



---

---

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Daya Listrik

Daya listrik merupakan jumlah perubahan energi listrik yang terpakai untuk melakukan usaha dalam tenaga listrik dalam satuan waktu. Daya listrik dihasilkan dari sumber tegangan listrik saat dihubungkan dengan peralatan atau beban. Daya listrik adalah satuan dalam pemakaian energi untuk mengoperasikan peralatan-peralatan listrik yang kita gunakan sehari-hari. Daya listrik jika ditinjau lebih lanjut terbagi menjadi 3 macam, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu.

##### 1. Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang terpakai untuk mengoperasikan peralatan-peralatan listrik. Atau daya yang dikonsumsi atau diserap oleh pemakaian listrik itu sendiri.

Pengukuran daya aktif atau energi listrik yang terpakai dalam satuan jam merupakan cara untuk melihat perbedaan jumlah konsumsi energi dari tiap pemakai tenaga listrik. Alat ukur daya listrik sesaat berupa Watt Meter dan untuk mengukur pemakaian daya listrik dalam jamnya digunakan kilo-Watt *hour* Meter.

- a. Untuk menghitung daya aktif digunakan beberapa persamaan :

Untuk sumber 1 Fasa :

$$P = V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots (2.1)$$

Atau untuk sumber tegangan 3 Fasa :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)



$I =$  Arus Listrik (Ampere)

$\text{Cos } \varphi =$  Faktor Daya

- a. Untuk menghitung jumlah daya listrik yang terpakai dalam 1 hari dapat dilakukan dengan persamaan :

$$W = P \times t \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$W =$  Jumlah Konsumsi Energi Listrik dalam satuan jam (kWh)

$P =$  Daya Aktif (Watt)

$t =$  Lama waktu pemakaian (Jam)

- b. Dari jumlah pemakaian energi listrik selama 1 bulan dapat dihitung biaya pemakaian daya listrik berdasarkan tarif dasar listrik yang sesuai dengan daya listrik yang terpasang dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Biaya} = W \times \text{TDL} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Biaya = biaya pemakaian energi listrik (Rp)

$W =$  Jumlah Konsumsi Energi Listrik (kWh)

TDL = Tarif Dasar Listrik (Rp/kWh)

Dimana tarif dasar listrik untuk peruntukan rumah pribadi atau rumah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Tarif Dasar Listrik

NO	Batas Daya	Tarif Dasar Listrik (Rp/kWh)
1	900 VA	1352
2	1300 VA	1444,7
3	2200 VA	1444,7
4	3500 – 5500 VA	1699,53
5	$\geq 6600$ VA	1699,53

### 1. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang dihasilkan oleh pembentukan medan magnet oleh peralatan listrik. Daya reaktif akan dibutuhkan selama pemakaian energi listrik namun tidak terserap oleh peralatan-peralatan listrik tersebut. Daya reaktif ada akibat jenis pemakaian beban yang berbeda sehingga menghasilkan jumlah konsumsi daya yang berbeda dari yang terserap oleh pemakaian beban. Penambahan besar daya reaktif ini akan memperbesar perbedaan antara nilai daya sebenarnya daya yang dihasilkan dengan yang terpakai sehingga berpengaruh pada nilai faktor dayanya.

Persamaan yang dipakai untuk menghitung daya reaktif 1 fasa :

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \dots\dots\dots(2.6)$$

Dan untuk sumber tegangan 3 fasa digunakan persamaan

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \varphi \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)



### 1. Daya Semu

Daya semu adalah daya sebenarnya dari daya sesungguhnya yang dihasilkan dan dikonsumsi untuk pemakaian listrik pelanggan. Atau sederhananya, daya semu adalah hasil penjumlahan antara daya aktif yang terserap dan daya reaktif yang diperlukan selama pemakaian energi listrik. Semakin kecil selisih antara daya semu dan daya aktif maka artinya efisiensi dan kualitas pemakaian daya listrik semakin baik.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung daya semu adalah sebagai berikut.

