



**PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KENDALI  
BEBAN GENERATOR BERBASIS INTERNET OF THING**

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi

**SKRIPSI**

**OLEH**

**NAMA : RIRIN ROSMANTY SILABAN**  
**NPM : 1824210144**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO**  
**PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCABUDI**

**MEDAN**

**2020**

# PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KENDALI BEBAN GENERATOR BERBASIS INTERNET OF THING

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi

## SKRIPSI

OLEH

NAMA : RIRIN ROSMANTY SILABAN  
NPM : 1824210144  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

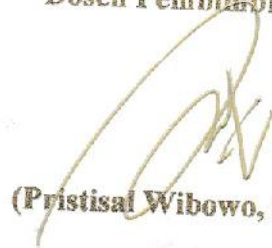
Diketahui dan Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



(Adisastra Taringan, ST., MT)

Dosen Pembimbing II



(Pristisa Wibowo, ST., MT)

Diketahui dan Disahkan oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



(Hamdani S.T., M.T.)

Ketua Program Studi



(Siti Anisah S.T., M.T.)

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Pancabudi, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ririn Rosmanty Silaban  
NPM : 1824210144  
Program studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Pancabudi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non exclusive Royalty-free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul "**Perancangan Sistem Monitoring dan Kendali Generator Berbasis Internet Of Thing**" Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Pancabudi berhak menyimpan mengalih-media / alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 04 November 2020



Ririn Rosmanty Silaban  
NPM : 1824210144

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesejamaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Medan, 04 November 2020



Ririn Rosmanty Silaban  
NPM : 1824210144

# **Perancangan Monitor dan Kendali Beban Generator Berbasis Internet Of Thing**

**Ririn Rosmanty Silaban<sup>1)</sup>**

**Adi Sastra Taringan, S.T.,M.T<sup>2)</sup>, Pristisal Wibowo, S.T.,M.T<sup>3)</sup>**

**Email : [ririnsilaban4@gmail.com](mailto:ririnsilaban4@gmail.com)**

**Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro**

## **ABSTRAK**

Penggunaan generator tentunya perlu dimonitor dan dikendalikan karena mengingat gangguan-gangguan yang dapat terjadi pada generator. Maka dibuatlah alat yang dapat memonitor dan mengendalikan beban generator dari jarak jauh sehingga memudahkan operator untuk memantau generator. Alat ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur arus, tegangan, daya dan frekuensi beban generator. Hasil pengukuran sensor diolah oleh arduino uno kemudian dikirim ke android melalui internet sebagai media komunikasi. Sistem pengendalian beban generator dilakukan dengan menekan tombol *on-off* pada android dan data dikirim ke arduino, kemudian relay akan menghubungkan atau memutuskan arus listrik dari beban sesuai dengan perintah Arduino Uno.

***Kata Kunci : Generator, PZEM-004T, Arduino, Internet, Android, Relay, Beban***

# **Designing of Monitor and Control Load Generator Based On Internet Of Thing**

**Ririn Rosmanty Silaban<sup>1)</sup>**

**Adi Sastra Taringan, S.T.,MT<sup>2)</sup>, Pristisal Wibowo, S.T.,M.T<sup>3)</sup>**

**Email : [ririnsilaban4@gmail.com](mailto:ririnsilaban4@gmail.com)**

**Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro**

## ***ABSTRACT***

*The use of generators certainly needs to be monitored and controlled because they remember the disturbances that can occur in the generator. Then made a tool that can monitor and control the load generator remotely making it easier for operators to monitor generators. This tool uses a PZEM-004T sensor to measure current, voltage, power and frequency of the generator load. The sensor measurement results are processed by Arduino Uno then sent to Android via the internet as a communication medium. Generator load control system is done by pressing the On-Off button on Android and the data is sent to Arduino, then the relay will connect or disconnect the electrical current from the load according to the Arduino Uno command.*

***Key Word : Generator, PZEM-004T, Arduino, Internet, Android, Relay, Load***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan anugerah-Nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Strata I pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi. Dimana dalam kesempatan ini penulis memilih judul : **“Perancangan Monitor dan Kendali Beban Generator Berbasis *Internet Of Tthing*”**.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis menemukan berbagai kesulitan dan masalah, namun berkat bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak, maka masalah-masalah yang dihadapi penulis dapat diatasi dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E., M.M, sebagai Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
2. Hamdani, S.T., M.T, sebagai Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
3. Siti Anisah, S.T.,M.T, sebagai Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
4. Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing, memberikan motivasi serta dukungan kepada penulis.
5. Pristisal Wibowo, S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing, memberikan motivasi serta dukungan kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
7. Seluruh Staff dan Pegawai di Universitas Pembangunan Panca Budi Medan khususnya di bagian ADM Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains & Teknologi.
8. Teristimewa untuk kedua orangtua dan keempat saudara penulis yang telah membantu memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Semua teman-teman seperjuangan REG II LF J/S Program Studi Teknik Elektro yang telah banyak membantu memberikan dukungan.

Penulis juga menyadari bahwa penyusunan laporan ini belum sempurna dan masih ada kekurangan yang dikarenakan keterbatasan kemampuan dan wawasan penulis. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun untuk menyempurnakan isi dari Skripsi ini.

Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Medan, Oktober 2020

**Ririn Rosmanty Silaban**  
**NPM : 1824210144**



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penulisan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Kerangka Berfikir .....	4
<b>BAB 2 DASAR TEORI</b> .....	5
2.1 Generator.....	5
2.1.1 Bagian-bagian Utama Generator.....	7
2.1.2 Generator AC .....	9
2.1.3 Generator DC .....	10
2.1.4 Rugi-rugi dan Efisiensi Generator .....	11
2.1.5 Regulasi Tegangan .....	12
2.1.6 <i>Automatic Voltage Regulator (AVR)</i> .....	13
2.2 Genset .....	14
2.2.1 Mesin Diesel .....	15
2.2.2 Fungsi Genset .....	18
2.3 Macam-macam Gangguan pada Generator .....	18
2.3.1 Gangguan Kelistrikan .....	18
2.3.2 Gangguan Mekanis/Panas .....	19
2.3.3 Gangguan Sistem .....	20

2.4	<i>Internet of Thing</i> .....	21
2.4.1	Sejarah <i>Internet of Thing</i> (IoT) .....	22
2.4.2	Unsur - unsur Pembentuk <i>Internet of Thing</i> (IoT) .....	24
2.5	Arduino Uno.....	25
2.5.1	Bahasa Pemrograman Arduino .....	29
2.6	Modem GSM SIM800L .....	34
2.7	Relay .....	35
2.7.1	Prinsip Kerja Relay .....	38
2.7.2	Fungsi dan Aplikasi Relay.....	39
2.8	Modul Step Down DC LM2596.....	39
2.9	Sensor PZEM-004T .....	41
<b>BAB 3 METODELOGI PENELITIAN</b> .....		44
3.1	Lokasi Pengujian .....	44
3.2	Waktu Penelitian .....	44
3.3	Bahan dan Alat .....	44
3.4	Spesifikasi Genset .....	46
3.5	Metode Penulisan dan Pengumpulan Data .....	46
3.6	Perancangan Diagram Blok .....	47
3.7	<i>Flowchart</i> Sistem.....	48
<b>BAB 4 HASIL HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		52
4.1	Rangkaian Keseluruhan Sistem .....	52
4.1.1	Blok Rangkaian PZEM-004T .....	53
4.1.2	Blok Rangkaian Relay.....	54
4.1.3	Blok Rangkaian Beban .....	55
4.2	Pengujian Alat tanpa beban .....	55
4.3	Pengujian Alat dengan Beban .....	57
4.4	Pengukuran Tegangan Sensor PZEM-004T .....	63
4.5	Pengukuran Tegangan Input Rangkain Relay Saat On dan Off .....	63
4.6	Pengujian Tampilan Komunikasi pada <i>Smartphone</i> .....	65
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		67

5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	GGL yang dibangkitkan .....	6
Gambar 2.2	Bagian – bagian Generator .....	9
Gambar 2.3	Konstruksi Generator Arus Searah .....	11
Gambar 2.4	Generator Set.....	15
Gambar 2.5	Rancangan Sistem IOT Pemantauan Energi .....	24
Gambar 2.6	Mikrokontroler Arduino .....	26
Gambar 2.7	Tampilan <i>Framework</i> Aduino Uno .....	31
Gambar 2.8	Modem GSM SIM800L .....	34
Gambar 2.9	Struktur Sederhana Relay .....	36
Gambar 2.10	Bentuk dan Simbol Relay .....	37
Gambar 2.11	Jenis Relay Berdasarkan Pole dan Throw.....	38
Gambar 2.12	DC Converter LM2596.....	41
Gambar 2.13	Sensor PZEM-004T.....	41
Gambar 2.14	Blok Diagram PZEM-004T 10 A.....	42
Gambar 2.15	Konfigurasi Sensor Pzem-004T dengan Beban .....	43
Gambar 3.1	Blok Diagram .....	48
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Monitoring Sistem .....	49
Gambar 3.3	<i>Flowchart</i> Kendali Sistem.....	50
Gambar 4.1	Rangkaian Keseluruhan Sistem.....	52
Gambar 4.2	Rangkaian PZEM-004T .....	53
Gambar 4.3	Rangkaian Relay.....	54
Gambar 4.4	Rangkaian Lampu.....	55
Gambar 4.5	Pengukuran Tegangan Genset tanpa Beban.....	56
Gambar 4.6	Pengukuran Relay tanpa Beban.....	56
Gambar 4.7	Pengukuran Tegangan Catu Daya 12 V.....	56
Gambar 4.8	Pengujian Lampu 40 Watt.....	57
Gambar 4.9	Pengujian Lampu 60 Watt.....	58

