

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan salah satu bagian implementasi dari IoT yang terdiri dari kumpulan node sensor yang tersebar di suatu area tertentu. Tiap node sensor memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan berkomunikasi dengan *node* sensor lainnya melalui komunikasi nirkabel. Dengan adanya komponen radio dalam WSN bisa memudahkan dalam proses untuk pengkabelan dari sistem yang dibangun, selain itu adanya *processor* dan sensor yang terintegrasi dalam WSN berpotensi menjadikan suatu monitoring dan kontrol menjadi smart system. Dari perkembangan teknologi *Internet of Things* yang sudah mulai memasyarakat saat ini, muncul pemikiran untuk mengintegrasikan beberapa sistem sensor tegangan dan arus listrik bolak-balik (AC) yang terhubung secara nirkabel melalui suatu jaringan *Wi-Fi* untuk memonitor penggunaan energi listrik secara on-line melalui *internet web browser* maupun aplikasi Android. Metode penelitian yang digunakan adalah rancang bangun *wireless node* sensor dengan menggunakan modul ESP32 sebagai penghubung dengan server melalui jaringan *Wi-Fi* yang tersedia. WSN terbagi atas lima bagian, yaitu *transceiver* (*transmitter-receiver*), mikrokontroler, *power supply*, memori eksternal, dan sensor.

Transceiver berfungsi untuk menerima atau mengirim data dengan menggunakan protokol IEEE 802.15.4 atau IEEE 802.11b/g kepada device lain seperti concentrator, modem Wifi, atau modem RF. Mikrokontroler berfungsi untuk melakukan fungsi perhitungan, mengontrol dan memproses device-device yang terhubung. *Power supply* berfungsi sebagai sumber energi bagi sistem *wireless* sensor secara keseluruhan. Memori eksternal berfungsi sebagai tambahan memori bagi sistem *wireless* sensor. Sensor berfungsi untuk men-

sensing besaran-besaran fisik yang hendak diukur dan mengubah besaran yang diukur menjadi energi listrik yang kemudian diolah oleh ADC (analog to digital converter) menjadi deretan pulsa terkuantisasi yang bisa dibaca dan diproses oleh mikrokontroler

2.1.1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah satu 2,4 GHz *Wi-Fi* dan *Bluetooth chip combo* dirancang dengan *ultra*-rendah daya TSMC teknologi 40 Nm. Hal ini dirancang untuk mencapai kekuatan terbaik dan kinerja RF, menunjukkan daya tahan, fleksibilitas dan kehandalan dalam berbagai aplikasi dan daya skenario.