Daya Semu pada sumber tegangan 1 fasa :

$$S = V \times I \dots\dots\dots(2.8)$$

Dan untuk sumber tegangan 3 fasa digunakan persamaan

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \dots\dots\dots(2.9)$$

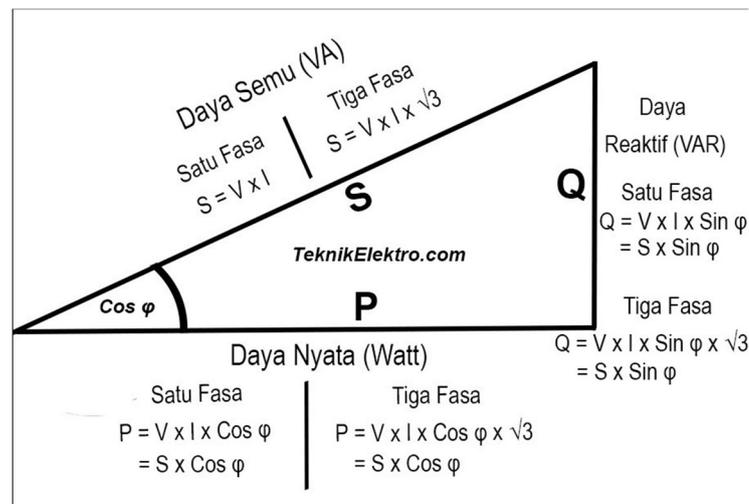
Dimana :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

Hubungan antara ketiga jenis daya ini adalah dapat digambarkan pada segitiga daya. Besarnya daya nyata (aktif) dan daya reaktif dipengaruhi oleh sudut fasa ( $\varphi$ ) akibat adanya pemakaian jenis beban induktif dan beban kapasitif sehingga arus dan tegangan menjadi tidak sefasa. Akibatnya daya semu yang sebenarnya dihasilkan tidak diserap seluruhnya oleh pemakaian beban listrik atau bisa dikatakan nilai daya reaktif bertambah. Dengan adanya sudut fasa ( $\varphi$ ) maka akan muncul sebuah besaran yang disebut Faktor daya atau *power factor* (pf) yang merupakan nilai cosinus dari besar sudut fasa  $\varphi$ . Faktor daya (p.f) sering digunakan sebagai indikator baik atau buruknya pasokan daya pada sebuah sistem.



Gambar 2. 1 Segitiga Daya Listrik

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dan daya semu atau perbandingan antara daya yang tersalurkan dan yang terpakai. Dari daya reaktif yang tinggi dapat mempengaruhi faktor daya yang mana faktor daya yang rendah dapat mempengaruhi penyedia listrik dan pemakai tenaga listrik seperti :

Mempengaruhi besar arus yang semakin tinggi jika faktor daya semakin rendah untuk daya beban yang sama. Sehingga dapat terjadi trip pada pembatas daya jika terjadi *overload*. Lalu pada penyedia tenaga listrik dapat merugi akibat jumlah daya yang terpakai dan daya yang sebenarnya diserap terdapat selisih. Untuk pemakai tenaga listrik pada skala industri dikenai denda jika faktor dayanya di bawah nilai yang ditentukan, hal tersebut membuat pemakai tenaga listrik berusaha untuk memperbaiki nilai faktor daya dengan mengkompensasinya dengan menambah beban kapasitor.

## 2.2. Kualitas Daya

Untuk mengetahui instalasi listrik sudah dapat memenuhi faktor handal, atau dapat bekerja sesuai fungsinya, maka dibutuhkan pengukuran kualitas daya. Semakin baik kualitas daya suatu sistem tenaga listrik, maka akan semakin andal sistem tenaga listrik tersebut. Kualitas daya yang buruk di suatu sistem tenaga listrik dapat disebabkan karena adanya perubahan bentuk tegangan, arus atau frekuensi,



yang dapat disebabkan karena kegagalan atau *missoperation* peralatan, baik peralatan milik PLN maupun peralatan milik konsumen.

Masalah kualitas daya menjadi hal yang penting saat ini, dikarenakan :

1. Saat ini kualitas peralatan yang dimiliki oleh konsumen lebih sensitif;
2. Konsumen belum memiliki dan mendapat informasi yang cukup mengenai masalah kualitas daya;
3. Kegagalan satu komponen pada sistem tenaga listrik dan instalasi listrik dapat membawa konsekuensi tertentu.