Gambar 4.10 Pengujian Lampu 100 Watt.....	58
Gambar 4.11 Pengujian Lampu 200 Watt.....	59
Gambar 4.12 Pengukuran Input Sensor PZEM-004T .....	63
Gambar 4.13 Pengukuran Input Relay.....	64
Gambar 4.14 Tampilan <i>Samrtphone</i> Tidak Terkoneksi dengan Sistem .....	65
Gambar 4.15 Tampilan <i>Samrtphone</i> Terkoneksi dengan Sistem .....	65
Gambar 4.16 Tampilan <i>Samrtphone</i> saat Beban Hidup .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Karakteristik Arduino Uno .....	26
Tabel 2.2 Tabel Karakteristik Arduino Uno .....	32
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan tanpa Beban .....	57
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Tampilan <i>Smartphone</i> .....	59
Tabel 4.3 Hasil Pengujian dari Alat Ukur .....	61
Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Tampilan <i>Smartphone</i> dan alat ukur .....	62
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Input Sensor PZEM-004T .....	53
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Input Rangkaian Relay .....	64

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Listrik merupakan salah satu sumber energi yang sangat di butuhkan kelangsungan hidup manusia, dalam aktivitas seharian tidak dapat terlepas dari energi listrik, hal ini dikarenakan banyaknya teknologi yang digunakan untuk membantu aktivitas masyarakat. Efek kemajuan teknologi dan bertambahnya penduduk serta kemajuan industri manufaktur mengakibatkan meningkatnya permintaan energi listrik, Sehingga manusia selalu berusaha menciptakan sumber energi untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Generator merupakan salah satu bagian dari komponen pembangkit yang dapat mengubah sumber energi mekanik menjadi sumber energi listrik. Sehingga penggunaan generator sangat sering kita temukan baik di industri, perkantoran bahkan untuk rumah tangga.

Penggunaan generator ini tentunya perlu di monitor dan dikendalikan karena mengingat gangguan-gangguan yang dapat ditimbulkan oleh generator seperti hubung singkat, over voltage, arus beban yang tidak stabil, dll. Pentingnya memonitor generator adalah untuk mengetahui parameter-parameter seperti arus, tegangan, frekuensi, dan daya pada generator. Dengan penambahan beban yang berlebih juga akan menyebabkan penurunan tegangan secara keseluruhan dan bisa mengganggu aktifitas beban yang lain sehingga beban harus dikendalikan. Umumnya penggunaan generator dimonitor dan dikontrol secara manual oleh seorang operator. Namun hal

ini sangat tidak efektif karena operator harus melihat parameter yang ada pada suatu sistem dari dekat dan tidak bisa melakukan pekerjaan lain.

Akibat kendala-kendala tersebut penulis membuat suatu perancangan yang dapat memonitor dan mengendalikan beban generator melalui internet. Dimana hasil pembacaan parameter dapat dilihat dari *handphone Android* baik itu dari jarak dekat maupun jarak jauh. Serta pengendalian beban dari generator dapat dihidupkan atau dimatikan dari *handphone Android*. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis mengangkat judul “Perancangan Monitor dan Kendali Beban Generator Berbasis *Internet Of Thing*”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitor dan kendali beban generator berbasis *internet of thing* ?
2. Bagaimana Prinsip Kerja sistem monitor dan kendali beban generator berbasis *internet of thing* ?
3. Bagaimana cara menganalisa perhitungan daya menggunakan *internet of thing*?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Menggunakan *handphone android* sebagai media Komunikasi.
2. Rancangan ini hanya memonitor tegangan, arus, daya dan frekuensi.
3. Jenis generator yang digunakan adalah generator set (Genset) 650 Watt.
4. Alat ini hanya Mengendalikan *on-off* dari beban generator



#### **1.4 Tujuan Penulisan**

Adapun tujuan penulisan ini adalah :

1. Membuat perancang sistem monitor dan kendali beban generator berbasis *internet of thing*
2. Mengetahui dan memahami sistem kerja monitor dan kendali beban generator berbasis *internet of thing*
3. Mengetahui analisis perhitungan daya dengan menggunakan *internet of thing*

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan pada perancangan ini adalah

1. Untuk mengoptimalkan pemantauan generator yang lebih cepat dan efisien
2. Untuk membantu monitoring generator dan kendali beban generator dari jarak jauh
3. Dengan melakukan perancangan ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi mahasiswa Universitas Pembangunan Panca Budi.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan ini disusun berdasarkan susunan sebagai berikut :

##### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

##### **BAB 2 DASAR TEORI**

Pada bab ini berisi tentang teori dasar yang digunakan sebagai bahan acuan skripsi, serta komponen yang perlu diketahui untuk mempermudah dalam memahami sistem kerja alat ini.

### **BAB 3 PERANCANGAN ALAT**

Pada bab ini berisi tentang metode perancangan atau *prototype* baik implementasi dari alat seperti diagram blok dari rangkaian, skematik dari masing-masing rangkaian dan diagram alir dari program.

### **BAB 4 HASIL DAN ANALISA**

Pada bab ini berisi tentang penjabaran pengujian sistem yaitu pengujian yang dilakukan pada setiap bagian dan pengujian secara keseluruhan, serta menganalisa data dari hasil pengujian sistem berdasarkan indikator kerja yang telah dijelaskan sebelumnya.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini merupakan penutup yang meliputi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan dari tugas akhir ini serta saran apakah rangkaian ini dapat dibuat lebih efisien dan dikembangkan perakitannya pada suatu metode lain yang mempunyai sistem kerja yang sama.

## BAB 2

### DASAR TEORI

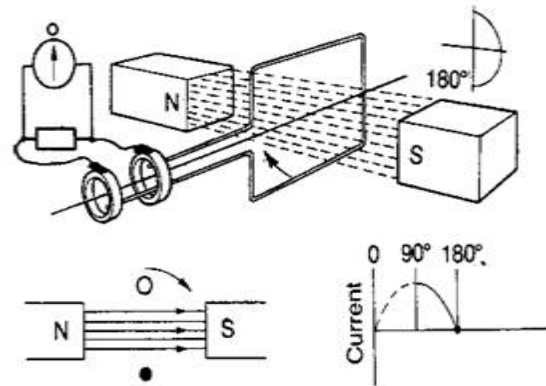
#### 2.1 Generator

Generator adalah sebuah mesin yang mengubah energi mekanis (gerak) menjadi energi listrik. Pada generator, energi mekanik didapat dari penggerak mula yang bisa berupa mesin diesel, turbin, baling-baling dan lain-lain. Contohnya pada pembangkit listrik tenaga mikro-hydro yang memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan tenaga listrik, gerak dari air sebagai penggerak generator. (*Bandri, 2013*)

Generator bekerja berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik atau fluksi yang kemudian mengubah energi listrik. Prinsip dasar induksi magnetik dikenal sebagai hukum Faraday yaitu Apabila jumlah garis gaya yang melalui kumparan diubah, maka gaya gerak listrik dinduksikan dalam kumparan itu. Besarnya gaya gerak listrik yang dinduksikan berbanding lurus dengan laju perubahan jumlah garis gaya melalui kumparan. Jika kumparan terdiri N lilitan, hukum Faraday dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (2.1)$$

GGL induksi yang ditimbulkan dapat diperbesar dengan cara memperbanyak lilitan kumparan, menggunakan magnet permanen yang lebih kuat, mempercepat putaran kumparan, dan menyisipkan inti besi lunak ke dalam kumparan. (*Asy'ari et al, 2012*).



**Gambar 2.1 GGL yang dibangkitkan**  
*Sumber : Juhari, 2013*

Menurut Bandri (2013) dalam penelitiannya diperoleh bahwa semakin bertambahnya beban maka GGL induksi juga akan naik dan kestabilan generator dapat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu arus, faktor daya, jumlah putaran generator dll. Ketika Beban semakin besar maka drop tegangan akan semakin besar, kondisi ini dipengaruhi oleh tinggi dan jenis beban yang dipikul oleh generator ( *Dwi aji, 2016*).

Terdapat dua jenis konstruksi dari generator, jenis medan diam dan medan magnet berputar. Pada medan magnet diam secara umum kapasitas Kilovolt ampere relatif kecil dan ukuran kerja tegangan rendah, jenis ini mirip dengan generator DC kecuali terdapat slips ring sebagai alat untuk pengganti komutator. Sedangkan pada generator jenis medan magnet berputar dapat menyederhanakan masalah pengisolasian tegangan. Siklus tegangan yang dibangkitkan tergantung pada jumlah kutub yang digunakan pada magnet, pada generator yang menggunakan dua kutub dapat membangkitkan satu siklus tegangan sedangkan pada generator dengan empat kutub dapat menghasilkan dua siklus tegangan. Sehingga terdapat perbedaan antara derajat mekanis dan derajat listrik. Derajat mekanis adalah apabila kumparan atau penghantar jangkar berputar satu

kali penuh atau  $360^\circ$  mekanis sedangkan derajat listrik adalah jika GGL atau arus bolak-balik melewati satu siklus berarti telah melewati  $360^\circ$  waktu (*Djarmiko, 2007*).