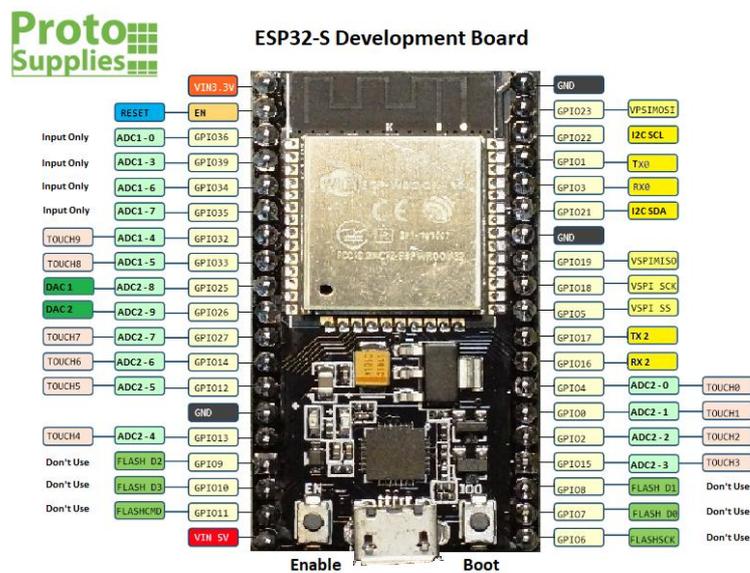
Gambar 2.1 ESP32

ESP32 dirancang untuk aplikasi seluler, dapat dipakai elektronik, dan *internet of things* (IoT). Ini fitur semua *State-of-The-art* bertipikal-*Powerchips*, *Including fine-grained clockgating*, *multiple powermodes*, dan dinamis *Power scaling*. Misalnya, dalam skenario aplikasi hub IoT berdaya rendah, ESP32 terbangun secara berkala dan hanya ketika kondisi tertentu terdeteksi. *Low-Duty Cycle* digunakan untuk meminimalkan jumlah energi yang dihabiskan oleh keripik. Output dari *Power Amplifier* juga dapat disesuaikan, sehingga berkontribusi terhadap *trade-off* optimal antara jangkauan komunikasi, data rate dan konsumsi daya.

Dibawah ini spesifikasi dari ESP32 :

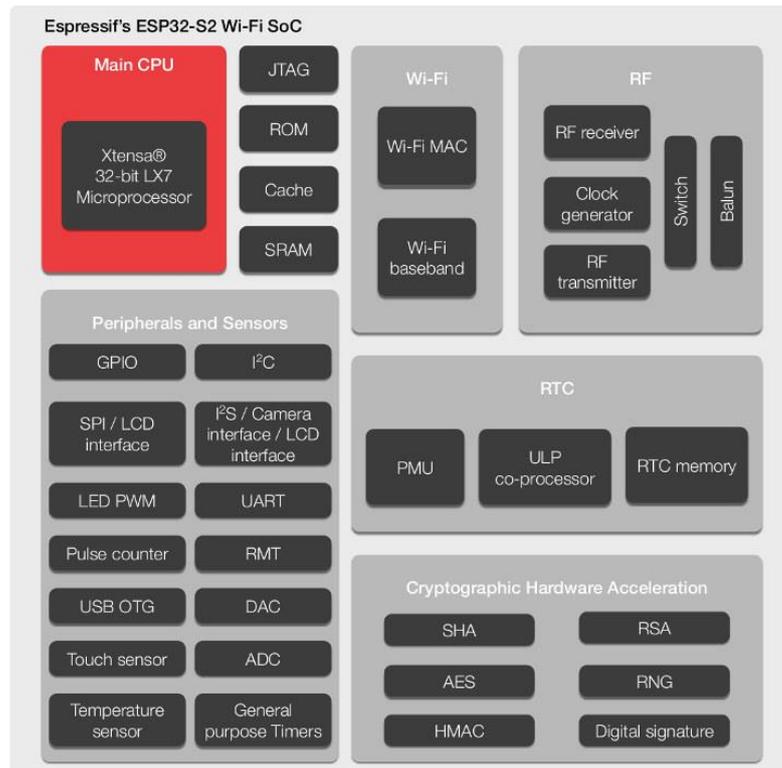
SPEKIFIKASI	ESP32
Mikrokontroler	ESP32S WROOM
Ukuran Board	57 mmx 30 mm
Tegangan Input	3.3 ~ 5V
GPIO	16 PIN
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 Ghz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G

Tabel 2.1. Spesifikasi ESP32



Gambar 2.2 PinOut ESP32

Gambar 2.2 diatas merupakan pinout dari ESP32 yang mempunyai 38 pinout keseluruhan, memiliki 16 GPIO,2 DAC(Digital Analog Converter), 10 ADC(Analog Digital Converter) , 6 Pin RX & TX , 2 PIN 12C , 3 pin Ground , 1 input 5 V , 1 Input 3.3 V ,6 Flash Input Output , 5 pin touch.



Gambar 2.3 Spesifikasi Detail ESP32

Gambar 2.3 diatas merupakan Spesifikasi dalam Mikrokontroler ESP32 Mulai Dari Main CPUnya sampai Kebagian Terkecil dapat dilihat secara ringkas.

