsi stabilizer perlu diketahui bagi seseorang yang berkecimpung di dunia alat-alat elektronik dan listrik. Selain itu, fungsi stabilizer ini juga perlu diketahui bagi kamu yang memiliki beberapa alat elektronik yang terhubung dengan listrik. Karena, fungsi stabilizer adalah

untuk menjaga tegangan arus listrik agar tetap stabil atau normal. Arus yang stabil sangat dibutuhkan untuk berbagai peralatan elektronik. Beberapa alat elektronik yang biasanya membutuhkan stabilizer adalah pendingin makanan atau kulkas, komputer, air conditioner, dan lain sebagainya. Stabilizer biasanya digunakan untuk alat-alat elektronik rumah tangga, industri, ataupun pabrik yang membutuhkan arus yang stabil. Apabila arus tidak stabil, maka kinerja barang tersebut tidak akan berjalan secara optimal.

(Fadilah & Purnama, 2022) Rancangan Power Pack laboratorium mesin listrik untuk melayani penyediaan suplai listrik AC 3 fasa yang bisa diatur, suplai AC 1 fasa, dan suplai DC dengan tegangan 220 volt. Implementasi Power Pack untuk laboratorium mesin listrik dengan daya 3 KVA komponen utama dari tiga buah autotrafo dilengkapi dengan dioda bridge penyearah untuk mendapatkan tegangan DC dilengkapi dengan pengukur tegangan dan alat proteksi beban lebih dan proteksi tegangan kejut bekerja sesuai deskripsi Hasil pengujian Panel Power Pack 3 Fasa 3 KVA/380 Volt untuk tegangan AC 3 fasa berbeban resistif diperoleh regulasi 87,7%. Pada pengujian tanpa beban diperoleh penyimpangan tegangan sebesar 0,6%.

(Kw & Pustaka, 2016) Perubahan beban sangat berpengaruh terhadap perubahan frekuensi Benerator penggun:nn IGC mampu mengatasi perubahan frekuensi tersebut. Ketika beban bertambah maka IGC akan berusaha untuk menyeimbangkan beban sehingga berpengaruh pada frekuensi generator. Frekuensi stabil di 50 Hz +1%. Rangkaian kontrol IGC mampu memperlahankan frekuensi sampai generalor menghasilkan daya sebesar 4-25 kW sedangkan harapannya di 5.5 kW, ini terjadi karena generator yang digunakan berasal dari motor induksi 5.5 kW sehingga terjadi rugi-rugi dan yang tercapai hanya 4.25 kW.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Kelebihan	Kekurangan
1.	Rasyid, (2014)	Rancang Bangun Alat	Travo variac, Arduino, Sensor	batas atas dan batas bawah hasil

		Pengaturan Tegangan Menggunakan Autotransformator Berbasis Arduino	Tegangan, motor servo	pengukuran tegangan Automatic Voltage Regulator dari tegangan 220 V yaitu -0.92 dan +0.45 % dengan rata-rata selisih terhadap 220 V sebesar 0.32%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Automatic Voltage Regulator bisa menghasilkan tegangan output sesuai dengan ketentuan tegangan yang diijinkan, ketentuan SPLN 72:1987 yaitu besar batas atas dan batas bawah tegangan sistem 220V -10% dan +5%.
2.	SAFII MA'ARIF (2021)	RANCANG BANGUN KONTROL TEGANGAN PADA MINIATUR GENERATOR SINKRON 3 FASA DENGAN PENGENDALI PID (PROPORTI	Penelitian ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan yang menonjol. Salah satu kelebihannya adalah penggunaan kontrol Proportional (Kp) yang dapat	Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan. Pada kontrol Proportional (Kp), hanya berperan sebagai penguat tanpa memberikan efek dinamik pada kontroler, dan jika nilai Kp terlalu tinggi, kinerja sistem dapat