Parameter yang digunakan untuk menilai kualitas daya suatu sistem adalah sebagai berikut:

1. Variasi tegangan

Dalam sistem penyediaan tenaga listrik, secara umum tegangan listrik di titik suplai diizinkan bervariasi (+5%) dan (-10%) sesuai dengan standar PLN, (SPLN No.1 Tahun 1995 Pasal 2 ayat 9 tentang ketentuan variasi tegangan pelayanan)

2. Variasi frekuensi

Jaringan sistem tenaga listrik memiliki toleransi yang diizinkan sebesar  $\pm 1\%$  dari frekuensi standar 50 Hz atau tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz. Frekuensi yang tidak stabil dapat mempengaruhi peralatan yang sifatnya peka atau sensitif oleh karena itu variasi frekuensi harus tetap dijaga pada batas aman.

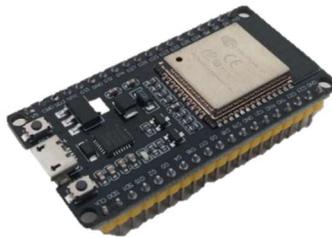
3. Variasi faktor daya

Jumlah konsumsi energi listrik dipengaruhi oleh jenis beban yang digunakan. Dengan karakteristik beban yang berbeda mempengaruhi nilai faktor daya yang semakin tinggi nilainya maka semakin baik kualitas penyaluran daya listrik tersebut. Untuk itu ditetapkan standar minimum dimana nilai faktor daya harus berada di atas 0,85. Jika tidak akan

---

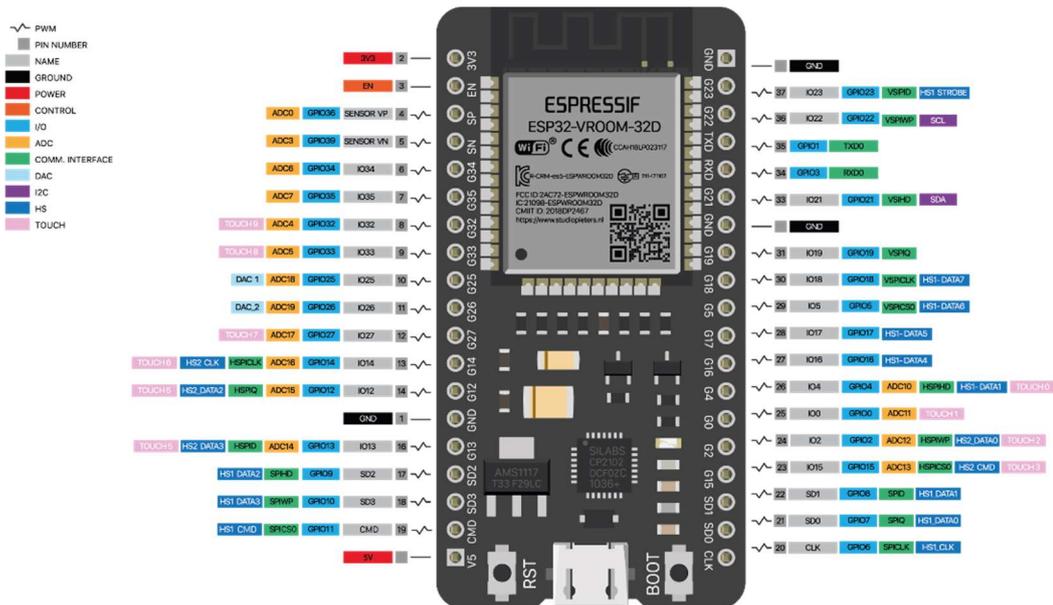
diberlakukan perhitungan pemakaian daya reaktif disamping pemakaian daya yang sudah ada