2.2 Monitoring

Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau perubahan yang fokus pada proses dan keluaran. Monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang disediakan berulang kali dari waktu ke waktu, pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa proses terhadap suatu objek atau untuk mengevaluasi

kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan. Secara umum monitoring bertujuan mendapatkan umpan balik bagi kebutuhan program proses pembelajaran yang sedang berjalan, dengan mengetahui kebutuhan ini pelaksanaan program akan segera mempersiapkan kebutuhan dalam pembelajaran tersebut. Kebutuhan bias berupa biaya, waktu, personel, dan alat. Pelaksanaan program akan mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan, berapa lama waktu yang tersedia untuk kegiatan tersebut. Dengan demikian akan diketahui pula berapa jumlah tenaga yang dibutuhkan, serta alat apa saja yang harus disediakan untuk melaksanakan program tersebut.

2.2.1 Aplikasi Android BLYNK

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain. Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama, yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara smartphone dan *hardware*. *Widget* yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. Pada alat yang penulis buat sistem Monitoring Daya, Arus, & Tegangannya memakai Blynk sebagai aplikasi untuk memonitoring output sensor yang dikirimkan dari ESP32 dan dikonversikan ke dalam bentuk tabel masing-masing perhitungan. ESP32 dikontrol dengan Internet melalui WiFi, pada chip ESP32 dengan koding program yang telah dimasukan maka dapat mengirimkan nilai-nilai data yang bisa dibaca pada aplikasi ini, pada aplikasi blynk ini dapat juga melihat grafik pemakaian secara berkala mulai dari real time sampai dalam jangka waktu paling lama 3 bulan sekali.



Gambar 2.4 Ikon Aplikasi BLYNK

Di dalam aplikasi Blynk terdapat pilihan seperti menampilkan button untuk proses *switching* ataupun grafik sebagai keluaran dari monitoring, yang keduanya menggunakan internet dalam pengendaliannya. Terdapat 3 komponen utama dalam platform Blynk yaitu :

1. Blynk App Merupakan tempat dimana pengguna dapat mengkreasikan interface yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan proyek yang akan dibuat menggunakan *widget* yang bervariasi

2. Blynk Server Merupakan media sistem komunikasi antara *hardware* (Module) dengan device pengguna. Di dalam Server Blynk ini juga terdapat Cloud yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan data yang berkaitan dengan proyek yang kita buat.

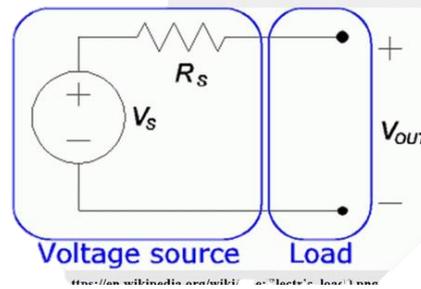
3. Blynk Library Blynk Library berisi perintah – perintah terkait proses input dan output tergantung dari *hardware* apa yang pengguna gunakan untuk membuat proyek

2.3 Beban Listrik

Beban listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Dalam kehidupan sehari-hari contoh beban listrik adalah setrika, lampu listrik, television, dan kompor listrik. Pada keseluruhan sistem, total daya jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energi listrik. Jadi dalam penggunaan rumah tangga,

total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik tersebut yang aktif, karena dalam kondisi mati peralatan tertentu tidak menggunakan daya listrik.

Electrical load



Gambar 2.5 Beban Listrik

Beban listrik dikatakan juga sebagai hambatan/resistan (resistance) dalam ilmu listrik dimana dapat dirumuskan pada hukum ohm [3].

$$V : I R$$

I : Arus listrik dengan satuan Ampere

R : Hambatan listrik dengan satuan ohm

V : Tegangan listrik dengan satuan volt

2.3.1 Daya Listrik

Daya pada arus bolak-balik atau alternating current (ac) ada 3 macam yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata.