### 2.1.1 Bagian-bagian Utama Generator

Adapun bagian – bagian Utama dari Generator ialah (*Abdan,2017*) :

#### 1. Stator

Stator adalah bagian diam yang mengeluarkan tegangan bolak – balik. Stator terbuat dari baja yang berfungsi melindungi bagian dalam generator. Inti stator terbuat dari bahan feromagnetik yang berlapis – lapis dan terdapat alur – alur tempat meletakkan lilitan stator. Stator terdiri dari beberapa komponen utama yaitu :

- a) Rangka stator
- b) rumah yang menyanggah inti jangkar generator
- c) Inti stator

Terbuat dari laminasi – laminasi baja campuran atau besi magnetik khusus yang terpasang ke rangka stator

- d) Alur (slot) dan gigi

Alur dan gigi merupakan tempat meletakkan kumparan stator. Ada 3 bentuk alur stator yaitu terbuka, setengah terbuka, dan tertutup.

- e) Kumparan stator (kumparan jangkar)

Kumparan jangkar biasanya terbuat dari tembaga. Kumparan ini merupakan tempat timbunnya ggl induksi.

## 2. Rotor

Rotor adalah bagian yang bergerak menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator. Rotor berbentuk kutub sepatu (*salient*) atau kutub dengan celah udara sama rata (*rotor silinder*). Rotor terdiri dari 3 komponen utama :

### a) *Slip Ring*

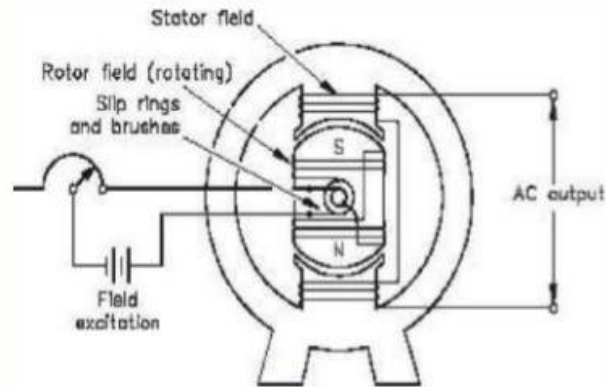
*Slip ring* merupakan cincin logam yang melingkari poros rotor tetapi dipisahkan oleh isolator tertentu. Terminal kumparan rotor dipasangkan ke slip ring ini kemudian dihubungkan ke sumber arus searah melalui sikat (*brush*) yang letaknya menempel pada *slip ring*.

### b) Kumparan Rotor (kumparan medan)

Kumparan rotor merupakan unsur yang memegang peranan utama dalam menghasilkan medan magnet. Kumparan ini mendapat arus searah dari sumber eksitasi tertentu.

### c) Poros Rotor

Poros rotor merupakan tempat meletakkan kumparan medan, dimana pada poros rotor tersebut telah terbentuk slot – slot secara paralel terhadap poros rotor.



**Gambar 2.2 Bagian – bagian Generator**

*Sumber : M. Rizky, 2015*

### 2.1.2. Generator AC (*Alternator*)

Generator arus bolak-balik (AC) atau disebut dengan *alternator* adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik (elektrik). Generator arus bolak-balik bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Generator AC terdiri dari stator yang merupakan elemen diam dan rotor merupakan elemen berputar yang terdiri dari belitan-belitan medan. Setelah rotor diputar oleh penggerak mula (*prime over*) dengan demikian kutub-kutub yang ada pada rotor akan berputar. Rotor berputar dengan kecepatan nominal yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$n = \frac{120 f}{p} \quad (2.2)$$

Dimana :

$n$  = Kecepatan putar rotor

$p$  = Jumlah kutub rotor

$f$  = frekuensi (Hz)

Perputaran rotor tersebut sekaligus akan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan. Medan putar yang dihasilkan pada rotor akan menginduksikan tegangan pada kumparan jangkar sehingga akan menimbulkan medan putar pada stator. Perputaran tersebut menghasilkan *fluks* magnetik yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan *fluks* magnetik yang melingkupi suatu kumparan yang akan menimbulkan ggl induksi pada ujung-ujung kumparan tersebut. Besarnya tegangan induksi yang dibangkitkan pada kumparan jangkar yang ada pada stator akan mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$E = K_d \cdot K_s \cdot \omega \cdot \Phi \cdot p \cdot g \cdot N_c \quad (2.3)$$

$$E = 4,44 \cdot K_d \cdot K_s \cdot f \cdot \Phi \cdot p \cdot g \cdot N_c \quad (2.4)$$

Dimana :

$E$  = Ggl yang dibangkitkan (volt)

$K_d$  = faktor kisar lilitan

$\omega$  = kecepatan sudut dari rotor (*rad/second*)

$f$  = frekuensi (hertz)

$\Phi$  = fluks medan magnet

$N_c$  = jumlah lilitan

$g$  = jumlah kumparan per pasang kutub per pasa

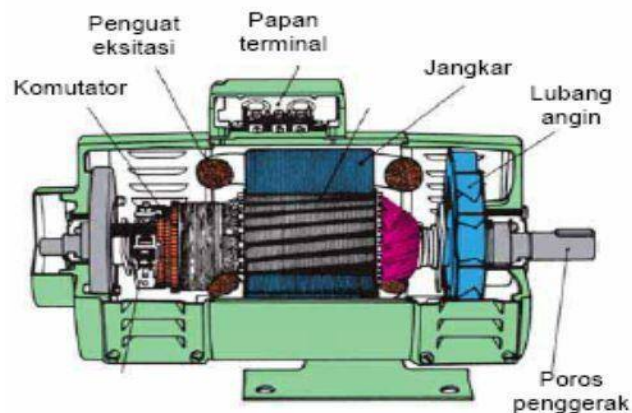
### 2.1.3 Generator DC

Generator DC atau arus searah adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanik dipergunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar dalam medan magnet. Berdasarkan hukum



faraday, maka pada kawat penghantar akan timbul ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Yang membedakannya dengan generator lain terletak pada komponen penyearah yang terdapat didalamnya yang disebut dengan Komutator dan sikat (*Riri dkk, 2016*).

Generator arus searah memiliki konstruksi yang terdiri atas dua bagian yaitu bagian yang berputar (rotor) dan bagian yang diam (stator). Stator adalah rangka, komponen magnet dan komponen sikat. Sedangkan yang termasuk rotor adalah jangkar, kumparan jangkar dan komutator. Secara umum konstruksi generator arus searah adalah dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.3. Konstruksi generator arus searah**

*Sumber : Trikueni, 2014*

#### 2.1.4 Rugi-rugi dan Efisiensi Generator

Efisiensi atau daya guna atau rendemen dari generator sinkron dapat dihitung seperti pada generator arus searah yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Daya output } (P_o)}{\text{Daya input } (p_i)} \times 100\% \quad (2.5)$$

Pada waktu generator sikron berbeban, rugi-rugi yang terjadi terdiri dari rugi-rugi inti

besi dan rugi-rugi angin dan gesekan merupakan rugi-rugi tetap yang berarti besar rugi-rugi tersebut selalu tetap. Sedangkan rugi-rugi tembaga kumparan medan penguat, rugi-rugi tembaga kumparan jangkar dan rugi-rugi buta merupakan rugi-rugi bervariasi yang berarti besar rugi-rugi tersebut tidak selalu tetap ataupun berubah-ubah.

Rugi-rugi angin dan gesekan dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk dari bagian yang berputar, rancangan sudu kipas rotor, desain bantalan (bearing) dan susunan rumah (housing) mesin. Rugi yang hilang tersebut berupa daya yang diperlukan untuk memutar kipas guna mensirkulasikan udara pendingin, dan gesekan bantalan dan sikat.

Rugi-rugi inti besi disebabkan oleh fluksi utama mesin dan terjadi terutama pada gigi-gigi stator (jangkar), pada bagian inti jangkar dekat gigi-gigi stator dan pada permukaan kutub rotor. Inti stator umumnya dibentuk dari laminasi tipis baja silikon yang terisolasi satu sama lain untuk membatasi rugi-rugi histeresis dan arus eddy pada baja.

### 2.1.5 Regulasi Tegangan

Regulasi tegangan adalah perubahan tegangan terminal antara keadaan beban nol dengan beban penuh, dan ini dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{Regulasi tegangan} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\% \quad (2.6)$$

Terjadinya perbedaan tegangan terminal  $V$  dalam keadaan berbeban dengan tegangan  $E_0$  pada saat tidak berbeban dipengaruhi oleh faktor daya dan besarnya arus jangkar ( $I_a$ ) yang mengalir.

Untuk menentukan regulasi tegangan dari generator adalah dengan

memanfaatkan karakteristik tanpa beban dan hubung singkat yang diperoleh dari hasil percobaan dan pengukuran tahanan jangkar. Ada tiga metoda atau cara yang sering digunakan untuk menentukan regulasi tegangan tersebut, yaitu :

1. Metoda impedansi sinkron atau metoda ggl.
2. Metoda amper lilit atau metoda ggm.
3. Metoda faktor daya nol atau metoda potier.

Hubungan reluktansi dengan regulasi tegangan yaitu apabila semakin besar nilai reluktansi maka regulasi tegangan akan besar dan apabila nilai reluktansi kecil regulasi tegangan pun akan kecil dan semakin kecil nilai regulasi maka semakin baik.