### 2.3. Modul ESP32



Gambar 2. 2 Modul ESP32

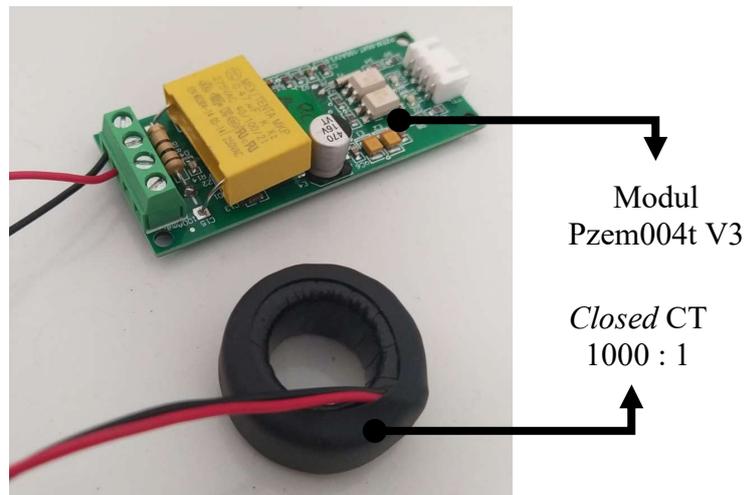
ESP32 merupakan perangkat mikrocontroller yang diciptakan sebagai pengembangan dari model sebelumnya dengan penambahan fitur yang lebih banyak dan lebih efisien dari pendahulunya ESP8266. ESP32 juga memiliki modul koneksi WIFI yang mendukung untuk melakukan interaksi menggunakan internet dan juga beberapa keunggulan dari mikrocontroller ini seperti memiliki *pin out* yang lebih banyak, *pin ADC (analog to digital) converter* yang lebih banyak, modul *Bluetooth* dan kapasitas memori yang lebih besar dari ESP8266.



Gambar 2. 3 Pinout Modul ESP32

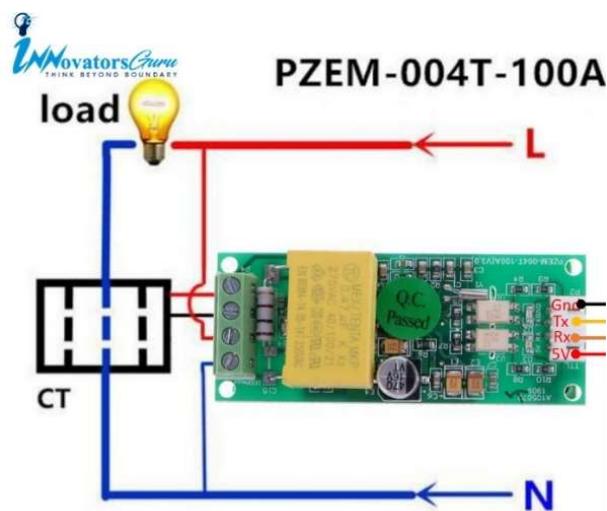
#### 2.4. Modul Sensor *Smart Energy Meter*

Modul Sensor PZEM-004t V3 merupakan pengembangan dari versi pendahulunya PZEM-004t dan dapat dikatakan sebagai *smart energy meter* karena dapat bekerja multifungsi dalam melakukan pengukuran besaran listrik yang tidak hanya melakukan 1 pengukuran melainkan 6 pengukuran parameter berbeda. Modul sensor ini dapat melakukan pengukuran terhadap daya listrik, tegangan, arus pemakaian energi listrik, faktor daya dan frekuensi yang terdapat pada sebuah aliran listrik dimana batas kemampuan pengukuran arus yang dapat di ukur menggunakan sensor ini sebesar 10A dengan pengukuran langsung dan 100A jika menggunakan trafo arus CT. Modul Sensor PZEM-004t V3 memiliki rentang pengukuran tegangan berkisar pada 80-260 VAC dengan resolusi pengukuran 0,1 VAC serta keakuratan pembacaan sebesar 0,5%. Modul sensor ini juga memiliki resolusi pembacaan sebesar 0,001A dengan keakuratan sebesar 0,5%. Pembacaan rentang frekuensi pengukuran frekuensi pada modul sensor ini sebesar 45-65Hz dengan resolusi sebesar 0,1Hz dengan keakuratan pembacaan sebesar 0,5%.