1. Daya aktif

Daya aktif digunakan secara umum oleh konsumen. Daya aktif inilah yang biasanya dapat dikonversikan dalam bentuk kerja. Satuan daya aktif dinyatakan dalam watt. Daya aktif (real power), didapat dari persamaan.

$$P = V.I.\cos \theta \text{ [kW]}$$

2. Daya reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. dari pembentukan medan magnet. Maka akan terbentuk fluks magnet. Satuan daya reaktif dinyatakan dalam VAR. Daya reaktif (reactive power) , didapat dari persamaan:

$$Q = V.I.\sin \theta \text{ [kVA]}$$

3. Daya nyata

Daya nyata adalah penjumlahan geometris dari daya aktif dan daya reaktif. Daya nyata merupakan daya yang diproduksi oleh perusahaan sumber listrik untuk didistribusikan ke konsumen,

Satuan daya nyata ini dinyatakan dalam VA [3]. Daya nyata (apparent power),di dapat dari persamaan:

$$S = V.I \text{ [kVA]}$$

Dengan :

P :Daya Aktif [kW]

Q :Daya Reaktif [kVA]

S :Daya Nyata [kVA]

I :Arus [Ampere]

V :Tegangan [Volt]

2.3.2 Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya semu dalam sistem tenaga listrik Faktor daya menunjukkan sudut fasa antara daya aktif (daya yang terpakai untuk mengoperasikan beban – beban tenaga listrik) dan daya semu (daya yang disediakan dari oembangkit melauai sistem distribusi listrik) (C.Sankaran, 2002:141).

Faktor daya atau faktor kerja ini setara dengan nilai cos phi daripada sudut fasa tersebut dimana hal ini juga mengacu kepada segitiga

daya yang telah dibahas sebelumnya. Pada suatu sistem tenaga listrik faktor daya dibagi menjadi tiga yaitu faktor daya unity, faktor daya lagging, dan faktor daya leading yang ditentukan jenis beban pada jaringan listrik tersebut.

A. Faktor Daya Unity

Faktor Daya Unity didefinisikan sebagai kondisi dimana keadaan $\cos \phi$ sama dengan 1, yang mana berarti tegangan sephasa dengan arus . Faktor daya ini akan terjadi bila jenis beban merupakan resistif murni.

B. Faktor Daya Lagging

Faktor Daya Lagging didefinisikan sebagai kondisi dimana arus tertinggal oleh tegangan yang disebabkan oleh jenis beban induktif. Beban induktif dapat ditemukan pada motor – motor listrik dan transformator. Berdasarkan hal tersebut maka arus tertinggal dari tegangan sehingga daya reaktif mendahului daya semu atau dengan kata lain beban memerlukan daya raktif dari system.

C. Faktor Daya Leading

Faktor Daya Leading didefinisikan sebagai kondisi dimana arus mendahului tegangan yang disebabkan oleh jenis beban kapasitif. Beban kapasitif dapat ditemukan pada kapasitor Berdasarkan hal tersebut maka arus mendahului tegangan sehingga daya reaktif tertinggal dari daya semu atau dengan kata lain beban memberikan daya raktif ke system

Daya adalah besarnya usaha atau energi tiap satuan waktu.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

Keterangan :

P = daya

W = usaha (J)

E = energi (J) t = waktu (s)
 s = jarak/perpindahan (m) v = s/t = kecepatan (m/s)

2.3.3 Efisiensi (daya guna)

tidak semua daya yang diberikan ke suatu sistem ($P_{masukan}$) diubah

$$\eta = \frac{P_{masukan}}{P_{keluaran}} \cdot 100$$

menjadi daya yang dihasilkan sistem tersebut ($P_{keluaran}$).

Perbedaan $P_{masukan}$ dan $P_{keluaran}$ disebabkan oleh daya yang diberikan kepada suatu sistem tidak semuanya diubah menjadi bentuk daya yang kita butuhkan.

sebagai contoh, daya listrik yang digunakan untuk menyalakan lampu tidak semuanya diubah menjadi energi cahaya, ada sebagian daya listrik yang berubah menjadi panas.

besarnya efisiensi biasanya dinyatakan dalam persen :

$$\eta \rightarrow 0\% \leq 100\%$$

Dalam pengerjaan soal bentuk persen ini harus diubah terlebih dahulu menjadi dalam bentuk pecahan atau desimal. Hasil yang telah didapat akan dirangkum dalam presentase nilai error yang dapat dilihat pada persamaan 1 dan persamaan 2 untuk persentase rata-rata error .