		ONAL INTEGRAL DERIVATIV E) BERBASIS ARDUINO MEGA 2560	memperbaiki respon transien, khususnya waktu naik dan waktu penetapan. Nilai K_p yang fleksibel memungkinkan pengurangan steady state error. Selain itu, kontrol Integral (K_i) mampu menghilangkan dan memperbaiki steady state error, serta nilai K_i yang besar dapat mempercepat hilangnya offset. Kontrol Derivatif (K_d) juga memberikan kelebihan dengan respons cepat terhadap perubahan mendadak. Pengujian sistem yang dilakukan dalam penelitian ini juga memiliki kelebihan	menjadi tidak maksimal. Kontrol Integral (K_i) memerlukan pemilihan nilai yang tepat karena jika tidak, dapat menyebabkan nilai transien tinggi yang memicu ketidakstabilan sistem, serta nilai K_i yang besar dapat meningkatkan osilasi dari sinyal output pengontrol. Pengujian sistem juga membutuhkan ketelitian dan akurasi yang tinggi untuk memastikan data yang diperoleh sesuai dengan yang direncanakan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan kelebihan dalam fleksibilitas dan kemampuan mengoreksi error pada sistem kontrol, namun juga menunjukkan kekurangan terkait ketepatan pemilihan nilai kontrol dan
--	--	--	---	--

			karena melibatkan perbandingan antara sistem open loop dan closed loop, sehingga data yang diperoleh lebih akurat dan lengkap. Sistem PID yang digunakan berhasil menjaga stabilitas tegangan keluaran meskipun beban berubah-ubah.	kebutuhan akan pengujian yang teliti
3	Rohman et al., 2021	PEMANFAATAN TEGANGAN LISTRIK MENGGUNAKAN STABILIZER TERHADAP PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH TANGGA	kelebihan penelitian ini adalah penggunaan data primer dan sekunder yang komprehensif, yang memungkinkan peneliti untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh mengenai kondisi stabilitas tegangan listrik di beberapa lokasi berbeda. Penggunaan alat	Terbatasnya jumlah lokasi penelitian yang hanya mencakup tiga tempat. Hal ini dapat membatasi generalisasi hasil penelitian ke wilayah lain yang mungkin memiliki kondisi yang berbeda. Selain itu, penelitian ini tampaknya tidak mempertimbangkan variabilitas temporal yang lebih luas, seperti pengaruh musim

			ukur seperti multimeter juga memastikan akurasi dalam pengumpulan data tegangan listrik	atau kondisi cuaca yang ekstrem, yang dapat mempengaruhi stabilitas tegangan listrik
4	(Fadilah & Purnama, 2022)	Rancang Bangun Power Pack Tiga Fasa 3 Kva/380 Volt untuk Laboratorium Mesin Listrik JTE Polban	Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan Power Pack tiga fasa dengan daya 3 KVA/380 Volt untuk keperluan laboratorium mesin listrik. Metode eksperimental yang digunakan memberikan hasil yang cukup akurat, dengan penyimpangan hanya 0,6% saat uji tanpa beban dan regulasi tegangan AC sebesar 87,7% saat uji berbeban resistif. Hal ini menunjukkan bahwa Power Pack yang dirancang mampu	Jumlah unit Power Pack yang tersedia di laboratorium masih belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan praktikum mahasiswa secara optimal. Selain itu, penelitian ini hanya menguji Power Pack dalam kondisi uji tanpa beban dan beban resistif, sehingga masih perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan berbagai jenis beban lainnya untuk memastikan keandalannya dalam semua kondisi operasional yang mungkin terjadi di laboratorium.