#### **2.1.6 Automatic Voltage Regulator (AVR)**

Generator pada umumnya dilengkapi dengan pengatur tegangan otomatis untuk mengatur tegangan agar nilainya tetap konstan walaupun bebannya berubah-ubah. Untuk ini pengatur tegangan otomatis mendapat masukan tegangan generator dan keluarannya adalah pengatur rangkaian arus penguat. Dalam mengatasi perubahan pada generator ac setelah dihubungkan ke beban diperlukan alat untuk mengatur agar tegangan generator tetap stabil. Cara yang biasa dilakukan untuk ini adalah dengan menggunakan alat bantu yang disebut dengan pengatur tegangan (Voltage Regulator) untuk mengendalikan besarnya eksitasi medan dc yang dicatukan pada generator.

Apabila tegangan output generator dibawah tegangan normal tegangan generator, maka AVR akan memperbesar arus pengutan (*exitacy*) pada exiter. Dengan demikian apabila terjadi perubahan tegangan output generator akan dapat distabilkan oleh AVR secara otomatis dikerenakan dilengkapi dengan peralatan seperti alat yang digunakan untuk pembatasan minimum ataupun maksimum yang bekerja secara otomati. Tiga

keadaan AVR, yaitu:

1. Jika tegangan output tinggi maka *error signal*(+) AVR akan memberikan perintah untuk mengurangi arus eksitasi
2. Jika tegangan cocok dengan harga *set point* (0) maka AVR tidak akan memberikan perintah apapun
3. Jika tegangan output rendah maka *error signal*akan (-) maka AVR akan memberi perintah agar menambahkan arus eksitasi

Apabila tegangan generator turun karena perubahan beban, maka pengatur tegangan secara otomatis menaikkan pembangkit medan sehingga tegangan kembali normal. Sama halnya bila tegangan terminal naik karena perubahan beban, pengatur mengembalikan tegangan normalnya dengan mengurangi eksitasi medan.

## 2.2 Genset

Genset (Generator Set) adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Genset mampu digunakan sebagai system cadangan listrik atau “*off grid*” (sumber daya yang tergantung atas kebutuhan pemakai). Disebut sebagai generator set karena didalamnya terdapat perpaduan dari dua jenis perangkat berbeda yaitu mesin dan generator. Mesin dapat berupa perangkat mesin diesel berbahan bakar solar atau mesin berbahan bakar bensin, sedangkan generator atau *alternator* merupakan kumparan atau gulungan tembaga yang terdiri dari stator dan rotor (*hidayah Aprilawati, 2007*).

Dalam penggunaan Genset masalah yang sering ditemukan yaitu pemakain bahan bakar yang boros dan tidak efisien. Menurut penelitian yang dilakukan Tumilaar (2015), menggunakan bahan bakar genset dengan proses elektrolisis dapat menghemat

bahan bakar. proses ekolisis pada genset bermula dari bahan bakar yang masuk melalui karburator dan manifold pada genset yang diinjeksi dengan hydrogen dari hasil pemanasan *electrolizer* HHO pada plat yang diberi tegangan 12 VDC. Setelah disaring gas hydrogen diinjeksi ke dalam manifold mesin melalui selang vakum. Ketika gas masuk pada generator set, akan terdengar perbedaan kerja mesin set lebih baik dan konsumsi bahan bakar.



**Gambar 2.4 Generator Set**

*Sumber : Andrian, 2013*

### **2.2.1 Mesin Diesel**

Mesin diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam atau disebut dengan motor bakar ditinjau dari cara memperoleh energi termalnya. Mesin diesel pada genset berfungsi sebagai penggerak mula (*prime mover*) dari generator itu sendiri sehingga menghasilkan induksi elektromagnetik yang dihasilkan dari perangkat generatornya.

*Prime mover* merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Pada mesin

diesel/engine terjadi penyalaan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan di dalam silinder pada tekanan yang tinggi ( $\pm 30$  atm), sehingga temperatur di dalam silinder naik. Dan pada saat itu bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bertemperatur dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar sehingga akan menyala secara otomatis.

Pada mesin diesel penambahan panas atau energi senantiasa dilakukan pada tekanan yang konstan. Pada mesin diesel, piston melakukan 2 langkah pendek menuju kepala silinder pada setiap langkah daya.

1. Langkah ke atas yang pertama merupakan langkah pemasukan dan penghisapan, di sini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar ke bawah.
2. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, poros engkol terus berputar menyebabkan torak naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Kedua proses ini (1 dan 2) termasuk proses pembakaran.
3. Langkah ketiga merupakan langkah ekspansi dan kerja, di sini kedua katup yaitu katup isap dan buang tertutup sedangkan poros engkol terus berputar dan menarik kembali torak ke bawah.
4. Langkah keempat merupakan langkah pembuangan, disini katup buang terbuka dan menyebabkan gas akibat sisa pembakaran terbuang keluar. Gas dapat keluar karena pada proses keempat ini torak kembali bergerak naik ke atas dan menyebabkan gas dapat keluar. Kedua proses terakhir ini (3 dan 4) termasuk proses pembuangan. Setelah keempat proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses yang pertama, dimana udara dan bahan bakar masuk kembali.

Sistem *starting* adalah proses untuk menghidupkan/menjalankan mesin diesel, ada 3 macam sistem *starting* yaitu:

1. Sistem *start* manual

Sistem *start* ini dipakai untuk mesin diesel dengan daya yang relatif kecil yaitu  $< 30$  PK. Cara untuk menghidupkan mesin diesel pada sistem ini adalah dengan menggunakan penggerak engkol start pada poros engkol atau poros hubung yang akan digerakkan oleh tenaga manusia. Jadi sistem start ini sangat bergantung pada faktor manusia sebagai operatornya.

2. Sistem *start* elektrik

Sistem ini dipakai oleh mesin diesel yang memiliki daya sedang yaitu  $< 500$  PK. Sistem ini menggunakan motor DC dengan suplai listrik dari baterai/accu 12 atau 24 volt untuk menstart diesel. Saat *start*, motor DC mendapat suplai listrik dari baterai atau accu dan menghasilkan torsi yang dipakai untuk menggerakkan diesel sampai mencapai putaran tertentu. Baterai atau accu yang dipakai harus dapat dipakai untuk menstart sebanyak 6 kali tanpa diisi kembali, karena arus start yang dibutuhkan motor DC cukup besar maka dipakai dinamo yang berfungsi sebagai generator DC. Pengisian ulang baterai atau accu digunakan alat bantu berupa *battery charger* dan pengaman tegangan. Pada saat diesel tidak bekerja maka *battery charger* mendapat suplai listrik dari PLN, sedangkan pada saat diesel bekerja maka suplai dari *battery charger* didapat dari generator.

3. Sistem *start* kompresi

Sistem *start* ini dipakai oleh diesel yang memiliki daya besar yaitu  $> 500$

PK. Sistem ini memakai motor dengan udara bertekanan tinggi untuk start dari mesin diesel. Cara kerjanya yaitu dengan menyimpan udara ke dalam suatu botol udara. Kemudian udara tersebut dikompresi sehingga menjadi udara panas dan bahan bakar solar dimasukkan ke dalam *Fuel Injection Pump* serta disemprotkan lewat nozzle dengan tekanan tinggi. Akibatnya akan terjadi pengkabutan dan pembakaran di ruang bakar. Pada saat tekanan di dalam tabung turun sampai batas minimum yang ditentukan, maka kompressor akan secara otomatis menaikkan tekanan udara di dalam tabung hingga tekanan dalam tabung mencukupi dan siap dipakai untuk melakukan *starting* mesin diesel.

### **2.2.2 Fungsi Genset**

Genset biasa digunakan untuk menghasilkan daya listrik alternatif, seperti ketika *supply* pasokan daya listrik dari industri pembangkit listrik padam, atau keadaan dimana tidak ada pasokan jaringan listrik di daerah itu.

## **2.3 Macam-macam Gangguan Pada Generator**

Secara teknis terdapat beberapa macam gangguan yang mungkin terjadi pada generator. gangguan pada generator tersebut dapat diklasifikasi sebagai berikut :

### **2.3.1 Gangguan Kelistrikan**

Jenis gangguan ini adalah gangguan yang timbul dan terjadi pada bagian-bagian listrik dari generator. Gangguan-gangguan tersebut antara lain:

#### **1. Hubung singkat 3 fasa**

Terjadinya arus lebih pada stator yang akan menimbulkan loncaca bunga api



dengan suhu yang tinggi yang akan melelehkan belitan dengan resiko terjadinya kebakaran, jika isolasi tidak terbuat dari bahan yang anti api.

## 2. Hubung singkat 2 phase

Gangguan hubung singkat 2 phase akan mererusakan belitan dan menimbulkan vibrasi pada kumparan stator. Kerusakan lain yang timbul adalah kerusakan pada poros/shaft dan kopling turbin akibat adanya momen punter yang besar.

## 3. Stator hubung singkat 1 phasa ke tanah

Gangguan 1 phasa akan menimbulkan bunga api dan merusak isolasi dan inti besi sehingga perbaikannya harus dilakukan secara total. Gangguan ini meskipun kecil harus segera di proteksi.