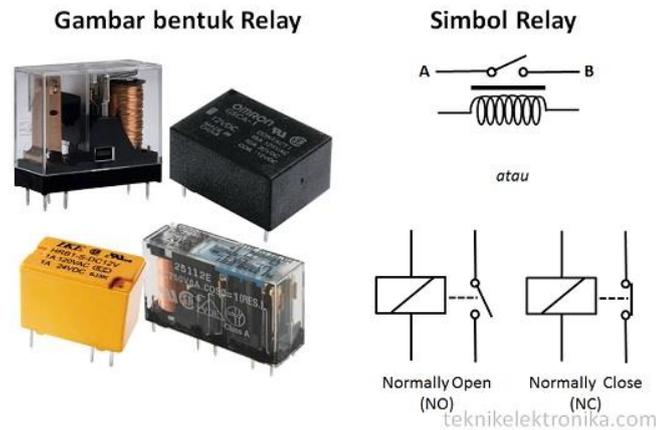
$$\%error = \frac{\text{Selisih Nilai Sensor dengan Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \times 100\%$$

(Persamaan 1)

$$\%error = \frac{\sum error}{\sum uji\ coba} \times 100\%$$

(Persamaan 2)

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai



Gambar 2.6 Relay dan Simbol Relay

resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya .

Ada dua jenis beban listrik berdasarkan sumbernya.

1. Beban listrik tegangan searah ; pada tegangan searah, semua beban adalah resistif (tidak ada pergeseran fase atau sudut) maka rumus yang digunakan adalah rumus pada hukum ohm.
2. Beban listrik tegangan bolak-balik.

2.4 Relay

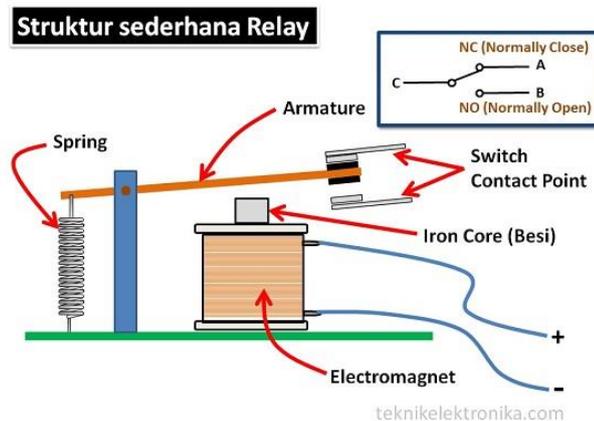
Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak 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.

2.4.1 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu

1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring



Gambar 2.7 Prinsip Kerja 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)

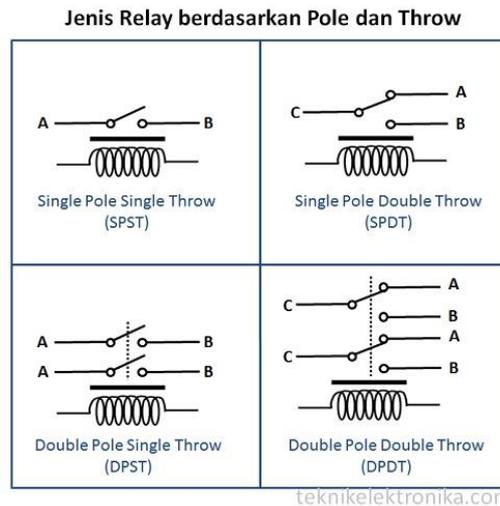
Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat

menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.4.2 Pole dan Throw pada Relay

Karena Relay merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah Pole dan Throw yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw

- **Pole** : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay
- **Throw** : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak



▪ **Gambar 2.8 Jenis-jenis Relay**

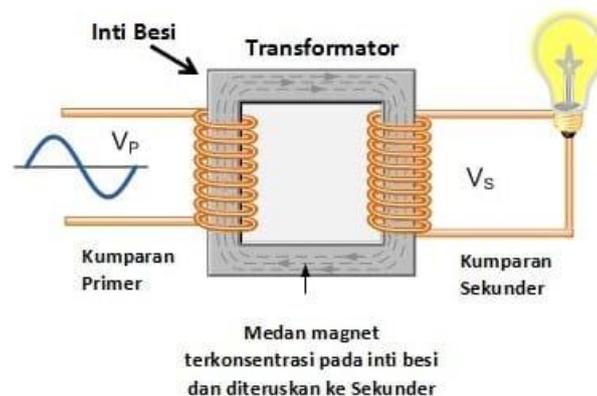
Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

- *Single Pole Single Throw (SPST)* : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.

- *Single Pole Double Throw (SPDT)* : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- *Double Pole Single Throw (DPST)* : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
- *Double Pole Double Throw (DPDT)* : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Selain Golongan Relay diatas, terdapat juga Relay-relay yang Pole dan Throw-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (Triple Pole Double Throw) ataupun 4PDT (Four Pole Double Throw) dan lain sebagainya.

2.5 Sensor Tegangan Trafo *Step-down* dengan penyearah penuh

Fungsi dasar dari trafo penurun tegangan adalah untuk menurunkan tegangan listrik untuk menghasilkan tegangan yang lebih kecil sesuai dengan kebutuhan prangkat elektronika, trafo step down memiliki jumlah kumparan sekunder lebih sedikit daripada kumparan



Gambar 2.9. Transformator

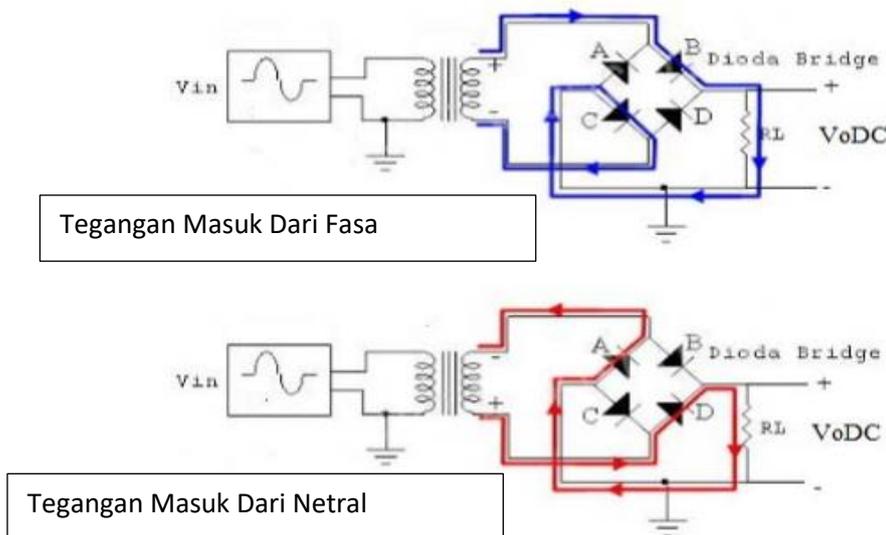
Ketika sebuah trafo penurun tegangan dialiri oleh tegangan listrik AC 220V pada bagian primer, maka kumparan primer yang telah

dikelilingi oleh inti besi akan timbul elektromagnet, gaya elektromagnet ini akan muncul seiring dengan perubahan garis gaya magnet yang ditimbulkan oleh arus AC, karena garis gaya magnet ini timbul lah gaya gerak listrik pada kumparan sekunder trafo.