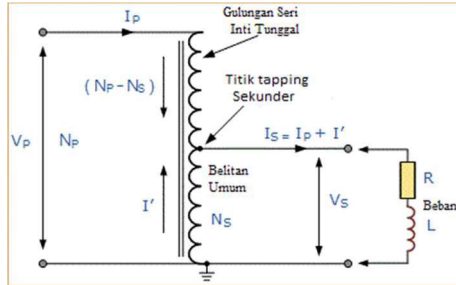
			memberikan performa yang stabil dan efisien dalam berbagai kondisi pengujian, yang sangat bermanfaat untuk keperluan praktikum mahasiswa.	
5	(Kw & Pustaka, 2016)	RANCANG BANGUN IGC (INDUCTION GENERATOR CONTROLLER) SEBAGAI REGULATOR FREKUENSI PADA GENERATOR INDUKSI 3 FASA 5 KW	Penggunaan motor induksi sebagai generator dalam pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) yang memungkinkan pemanfaatan sumber daya yang ada secara lebih efisien dan ekonomis, terutama di daerah terpencil dengan keterbatasan sumber daya ekonomi . Selain itu, penggunaan IGC (Induction Generator Controller) mampu menstabilkan frekuensi	Keterbatasan daya yang dapat dihasilkan oleh generator induksi yang digunakan, yang hanya mencapai 4,25 kW dari harapan 5,5 kW. Hal ini disebabkan oleh rugi-rugi yang terjadi pada sistem, sehingga daya yang dihasilkan tidak maksimal . Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa tegangan dan frekuensi pada generator induksi cenderung berubah-ubah ketika terjadi perubahan beban, yang mengindikasikan perlunya alat

			generator pada 50 Hz $\pm 1\%$ meskipun terjadi perubahan beban, menunjukkan hasil yang memuaskan dalam menjaga stabilitas output listrik .	tambahan untuk menjaga stabilitas .
--	--	--	---	-------------------------------------

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Trafvo Variabel (*Auto Transformer*)

Trafo Variac, juga dikenal sebagai autotransformer variabel, adalah perangkat penting dalam pengaturan tegangan listrik yang presisi. Berbeda dengan transformator konvensional yang memiliki kumparan primer dan sekunder terpisah, trafo Variac hanya memiliki satu kumparan yang berfungsi sebagai kumparan primer dan sekunder. Dengan adanya kontak geser yang dapat dipindahkan sepanjang kumparan, pengguna dapat mengatur tegangan keluaran secara halus dari 0 hingga maksimum yang ditentukan, seperti 250V AC. Kemampuan ini membuat trafo Variac sangat efisien dan fleksibel, terutama dalam aplikasi yang memerlukan pengaturan tegangan variabel seperti pengujian peralatan elektronik, kontrol kecepatan motor, dan berbagai eksperimen di laboratorium. Keunggulan dalam pengaturan tegangan yang halus dan efisiensi tinggi menjadikan trafo Variac sebagai pilihan yang ideal untuk berbagai kebutuhan teknis dan industry.



Gambar 2. 1 Rangkaian Dasar *AutoTransformer*

Autotransformer adalah jenis transformator yang hanya memiliki satu belitan (kumparan) yang berfungsi sebagai belitan primer dan sekunder. Berbeda dengan transformator biasa yang memiliki dua belitan terpisah, autotransformator menggunakan sebagian dari belitan tunggal tersebut untuk mengubah tegangan listrik. Ini berarti bahwa bagian dari belitan primer juga digunakan sebagai bagian dari belitan sekunder.

Prinsip kerja autotransformator mirip dengan transformator konvensional, yaitu berdasarkan hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik. Ketika arus bolak-balik mengalir melalui belitan primer, medan magnet yang berubah-ubah dihasilkan di sekitar belitan. Medan magnet ini kemudian menginduksi tegangan di bagian lain dari belitan yang sama (sekunder).



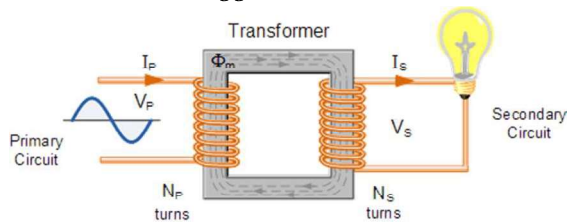
Gambar 2. 2 Travo variabel

Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi

<i>rated supply voltage</i>	140 - 300 V DC
<i>supply current</i>	4 A
<i>power dissipation in W</i>	1000 Watt