## 4. Rotor hubung tanah/*field ground*

Pada rotor generator yang belitannya tidak dihubungkan oleh tanah (*ungrounded system*). Bila salah satu sisi terhubung ke tanah belum menjadikan masalah. Tetapi apabila sisi lainnya terhubung ke tanah, sementara sisi sebelumnya tidak terselesaikan maka akan terjadi kehilangan arus pada sebagian belitan yang terhubung singkat melalui tanah. Akibatnya terjadi ketidakseimbangan fluksi yang menimbulkan vibrasi yang berlebihan serta kerusakan fatal pada rotor.

## 5. Kehilangan medan penguat

Hilangnya medan penguat akan membuat putaran mesin naik, dan berfungsi sebagai generator induksi. Kondisi ini akan berakibat pada rotor dan pasak/slot wedges, akibat arus induksi yang bersirkulasi pada rotor.

#### 6. Tegangan lebih/*Over voltage*

Tegangan yang berlebih melampaui batas maksimum yang diijinkan dapat berakibat tembusnya (*breakdown*) design insulasi yang akhirnya akan menimbulkan hubungan singkat antara belitan. Tegangan lebih dapat dimungkinkan oleh mesin putaran lebih/*overspeed* atau kerusakan pada pengatur tegangan otomatis/AVR.

#### 2.3.2 Gangguan Mekanis/Panas

Jenis gangguan ini adalah gangguan yang timbul atau terjadi akibat adanya gangguan mekanik dan panas pada generator, antara lain:

##### 1. Generator berfungsi sebagai motor

Motoring adalah peristiwa berubah fungsi generator menjadi motor akibat daya balik. Daya balik terjadi disebabkan oleh turunnya daya masukan dari penggerak utama. Dampak kerusakan akibat peristiwa motoring adalah penggerak utama sendiri.

##### 2. Pemanasan lebih setempat

Pemanasan lebih setempat pada sebagian stator dapat dimungkinkan oleh kerusakan laminasi dan kendornya bagian-bagian tertentu di dalam generator seperti : pasak-pasak stator (*stator wedges*).

##### 3. Kesalahan pararel

Kesalahan dalam memparalel generator karena syarat-syarat sinkron tidak terpenuhi dapat mengakibatkan kerusakan pada bagian poros dan kopling generator, dan penggerak utamanya karena terjadinya momen puntir.

Kemungkinan kerusakan lain yang timbul, kerusakan PMT dan kerusakan pada kumparan stator akibat adanya kenaikan tegangan sesaat.

#### 4. Gangguan *pendingan stator*

Gangguan pada media sistem pendingin stator (pendingin dengan media udara, hidrogen, atau air) akan menyebabkan kenaikan suhu belitan stator. Apabila suhu belitan melampaui batas ratingnya akan berakibat kerusakan belitan.

### 2.3.3 Gangguan Sistem

Generator dapat terganggu akibat adanya gangguan yang datang/terjadi pada sistem. Gangguan-gangguan sistem yang terjadi umumnya adalah :

#### 1. Frekuensi operasi yang tidak normal

Perubahan frekuensi keluar dari batas-batas normal di sistem dapat berakibat ketidakstabilan pada turbin generator. Perubahan frekuensi sistem dapat dimungkinkan oleh tripnya unit-unit pembangkit atau penghantar (transmisi).

#### 2. Lepas sinkron

Adanya gangguan di sistem akibat perubahan beban mendadak, switching, hubung singkat dan peristiwa yang cukup besar akan menimbulkan ketidakstabilan sistem. Apabila peristiwa ini cukup lama dan melampaui batas-batas ketidakstabilan generator, generator akan kehilangan kondisi paralel. Keadaan ini akan menghasilkan arus puncak yang tinggi dan penyimpangan frekuensi operasi yang keluar dari seharusnya sehingga akan menyebabkan terjadinya stress pada belitan generator, gaya puntir yang

berfluktuasi serta resonansi yang akan merusak turbin generator. Pada kondisi ini generator harus dilepas dari sistem.

### 3. Arus beban kumparan tidak seimbang

Pembebanan yang tidak seimbang pada sistem/adanya gangguan 1 fasa dan 2 fasa pada sistem yang menyebabkan beban generator tidak seimbang yang akan menimbulkan arus urutan negatif. Arus urutan negatif yang melebihi batas, akan menginduksikan arus medan yang berfrekuensi rangkap yang arahnya berlawanan dengan putaran rotor akan menyebabkan adanya pemanasan lebih dan kerusakan pada bagian-bagian konstruksi rotor.

## 2.4 *Internet of Thing (IoT)*

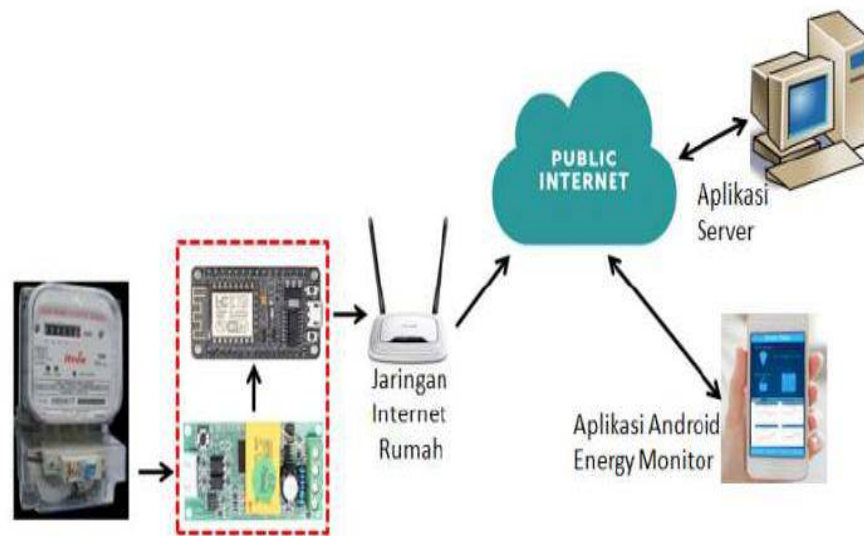
*Internet of thing* adalah suatu konsep yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data dan memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus tanpa memerlukan interaksi manusia ke komputer. Metode yang digunakan dalam IoT adalah nirkabel atau pengendalian secara otomatis tanpa mengenal jarak. Cara kerja dari IoT yaitu memanfaatkan sebuah pemrograman yang setiap perintah dari suatu argument menghasilkan sebuah interaksi dan komunikasi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis, yang menjadi media penghubung antara perangkat tersebut adalah *internet (Asep dkk, 2018)*

Dengan kemampuan IoT diharapkan miliaran hal fisik atau benda akan dilengkapi dengan berbagai jenis sensor terhubung ke internet melalui jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi, frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, *real-time* dan layanan web, IoT sebenarnya *cyber* fisik sistem atau jaringan dari jaringan. Dengan jumlah besar hal / benda dan sensor /

aktuator yang terhubung ke internet, besar-besaran dan dalam beberapa kasus aliran data real-time akan otomatis dihasilkan oleh hal-hal yang terhubung dan sensor. Dari semua kegiatan yang ada dalam IoT adalah untuk mengumpulkan data mentah yang benar dengan cara yang efisien; tapi lebih penting adalah untuk menganalisis dan mengolah data mentah menjadi informasi lebih berharga (*C. Wang et al., 2013*).

IoT dalam pengaplikasiannya dapat digunakan untuk memonitoring sistem energi, monitor suhu dengan menerapkan protocol MQTT yang digunakan untuk menghubungkan mesin ke mesin dan merupakan aspek penting dari konsep IOT. berdasarkan hasil pengujian, penelitian yang dilakukan oleh Totok budioko menunjukkan sistem dapat melakukan koneksi ke server MQTT local maupun server MQTT global, mampu mengirim data dan menerima data hasil pembacaan suhu secara remote. selain itu pemanfaatan IoT dapat dikembangkan dalam sistem keamanan yang dilengkapi sensor PIR untuk mendeteksi gerakan (*Susanto, dkk, 2017*).

Menurut penelitian yang dilakukan Hartono (2018) dalam memantau konsumsi energi rumah tangga berbasis IoT, ia menggunakan modul PZEM-004T sebagai alat ukur arus dan tegangan yang sudah diprogram pada perangkat kontroler NodeMCU ESP8266-E12. Selanjutnya data hasil pembacaan dikirim ke server melalui jaringan wifi. lalu server mengirim data ke perangkat ponsel yang sudah didukung aplikasi sistem pemantauan konsumsi rumah tangga. Diagram rancangan sistem berbasis IoT dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.5 Rancangan Sistem IOT Pemantauan Energi**

*Sumber : Hatono, 2018*

#### 2.4.1 Unsur - unsur Pembentuk *Internet of Thing* (IoT)

Adapun unsur-unsur dasar pembentuk IoT yaitu (*Asep dkk, 2018*)

##### 1. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*)

IoT membuat mesin yang ada menjadi “*Smart*”. Hal ini berarti IoT bisa meningkatkan segala aspek kehidupan kita dengan pengembangan teknologi yang didasarkan pada AI. Jadi, pengembangan teknologi yang ada dilakukan dengan pengumpulan data, algoritma kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia. contohnya mesin yang tergolong sederhana seperti kulkas dapat dikembangkan sehingga bisa mendeteksi stok susu dan sereal favorit Anda sudah hampir habis, bahkan bisa juga membuat pesanan ke supermarket secara otomatis jika stok mau habis. Penerapan kecerdasan buatan ini memang sangatlah menarik.