2.5.1 Penyearah Gelombang Penuh

Penyearah Gelombang Penuh adalah sistem penyearah yang menyearahkan semua siklus gelombang sinus menggunakan 2 blok dioda (satu blok bisa berupa satu atau beberapa dioda yang diparalel). Satu dioda bekerja pada fase siklus positif dan satu dioda bekerja pada fase siklus negatif yang telah dibalik. Oleh karena itu penyearah gelombang penuh identik dengan penggunaan transformator center tap (CT) yang memiliki dua buah output sinyal AC dengan fase berkebalikan.

Rangkaian penyearah gelombang penuh menghasilkan tegangan DC dengan riak ripple yang lebih sedikit dibanding penyearah setengah gelombang. Hal ini karena gelombang yang dihasilkan lebih rapat



Gambar 2.10 Penyearah Gelombang Penuh

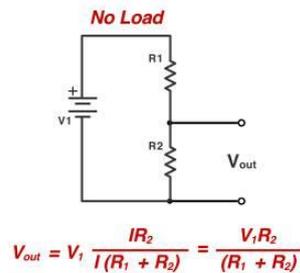
yaitu hasil penggabungan siklus sinyal sinus positif dan siklus sinyal negatif yang telah dibalik menjadi siklus positif. Jadi penyearah akan tetap mengeluarkan output pada periode gunung

dan lembah dari sinyal sinus. Pada dioda bridge hanya 2 dioda saja yang menghantarkan arus untuk setiap siklus 19 tegangan AC sedangkan 2 dioda lainnya bersifat sebagai isolator pada saat siklus yang sama. Untuk memahami cara kerja dioda bridge. Saat siklus positif tegangan AC, arus mengalir melalui dioda B menuju beban dan kembali melalui dioda C

Pada saat bersamaan pula, dioda A dan D mengalami reverse bias sehingga tidak ada arus yang mengalir atau kedua dioda tersebut bersifat sebagai isolator. Sedangkan pada saat siklus negatif tegangan AC, arus mengalir melalui dioda D menuju beban dan kembali melalui dioda A. Penyearah Gelombang Penuh adalah sistem penyearah yang menyearahkan semua siklus gelombang sinus menggunakan 2 blok dioda (satu blok bisa berupa satu atau beberapa dioda yang diparalel). Satu dioda bekerja pada fase siklus positif dan satu dioda bekerja pada fase siklus negatif yang telah dibalik.

2.5.2 Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian Pembagi Tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, Untuk memberikan bias pada rangkaian penguat atau untuk memberi bias pada komponen aktif. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan dua buah resistor, Contoh rangkaian dasar pembagi tegangan dengan output V_o dari tegangan V_i menggunakan resistor pembagi tegangan R_1 dan R_2 seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.11 Rangkaian Voltage Divider

Dari rangkaian pembagi tegangan diatas dapat dirumuskan tegangan output V_o Arus (i) mengalir pada R_1 dan R_2 sehingga nilai tegangan sumber V_i adalah penjumlahan V_s dan V_o sehingga dapat dirumuskan

$$V_o = V_i \cdot \left(\frac{r_2}{r_1 + r_2} \right)$$

2.6 Sensor PZEM-004T

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 listrik seperti rumah atau gedung. Modul PZEM-004T diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Peacefair, ada yang model 10 Ampere dan 100 Ampere. Harap berhati-hati karena wiring antara yang model 10 Ampere dengan 100 Ampere berbeda, jika salah bisa terjadi konslet atau hubungan arus pendek pada jaringan listrik. Meskipun ada beberapa perbedaan antara PZEM-004T V2.0 dan PZEM-004T V3.0 tapi secara fungsi atau feature, keduanya



100A Module+Closed CT

Gambar 2.12 Sensor PZEM-004T

memiliki kesamaan. Berikut adalah fungsi atau spesifikasi dari modul PZEM-004T :

A. Fungsi

- Fungsi pengukuran (voltage / tegangan, current / arus, active power).
- Power button clear / reset Energy (PZEM-004T V3.0)
- Power-down data storage function (cumulative power down before saving)
- Komunikasi Serial TTL
- Pengukuran Power / Daya : 0 ~ 9999kW

B. Spesifikasi

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