A. Arsitektur Trafo Variac

Trafo tegangan digunakan untuk menurunkan tegangan sistem dengan perbandingan transformasi tertentu. Transformator Tegangan/Potensial (PT). adalah trafo instrument yang berfungsi untuk merubah tegangan tinggi menjadi tegangan rendah sehingga dapat diukur dengan Volt meter. Prinsip kerja trafo tegangan satu fasa sama dengan trafo arus. Bila pada kumparan primer mengalir arus I_1 , maka pada kumparan timbul gaya gerak magnet sebesar $N_1 I_1$. Gaya gerak ini memproduksi fluks pada inti, dan fluks ini membangkitkan gaya gerak listrik pada kumparan sekunder. Bila terminal kumparan sekunder tertutup, maka pada kumparan sekunder mengalir arus I_2 . Arus ini menimbulkan gaya gerak magnet $N_2 I_2$ pada kumparan sekunder. Pada trafo arus biasa dipasang burden pada bagian sekunder yang berfungsi sebagai impedansi beban, sehingga trafo tidak benar-benar short circuit.



Gambar 2. 3 Arsitektur Trafo

Apabila trafo adalah trafo ideal, maka berlaku persamaan :

$$N_1/N_2 : V_1/V_2 : I_2/I_1$$

di mana,

N_1 : Jumlah belitan kumparan primer

N_2 : Jumlah belitan kumparan sekunder

I1 : Arus kumparan primer
I2 : Arus kumparan sekunder
V1 : Tegangan Primer
V2 : Tegangan Sekunder

2.2.2. Arduino



Gambar 2. 4 *Battery*

Arduino adalah platform prototipe elektronik open-source yang sangat populer di kalangan penggemar, pelajar, dan profesional. Menggunakan perangkat keras sederhana berbasis mikrokontroler dan bahasa pemrograman yang mudah dipelajari, Arduino memungkinkan pengguna merancang dan mengembangkan berbagai proyek elektronik interaktif. Board Arduino, seperti Uno dan Mega, dilengkapi dengan pin input dan output yang dapat dihubungkan dengan sensor, aktuator, dan berbagai komponen lainnya untuk membangun sistem yang kompleks. Dengan komunitas yang luas dan sumber daya yang melimpah, termasuk perpustakaan kode dan tutorial, Arduino mempermudah siapa saja untuk mengeksplorasi dunia elektronika dan mengimplementasikan ide-ide kreatif mereka menjadi kenyataan, mulai dari robotika hingga otomasi rumah.

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-9V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB (8 KB used by bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

2.2.3. PZEM004T

PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur Voltage / Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, Energi dan Power Faktor. Dengan kelengkapan fungsi / feature ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai project maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan. Selain itu ada juga PZEM-004T 100 Ampere yang menggunakan Current Transformer model split core. Karena menggunakan split core maka tentu saja memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaan nya karena bisa langsung dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kabel listrik tersebut.



Gambar 2. 5 PZEM 004T

A. Fungsi

- Fungsi pengukuran (voltage / tegangan, current / arus, active power).
- Power button clear / reset Energy (PZEM-004T V2.0)
- Power-down data storage function (cumulative power down before saving)
- Komunikasi Serial TTL
- Pengukuran Power / Daya : 0 ~ 9999kW
- Pengukuran Voltage / Tegangan : 80 ~ 260VAC
- Pengukuran Current / Arus : 0 ~ 100A

B. Spesifikasi

- *Working voltage*: 80 ~ 260VAC
- *Rated power*: 100A / 22000W
- *Working Frequency*: 45-65Hz
- *Measurement accuracy*: 1.0

2.2.4. *Miniature Circuit Breaker*

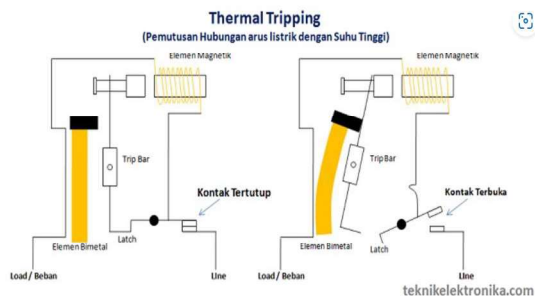


Gambar 2. 6 *Miniature Circuit Breaker*

MCB adalah singkatan dari *Miniature Circuit Breaker*. MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.

MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara yaitu :

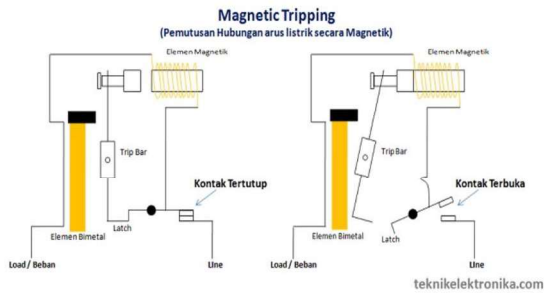
- Magnetic Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik) Ketika terjadi Hubung Singkat Rangkaian secara mendadak ataupun Kelebihan Beban yang sangat tinggi (Heavy Overload), Magnetic Tripping atau pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik akan diberlakukan. Pada saat terjadi hubungan singkat ataupun kelebihan beban berat, Medan magnet pada Solenoid MCB akan menarik latch (palang) sehingga memutuskan kontak MCB (Trip).



Gambar 2. 7 Magnetic Tripping

- Thermal Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Termal/Suhu). Pada saat kondisi Overload (Kelebihan Beban), Arus yang mengalir melalui Bimetal menyebabkan suhu Bimetal

itu sendiri menjadi tinggi. Suhu panas tersebut mengakibatkan Bimetal melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (Trip).



Gambar 2. 8 Thermal Tripping

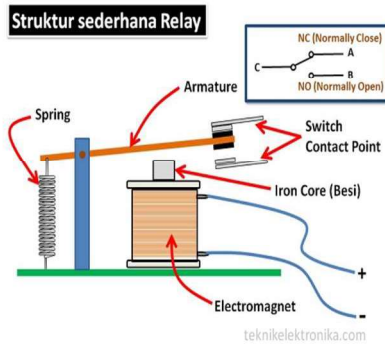
2.2.5. Relay



Gambar 2. 9 Relay

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

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian *Relay* :



Gambar 2. 10 Struktur Relay

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

2.2.6. Kontaktor



Gambar 2. 11 Kontaktor

Secara umum bagian kontaktor terbagi menjadi tiga macam, yaitu koil, kontak utama, dan kontak bantu. Baca juga: Perbedaan Listrik Arus Kuat dan Listrik Arus Lemah Berikut penjelasannya: Koil Koil A1 dan A2

pada kontaktor digunakan untuk menggerakkan atau mengubah kondisi kontak semula NO menjadi NC atau sebaliknya yang dihubungkan dengan sumber 220 Volt yang dikendalikan melalui push button start atau stop. Kontak utama Kontak utama NO pada sisi atas digunakan sebagai input dari sumber 3 fasa dengan kode Sedangkan pada bagian bawah digunakan sebagai *output* atau input menuju ke beban (load) dengan kode . Kontak bantu Kontak bantu pada kontaktor memiliki dua kondisi yaitu kontak bantu normally open (NO) dengan kode 13 dan 14 yang berfungsi sebagai kontak pengunci yang bertujuan untuk mengunci kontaktor agar terus bekerja walau perintah bekerja (push button start) sudah dilepas. Kontak bantu normally close (NC) dengan kode 21 dan 22 dapat dihubungkan ke lampu indikator (pilot lamp) sebagai penanda sistem sudah diaktifkan (MCB ON) namun belum dijalankan (Push Button Start).

2.2.7. *Pilot Lamp*



Gambar 2. 12 Pilot Lamp

Pilot Lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika *Pilot Lamp* ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada panel listrik tersebut. *Pilot Lamp* bekerja ketika ada tegangan masuk (Phase - Netral) dengan menyalaanya sebuah lampu atau led pada *Pilot Lamp* . selain itu *Pilot Lamp* ini pada panel ATS AMF Berbasis *Smart Relay* ini akan berfungsi sebagai indikator jika terjadi gangguan .