##### 2. Konektivitas

Dalam IoT ada kemungkinan untuk membuat atau membuka jaringan baru, dan jaringan khusus IoT. Jadi, jaringan ini tak lagi terikat hanya dengan penyedia utamanya saja. Jaringannya tidak harus berskala besar dan mahal, bisa tersedia pada skala yang jauh lebih kecil dan lebih murah. IoT bisa menciptakan jaringan kecil tersebut di antara perangkat sistem.

### **3. Sensor**

Sensor ini merupakan pembeda yang membuat IoT unik dibanding mesin canggih lainnya. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah IoT dari jaringan standar dan cenderung pasif dalam perangkat, hingga menjadi suatu sistem aktif yang sanggup diintegrasikan ke dunia nyata sehari-hari kita.

### **4. Keterlibatan Aktif (*Active Engagement*)**

Keterlibatan yang sering diterapkan teknologi umumnya yang termasuk pasif. IoT ini mengenalkan paradigma yang baru bagi konten aktif, produk, maupun keterlibatan layanan.

## **2.5 Arduino Uno**

Arduino adalah jenis suatu papan (*board*) yang berisi mikrokontroler. dengan perkataan lain, arduino dapat disebut sebagai sebuah papan mikrokontroler. salah satu papan arduino yang terkenal adalah arduino uno dapat dilihat pada gambar 2.4. Papan mikrokontroler ini seukuran kartu kredit, dilengkapi sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain. (*Abdul kadir,2014*).



**Gambar 2.6 Mikrokontroler Arduino**

*Sumber : Alfian Herananda, 2016*

Untuk karakteristik atau rincian Arduino Uno dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.1 Tabel Karakteristik Arduino Uno**

Karakteristik	Rincian
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 - 12 V
Batas Tegangan Input	6 - 20 V
Jumlah Pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah Pin Input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATMega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATMega 328)
EPROM	1 KB (ATMega 328)
Clock Speed	16 MHz

*Sumber :Dharma Setiawan, 2016*

Pada papan arduino uno terdapat beberapa bagian yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler Atmega328 adalah sebagai otak papan arduino. komponen ini



merupakan sebuah IC yang dipasangkan pada *header socket* sehingga memungkinkan untuk dilepas

2. Konektor USB berfungsi sebagai penghubung ke PC. Koneksi ini sekaligus berfungsi sebagai pemasok tegangan bagi papan arduino.
3. Konektor catu daya berfungsi sebagai penghubung ke sumber tegangan eksternal. Hal ini diperlukan sekiranya konektor USB tidak terhubung dengan PC. Adaptor AC ke DC atau baterai dapat dihubungkan ke konektor ini. Konektor ini juga dapat menerima tegangan dari +7V sampai +12V.
4. Pin digital adalah pin yang digunakan untuk menerima atau mengirim isyarat digital. Isyarat 1 dinyatakan HIGH dipresentasikan dalam bentuk tegangan 5V, dan isyarat 0 dinyatakan LOW diwujudkan dalam bentuk tegangan 0V. Nomor untuk pin digital berupa 0 sampai 13. Beberapa pin digital, yang dinamakan pin PWM dapat digunakan sebagai 6 pin PWM sebagai keluaran analog. Pin PWM ditandai dengan simbol ~ . yaitu 2,5,6,9,10 dan 11.
5. Pin analog adalah pin yang terpakai untuk menerima nilai analog. jika dinyatakan dalam tegangan, nilai analog berkisaran antara 0V hingga 5V. Di pin analog, nilai seperti 1,0 atau 2,5 memungkinkan.
6. Pin Sumber tegangan adalah pin yang memberikan catu daya kepada pin-pin lain yang membutuhkannya.
  - a. Vin, berasal dari *voltage in*, adalah pin yang memberikan tegangan sama dengan tegangan luar yang diberikan ke papan arduino.
  - b. GND, berasal dari kata *ground*.
  - c. 5V berisi tegangan 5V

- d. 3,3V berisi tegangan 3,3V
- 7. Led yang tersedia berjumlah 4 yaitu led ON, RX, TX dan led yang terhubung dengan pin 13.
- 8. Tombol Reset digunakan untuk mereset mikrokontroler. Kadangkala instruksi yang diberikan di arduino menimbulkan hal yang tidak normal. Pada keadaan seperti itu, tombol reset yang ditekan akan membuat sistem di reset dan kemudian di aktifkan kembali

Arduino sesungguhnya merupakan mikrokontroler serbaguna yang memungkinkan untuk diprogram. Tujuan menanamkan program mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. *(Eko ihsanto,2014)*

Program arduino dapat dikatakan dengan *sketch*. dengan menuliskan *sketch*, kita bisa memberikan berbagai instruksi yang akan membuat arduino dapat melaksanakan tugas sesuai dengan instruksi-instruksi yang diberikan. selain itu, *sketch* dapat diubah sewaktu-waktu. *(Abdul kadir,2014)*

Menurut penelitian yang dilakukan Fransisku (2019), arduino dapat digunakan untuk membuat sistem keamanan rumah yang berbasis Web. Seluruh sensor mengirim sinyal berupa angka untuk mengenali kondisi sekitar, kemudian sensor mengirim perintah menuju mikrokontroler dan diproses. setelah diproses mikrokontroler, maka perintah diteruskan dari *Ethernet shield* menuju *sofwaе mosquito serve*. *(fransiskus,2019)*

Menurut penelitian yang dilakukan Helmi gontoro (2013), arduino dapat berkomunikasi dan mengendalikan alat agar berjalan sesuai dengan algoritma program

dan sistem kerja dari *magnetic door lock* bekerja sesuai dengan urutan instruksi pemrograman dengan menggunakan bahasa C. pada penelitian ini arduino dihubungkan juga dengan keypad dan solenoid.

Menurut Penelitian yang dilakukan Eko Ihsanto (2014), Arduino dapat digunakan untuk pengukuran Ph meter yang menggunakan *Bluetooth* sebagai media komunikasi agar dapat terkoneksi dengan Android. Dari hasil penelitian ini dibuktikan bahwa arduino uno dapat membaca data float dan berhasil mengkoneksikan Arduino dan Android melalui modul Bluetooth.

Kelebihan *Arduino* diantaranya adalah tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer, *Arduino* sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. bahasa pemrograman relatif mudah karena *software Arduino* dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap, dan *Arduino* memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board Arduino*. Misalnya *shield GPS, Ethernet, SD Card*.

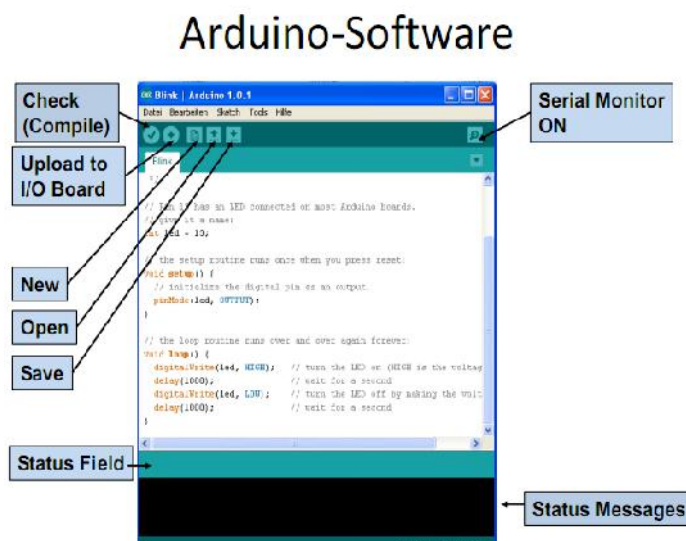
### **2.5.1 Bahasa Pemrograman Arduino**

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. ATmega328 pada Arduino Uno memiliki *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. Perangkat ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C. Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (Windows) atau programmer DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru. Atau dapat menggunakan *header ISP*

dengan *programmer* eksternal.

IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java IDE Arduino yang terdiri dari:

- a. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
- b. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.



**Gambar 2.7 Tampilan Framework Aduino Uno**  
 Sumber : Dias Prihatmoko,2016

Setiap program Arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai 2 (dua) buah fungsi yang harus ada antara lain( *Abdul KAdir,2014*):

### 1. Bagian deklarasi awal

Bagian deklarasi awal digunakan untuk mendeskripsikan variabel-variabel yang akan digunakan dalam program utama dan juga untuk menambahkan file-file program yang dibutuhkan untuk menjalankan program utama.

Berikut contoh deklarasi program :

```
#include <Servo.h>

#define motor_ATAS 7

#define motor_BAWAH 6

#define motor_MAJU 9

#define motor_MUNDUR 8

#define servo_KANAN1 5

#define servo_KIRI1 4
```

Bagian ini merupakan deklarasi awal yang menyatakan definisikan pin-pin arduino yang terhubung dengan motor DC, motor Servo, dan stick

### 2. Bagian *setup*

Bagian *setup* adalah bagian fungsi yang dijalankan pertama kali oleh papan arduino karena sifatnya yang demikian, kode yang diletakkan di tubuh fungsi ini adalah kode yang perlu dijalankan sekali di awal.

```
void setup() {

  Serial.begin(9600);
```

Perintah *Serial.begin(9600)*

Perintah mengaktifkan port serial dan angka 9600 menentukan kecepatan transfer data di port serial.