Gambar 2. 4 Modul PZEM 004T-V3

Pada seri V3 atau V3.0 fungsi untuk melakukan pengulangan atau reset pengukuran pemakaian energi listrik dilakukan melalui *software* karena sudah ditiadakannya *push button* pada perangkat untuk melakukan fungsi tersebut. Seri V3.0 memiliki akurasi yang lebih baik dengan waktu pembacaan yang lebih cepat.

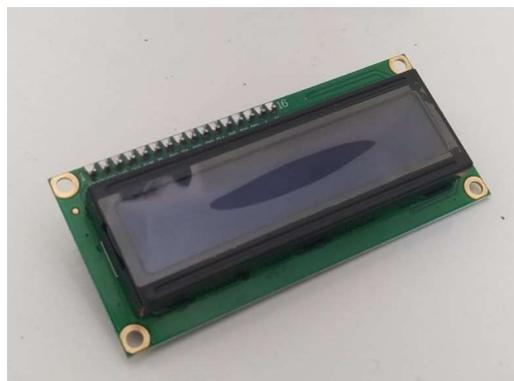


Gambar 2. 5 Pengawatan Modul PZEM 004T V3

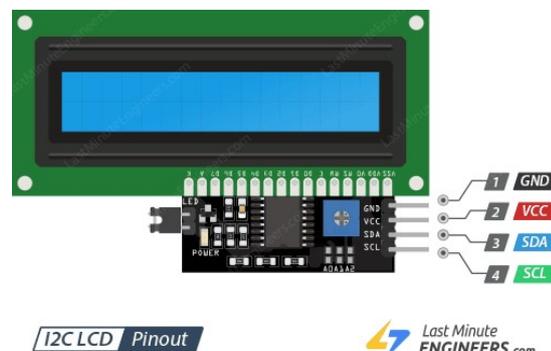
## 2.5. Modul LCD

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah salah satu komponen yang dapat menampilkan informasi yang diberikan kepadanya berbentuk angka, huruf,

karakter atau grafik yang diinginkan tergantung kemampuan LCD yang digunakan. LCD mempunyai kegunaan yang lebih dibandingkan dengan *seven segment* LED seperti dapat menampilkan runtunan baris kata atau angka dibanding *seven segment* yang hanya menampilkan 1 karakter berupa angka sehingga dapat menghemat ruang dan lebih mudah dikendalikan. Ada banyak variasi bentuk dan ukuran LCD yang tersedia jumlah baris 1-4 dengan jumlah karakter per baris 8,16, 20,40, dan lainnya.



Gambar 2. 6 Modul LCD 16x2 *Blue backlight*



Gambar 2. 7 *Pinout* Modul I2C LCD 16x2

LCD 1602 atau 16x2 ini dapat menampilkan informasi pada 16 karakter berbeda pada masing-masing baris. Yang mana pada tampilan LCD dapat di atur dan di buat sedemikian rupa untuk menampilkan informasi yang diinginkan.