2.2.8. *Power supply*



Gambar 2. 13 *Power supply*

Catu daya atau PSU (*Power supply Unit*), adalah perangkat elektronik yang menyediakan daya listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan dan menyalakan komponen-komponen dalam sebuah sistem komputer atau perangkat elektronik lainnya. Fungsi utama *Power supply* adalah mengubah arus listrik yang diterima dari sumber daya eksternal menjadi tegangan dan arus yang sesuai untuk digunakan oleh komponen internal sistem..

2.2.9. **LCD 20 X 4 dan IC I2C**

LCD 20x4 adalah modul layar kristal cair yang memiliki 20 kolom dan 4 baris, memungkinkan tampilan hingga 80 karakter sekaligus. Modul ini sering digunakan dalam berbagai proyek elektronik untuk menampilkan informasi secara real-time, seperti data sensor, status sistem, atau pesan pengguna. Dengan antarmuka yang mudah digunakan, biasanya melalui koneksi paralel atau I2C, LCD 20x4 dapat diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler, termasuk Arduino dan Raspberry Pi. Modul ini juga dilengkapi dengan backlight yang dapat diatur, sehingga visibilitas tetap baik dalam kondisi pencahayaan yang berbeda. Kombinasi dari kapasitas tampilan yang luas, kemudahan integrasi, dan fleksibilitas membuat LCD 20x4 menjadi pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan tampilan informasi yang jelas dan informatif, baik dalam prototipe maupun produk akhir.



Gambar 2. 14 LCD dan IC I2C

I2C (Inter-Integrated Circuit) adalah protokol komunikasi serial yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik, seperti mikrokontroler, sensor, dan modul, untuk berkomunikasi dengan mudah menggunakan dua saluran: SDA (Serial Data Line) dan SCL (Serial Clock Line). Dalam sistem I2C, terdapat satu perangkat master yang mengontrol komunikasi dan satu atau lebih perangkat slave yang merespons perintah dari master. Setiap perangkat slave memiliki alamat unik yang memungkinkannya dikenali oleh master. Protokol ini efisien karena hanya memerlukan dua jalur komunikasi, mengurangi jumlah pin yang dibutuhkan pada mikrokontroler, dan mendukung konfigurasi multi-master. I2C banyak digunakan dalam aplikasi elektronik seperti penginderaan, pengukuran, pengendalian modul tampilan, dan koneksi memori, menjadikannya salah satu protokol komunikasi yang sangat populer dalam dunia mikrokontroler dan sistem tertanam karena fleksibilitas dan kemudahannya.

2.2.10. Motor DC



Gambar 2. 15 Motor DC

Motor DC bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana arus listrik yang mengalir melalui lilitan kawat menghasilkan medan magnet. Ketika arus ini dialirkan melalui rotor (bagian yang berputar dari motor), medan magnet yang dihasilkan berinteraksi dengan medan magnet stator (bagian tetap dari motor), sehingga menghasilkan gaya gerak yang menyebabkan rotor berputar.

Komponen Utama Motor DC

- **Stator:** Bagian tetap yang biasanya terdiri dari magnet permanen atau kumparan elektromagnetik yang menghasilkan medan magnet statis.
- **Rotor (Armature):** Bagian yang berputar yang terdiri dari lilitan kawat di sekitar inti besi. Rotor ini berinteraksi dengan medan magnet stator untuk menghasilkan gerakan.
- **Komutator dan Sikat (Brush):** Komutator adalah komponen yang berfungsi untuk membalik arah arus listrik dalam rotor setiap setengah putaran, sementara sikat (brush) menghubungkan listrik dari sumber daya ke rotor melalui komutator.
- **Poros (Shaft):** Bagian yang menyalurkan putaran dari rotor ke beban eksternal.

Motor DC disini berfungsi untuk menggerakkan *brush* pada travo untuk menentukan jumlah lilitan seknder pada trafo yang akan menentukan output tegangan pada *Autotransformator*