### 3. Bagian *loop*

Bagian *loop* adalah fungsi yang akan dijalankan secara berulang. Berikut ini contoh penulisan program *sketch* lengkap.

```
void loop()
```

```
{digitalWrite(PIN_11, HIGH); delay(1000);
```

```
digitalWrite(PIN_11, LOW); delay(1000); }
```

Bagian ini adalah program utama yang akan dijalankan berulang-ulang oleh mikrokontroler. Pertama-tama mikrokontroler akan mengeluarkan logika *high* untuk mengaktifkan pin 11 selama 1000 ms, setelah itu pin 11 akan dimatikan selama 1000 ms, dan berulang kembali.

Pada program arduino terdapat berbagai tipe data yang disediakan untuk sejumlah variable yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Tipe Data Arduino**

<b>Tipe Data</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Jumlah Byte</b>
Int	Bilangan bulat yang berkisar antara -32768 dan 32767	2
Short	Identik dengan int	2
Unsigned int	Bilangan bulat yang berkisar antara 0 dan 65535	2
Word	Identik dengan unsigned int	2
Long	Bilangan bulat yang berkisar antara -2147483648 dan 2147483647	4
Unsigned long	Bilangan bulat yang berkisar antara 0 dan 4294967295	4

Float	Bilangan real antara 3.4028235E+38 dan -3.4028235E+38	4
Boolean	Menyatakan nilai true ( benar) dan false (salah)	1
Char	Menyatakan sebuah karakter	1
Byte	Menyatakan sebuah byte yang mampung menampung sebuah bilangan bulat antara 0 dan 255	1
String	Menyatakan deretan karakter yang biasa dipakai untuk menyatakan teks	-

*Sumber :Abdul kadir, 2014*

Pada arduino dilengkapi dengan komunikasi serial. komunikasi serial adalah komunikasi antara dua peranti yang dilakukan bit per bit. Dengan kata lain, hanya satu bit yang dilewatkan untuk setiap saat. Komunikasi ini bisa dilakukan antara arduino dan PC melalui *port* serial, papan arduino bisa mengirim data ke PC dan PC juga bisa mengirim data ke arduino. Contoh program pada arduino untuk membsca data bilangan yang dimasukkan melalui port serial dari PC :

```
void setup ()
{
  serial.begin(9600);
}

void loop ()
{
  string str = "";

  while (serial.available() > 0)
  {
    char karakter = serial.read();

    str = str + karakter; delay (20);
  }

  if (str.equals("")) return;

  int bilangan = str.toInt();
```

```

serial.println(bilangan);

serial.println();

}

```

## 2.6 Modem GSM SIM800L

SIM800L adalah modul SIM yang digunakan pada penelitian ini. Modul SIM800L GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan Handphone. ATCommand adalah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT. AT+Command adalah sebuah kumpulan perintah yang digabungkan dengan karakter lain setelah karakter „AT“ yang biasanya digunakan pada komunikasi serial. Dalam penelitian ini ATcommand digunakan untuk mengatur atau memberi perintah modul GSM/CDMA. Perintah ATCommand dimulai dengan karakter “AT” atau “at” dan diakhiri dengan kode (0x0d). (Faishal,dkk, 2018)



**Gambar 2.8 Modem GSM SIM800L**

*Sumber:Febi, 2018*



Fitur-fitur dari SIM800L GSM/GPRS adalah sebagai berikut :

1. Quad-band 850/900/1800/1900MHz
2. Terhubung dengan jaringan GSM global menggunakan 2G SIM (Telkomsel, Indosat, Three)
3. Voice call dengan external 8 speaker dan electret microphone.
4. Kirim dan terima SMS.
5. Kirim dan terima GPRS data (TCP/IP, HTTP, etc.)
6. GPIO ports, misalnya untuk buzzer dan vibrational motor.
7. AT command interface dengan deteksi "auto baud".
8. RTC didukung dengan super kapasitor
9. Power On/Off dan fungsi reset yang didukung oleh arduino
10. Power supply SIM800L GSM/GPRS adalah 3,4 ~ 4,4 volt

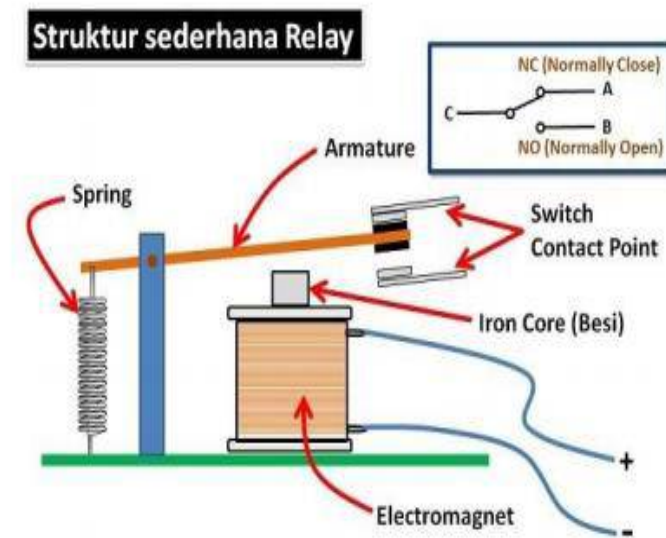
Sebuah modem GSM terdiri dari beberapa bagian, di antaranya adalah lampu indikator, terminal daya, terminal kabel ke komputer, antena dan untuk meletakkan kartu SIM.

## 2.7 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari dua bagian utama yakni electromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Relay menggunakan elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. (Muhammad saleh, 2017)

Pada dasarnya, relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

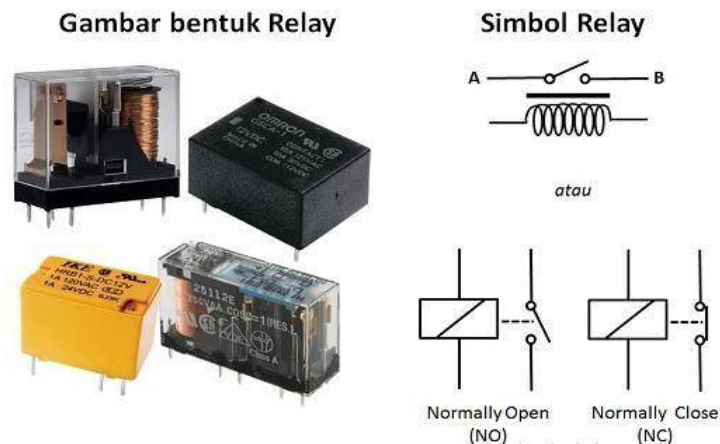
1. Elektromagnetik (coil)
2. Armature
3. Switch kontak point (saklar)
4. Spring



**Gambar 2.9 Struktur Sederhana Relay**

*Sumber: Muhammad Saleh, 2017*

Relay berfungsi sebagai saklar (*switch*) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan saklar mekanik. Saklar mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan sehingga akan timbul medan magnet untuk menarik saklar tersebut. (Muhammad Faiz Abdurrahman Hanur, 2016)



**Gambar 2.10 Bentuk dan Simbol Relay**

*Sumber: Muhammad Faiz Abdurrahman Hanur, 2016*

Kontak poin (Contact Point) relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

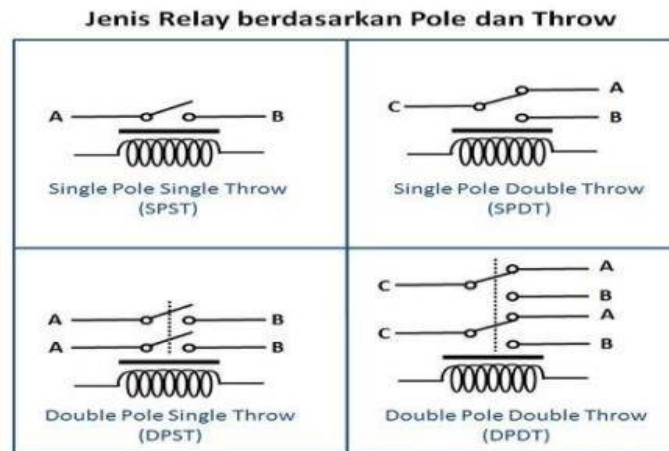
- a. Normally close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- b. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Menurut jurnal Helmi guntoro ( 2013) dalam penelitiannya, menggunakan 2 led berwarna kuning dan merah yang terhubung dengan masing-masing relay. Dari hasil pengujian membuktikan led warna kuning ON pada *Normally Open* dan led merah On pada saat *Normally Close*.

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 dan throw :

- a. Single Pole Single Throw (SPST) : relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminal lagi untuk coil.

- b. Single Pole Double Throw (SPDT) : relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminal untuk coil
- c. 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.
- d. 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.



**Gambar 2.11 Jenis Relay Berdasarkan Pole dan Throw**

*Sumber: Muhammad Saleh, 2017*

### 2.7.1 Prinsip Kerja Relay

Kontak Normally Open akan membuka ketika tidak ada arus mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau diberi tenaga. Kontak Normally Close akan tertutup apabila kumparan tidak diberi tenaga dan

membuka ketika kumparan diberi daya. Masing-masing kontak biasanya digambarkan sebagai kontak yang tampak dengan kumparan tidak diberi tenaga atau daya. Secara prinsip kerja dari sebuah relay ketika coil mendapat energi listrik, akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas dan kontak akan menutup. ( *Muhammad Faiz Abdurrahman Hanur, 2016* )

### **2.7.2 Fungsi dan Aplikasi Relay**

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.
4. Relay digunakan untuk melindungi komponen yang terhubung dengannya jika ada hubung singkat (Short).