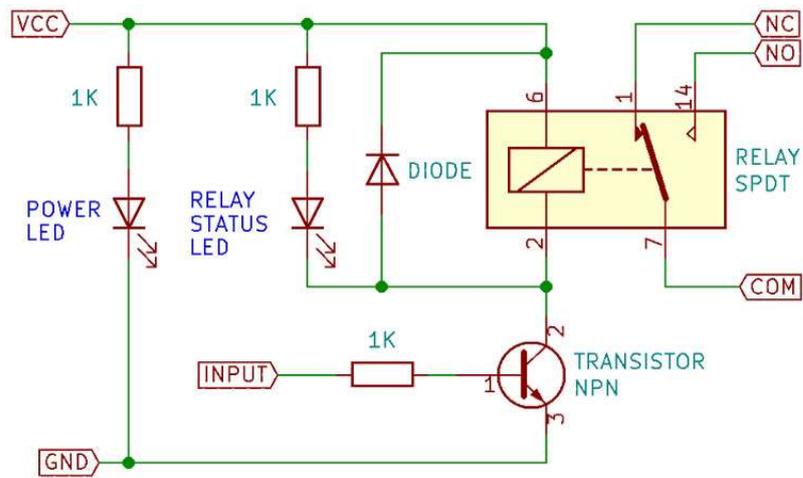
## 2.6. Modul Relay Magnetik

Relay adalah sakelar elektro mekanik yang dioperasikan berdasarkan gaya magnetik yang dihasilkan oleh arus listrik. Perbedaan yang sangat jelas antara sakelar manual dan relay adalah cara pengoperasiannya dimana relay bekerja saat menerima sinyal atau arus listrik pada terminal kontrolnya sehingga relay menghasilkan gaya magnet yang bekerja menggerakkan kontak operasi yang menghubungkan atau memutus aliran listrik yang terhubung dengan relay tersebut, sedangkan sakelar manual juga bekerja untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik yang terhubung dengan sakelar namun dioperasikan secara manual atau fisik.

Prinsip kerja relay magnetik yaitu saat kontak pengontrolan diberikan sinyal atau diberi tegangan sehingga menghasilkan gaya magnetik pada koil atau belitan untuk menarik atau mendorong kontak-kontak yang terhubung sehingga dapat menghubungkan atau memutus arus listrik pada aliran kontak tersebut. Saat aliran tegangan pada koil di putus maka pegas kontak akan Kembali menarik kontak ke posisi semula.



Gambar 2. 8 Modul Relay 5 Volt 1 Channel



Relay Module Basic Schematic

Gambar 2. 9 Pengawatan Modul Relay 5V 1 Channel

## 2.7. Kabel Penghantar

Agar dapat melakukan penyaluran arus listrik diperlukan penghantar berupa kabel listrik. Kabel penghantar merupakan komponen yang dapat dengan mudah menghantarkan arus listrik dari satu titik ke titik lainnya karena sifatnya sebagai konduktor. Untuk mendapatkan penyaluran arus listrik yang efisien dan aman maka diperlukan jenis dan besar kemampuan hantar arus (KHA) yang sesuai dengan arus yang dialirkan.

Tabel 2. 2 Kemampuan Hantar Arus Berdasarkan Luas Penampang

Luas Penampang Nominal Konduktor (mm <sup>2</sup> )	Maksimum yang diperbolehkan (A)	Arus Pengenal Pengaman MCB (A)
2,5	25	20
4	34	32
6	43	40
10	60	50
16	80	63
25	101	85
35	125	100
50	153	125
70	196	170
95	238	200

Kuat hantar arus (KHA) adalah arus maksimum yang dapat dihantarkan secara kontinu oleh suatu konduktor/gawai pada kondisi yang ditentukan tanpa suhu kondisi normal (*steady state*) melebihi nilai yang ditentukan.

## 2.8. Lampu Indikator

Lampu tanda atau lampu indikator berfungsi untuk menampilkan sinyal atau tanda bila terjadi keadaan yang telah diatur sebelumnya untuk menandakan kerja sebagaimana mestinya. Dimana tanda atau sinyal berfungsi untuk memberikan informasi akan keadaan dan tindakan lebih lanjut yang diperlukan dari keadaan tersebut. Lampu indikator akan bekerja atau menyala saat mendapat tegangan.

Lampu indikator yang digunakan dalam perancangan adalah lampu LED 5V, LED atau *Light Emitting Diode* adalah komponen elektronik yang dapat mengubah energi listrik menjadi cahaya.



Gambar 2. 10 Lampu LED 5V Sebagai Indikator

## 2.9. Power Supply

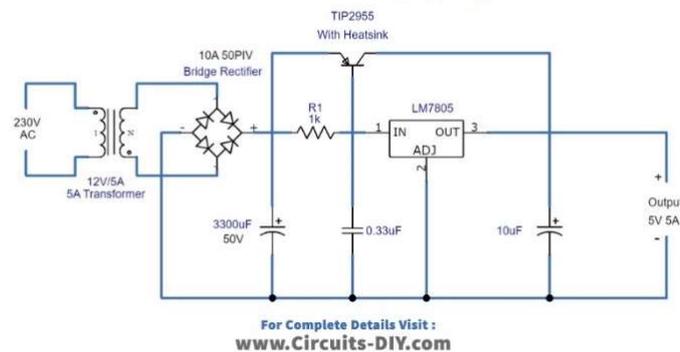
*Power Supply* atau catu daya adalah perangkat elektronik yang berfungsi mengubah tegangan dari AC ke DC dengan mentransformasikan besar tegangan tersebut untuk dapat digunakan oleh satu atau lebih perangkat yang beroperasi dengan tegangan yang sesuai dengan besar tegangan yang di perlukan oleh perangkat tersebut.

*Power supply* mengubah tegangan AC yang di terima menjadi tegangan DC sehingga dapat digunakan dan sesuai dengan komponen elektronik yang lain. Pada perancangan alat ini digunakan penyearah tegangan dengan *output* sebesar 5V yang sesuaikan dengan spesifikasi masing-masing komponen lain.



Gambar 2. 11 *Power Supply* 220V AC/5V DC

## 5V 5A Power Supply Circuit



Gambar 2. 12 Diagram Pengawatan *Power Supply* 220V AC/5V DC

*Power supply* bekerja dengan prinsip *rectifier* (penyearah) dengan *output* yang tetap karena mengubah tegangan bolak balik atau AC menjadi searah atau DC dengan *output* tetap sebesar 5V. Menggunakan transformator 220/12V untuk menurunkan tegangan lalu diubah menggunakan 4 buah diode yang terhubung membentuk rangkaian jembatan mengubah tegangan bolak balik menjadi searah dan keluaran arus searah melewati beberapa kapasitor sebagai kompensasi agar keluaran tegangan searah dapat lebih stabil, kemudian tegangan tersebut melewati regulator tegangan sehingga tegangan keluaran yang dihasilkan bernilai konstan.

## 2.10. Blynk IoT

Aplikasi Blynk IoT merupakan platform interaksi antara perangkat *hardware* dan pengendalinya (manusia). Aplikasi ini dapat dipakai dalam pengembangan mikrokontroler yang bersifat bebas atau *open source* seperti Arduino dan modul lainnya melalui internet. Aplikasi ini mendukung perangkat *mobile* dengan sistem baik Android maupun iOS dan kompatibel dengan *hardware* yang digunakan dalam pembangunan alat berbasis *Internet of Things* karena bersifat *open source*. Aplikasi Blynk IoT dapat diunduh melalui Google *Play* dan Apple Store.

Blynk IoT adalah versi pengembangan dari Blynk legacy yang sudah tidak dikembangkan lagi oleh server Blynk. Aplikasi Blynk ini menjadi kunci utama dalam pembuatan alat kali ini sebagai media IoT yang memiliki banyak fitur serta mudah digunakan.



Gambar 2. 13 *Software* Aplikasi Blynk IoT

Komunikasi aplikasi Blynk tidak hanya dapat digunakan untuk mengontrol atau mengendalikan perangkat *hardware* yang terhubung, namun juga dapat memonitor atau memantau perangkat *hardware* tersebut secara *realtime* dari jarak yang jauh.

Komponen penting pada aplikasi ini, antara lain:

1. Blynk dapat membuat interaksi dengan perangkat *hardware* yang terhubung dengan menggunakan berbagai fitur *widget* atau tampilan yang sudah tersedia.
2. Untuk komunikasi melalui perangkat *smartphone* dan perangkat *hardware* dibutuhkan penghubung berupa *Database*. Server Blynk memiliki



*database* yang tersedia secara gratis dan bisa diakses dengan mudah. *Database* Blynk dapat menyimpan data yang telah dikirimkan dan dapat disajikan untuk ditampilkan pada *widget* atau di unduh jika dibutuhkan.

3. Blynk *Libraries* untuk membantu pengembangan kode. Blynk *library* tersedia pada banyak platform perangkat keras sehingga dapat memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas *hardware* yang didukung oleh Blynk.
4. Blynk *Virtual Pin* merupakan konsep yang diciptakan oleh Blynk untuk mengganti pin sebenarnya pada mikrokontroler berfungsi sebagai penampung data untuk saling bertukar data yang di dapat atau di kirim oleh perangkat keras mikrokontroler dan perangkat *interface* yang sifatnya tidak berwujud, berbeda dengan *pin* pada mikrokontroler yang memiliki batasan jumlah.