Salah satu fungsi relay yang diaplikasikan pada penelitian yang dilakukan oleh Munik (2017) adalah dengan menjalankan fungsi logika, pada saat relay dalam kondisi 0 maka lampu indikator on sistem tidak menyala dan saat relay dalam kondisi 1, maka lampu indikator on sistem akan menyala.

### **2.8 Modul Step Down DC LM2596**

IC LM2596 adalah sirkuit terpadu/integrated circuit yang berfungsi sebagai step down atau penurun tegangan DC *regulator* dengan *current rating* 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompok dalam dua kelompok yaitu

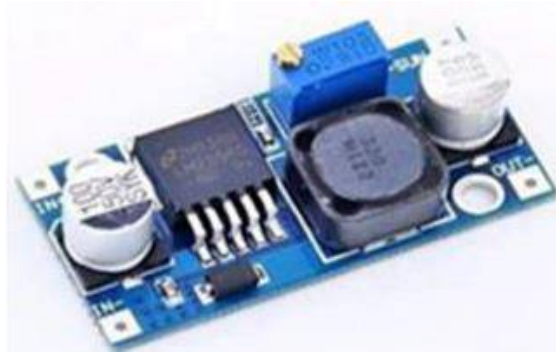
versis adjustable yang tegangan keluarannya dapat diatur dan versi fixed voltage output yang tegangannya keluarannya sudah tetap. (Sheila, 2016)

Seringkali dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan. Modul step down DC to DC LM2596 ini membantu untuk menurunkan tegangan ke tegangan yang lebih rendah. (Arifianto Deni,2015)

Spesifikasi dari Modul Step Down DC LM2596 :

1. Input voltage : DC 3V - 40V
2. Output voltage: DC 1.5V - 35V (tegangan output harus lebih rendah dengan selisih minimal 1.5 V)
3. Arus max : 3 A
4. Ukuran board : 42 mm x 20 mm x 14 mm
5. Frekuensi internal osilator sebesar 150 kHz

Modul regulator penurun tegangan ini menggunakan bahan solid kapasitor dan PCB berkualitas untuk menjamin kualitas tegangan yang dibutuhkan. Modul ini memiliki 4 pin, 2 pin input DC dikiri dan 2 pin output DC di kanan. Untuk menyesuaikan tegangan cukup dengan memutar potensio yang ada pada board. Pada tanda input dan output, serta polaritas positif dan negatif jangan sampai terbalik karena akan merusak modul. (Arifianto Deni,2015)



**Gambar 2.12 DC Converter LM2596**

*Sumber: Febi Lutfi, 2018*

## 2.9 Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan frekuensi yang dapat dihubungkan melalui arduino ataupun *platform opensource* lainnya (*Didik notosudjono,2018*).



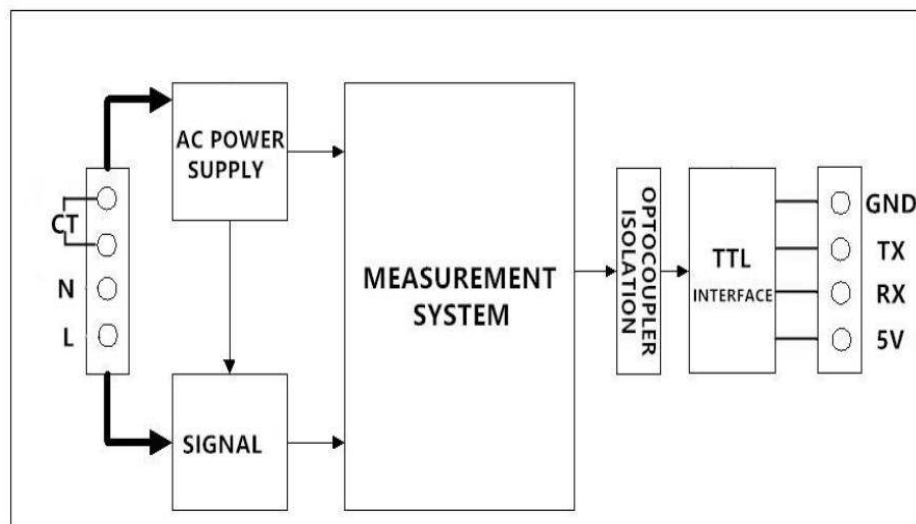
**Gambar 2.13 Sensor PZEM-004T**

*Sumber : Fatoni dkk, 2017*

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. Pada

PZEM-004T yang menggunakan Current Transformer model split core memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaannya karena bisa langsung dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kabel listrik tersebut. Menurut penelitian Hartono (2018), hasil pengukuran dari PZEM terhadap konsumsi energi rumah tangga memiliki tingkat akurasi yang baik dengan nilai eror yang kecil baik dalam nilai tegangan, arus, dan daya (*hartono,2018*).

Menurut jurnal Andi wawan, dalam penelitiannya mengukur hasil besaran listrik menggunakan PZEM-004T dapat dilakukan secara real time dengan menampilkan besaran arus, tegangan, daya dan akumulasi pemakaian energi dengan simpangan alat ukur rancangan dibandingkan dengan alat ukur standard adalah sebesar 0,34% untuk tegangan, 0,43%, untuk arus, 0,82% daya nyata 4,11%.

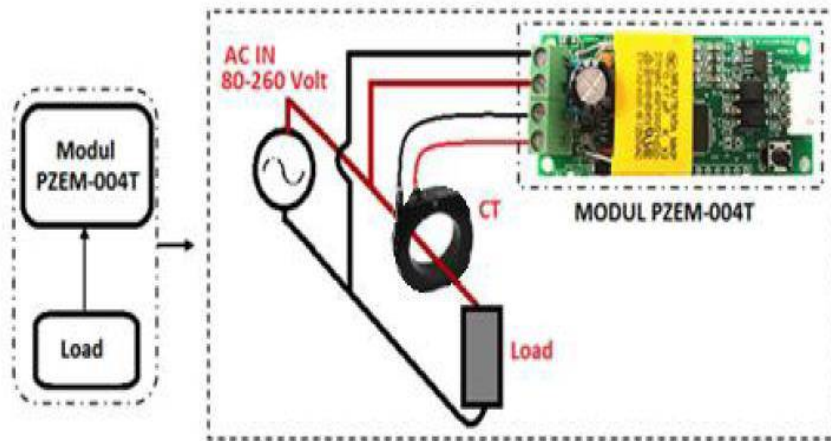


**Gambar 2.14 Blok Diagram PZEM-004T 100A**

*Sumber : Andi dkk, 2018*



Konfigurasi arduino dengan modul sensor PZEM-004T terhubung melalui jalur komunikasi serial pin Tx dan Rx dari arduino. data hasil pengukuran sensor PZEM-004T dikirim dalam format hexadecimal (Andi wawan, 2018).



**Gambar 2.15 Konfigurasi Sensor Pzem-004T dengan Beban**

*Sumber : Andi dkk, 2018*

Berikut adalah fitur atau spesifikasi dari modul PZEM-004T :

1. Fungsi pengukuran (tegangan, arus, frkuensi, daya aktif).
2. *Power button clear / reset Energy* (PZEM-004T V2.0)
3. *Power-down data storage function (cumulative power down before saving)*
4. Komunikasi Serial TTL
5. Pengukuran *Power / Daya* : 0 ~ 9999kW
6. Pengukuran *Voltage / Tegangan* : 80 ~ 260VAC
7. Mengukur *Frekuensi* : 45 Hz ~ 65 Hz
8. Pengukuran *Current / Arus* : 0 ~ 100A

## **BAB 3**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Pengujian**

Pada pengujian suatu alat sangat diperlukan pemilihan lokasi yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan pengujian alat tersebut. Dalam pengujian alat ini, saya memilih mengujinya di luar ruangan yang berada jalan Marakas No 10.

#### **3.2 Waktu Penelitian**

Dalam Pembuatan alat ini dimulai dari bulan february smapai bulan mei. Dalam menguji alat ini saya melakukan 3 kali percobaan dengan waktu yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk memastikan alat bekerja dengan baik.

#### **3.3 Bahan dan Alat**

Alat dan bahan yang digunakan untuk dapat membangun sistem ini adalah sebagai berikut

1. Genset

Berfungsi sebagai sumber listrik. Besar daya genset yang digunakan pada sistem ini adalah 650 Watt

2. Sensor PZEM-004T

Berfungsi untuk mengukur output tegangan, arus, frekuensi dan daya dari genset.

3. Adaptor 12 V

Berfungsi untuk memberikan catu daya kepada Arduino.

#### 4. Modul Relay

Berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus listrik berdasarkan perintah dari arduino uno

#### 5. Arduino Uno

Berfungsi menerima masukan dari sensor PZEM serta mengelola data masukan tersebut kemudian dikirim ke android melalui SIM800L. Dan berfungsi mengendalikan beban, dengan cara menghidup matikan relay

#### 6. Modul SIM800L

Mengirim dan menerima data dari arduino uno ke *handphone android* melalui internet. Dan begitu juga sebaliknya mengirim dan menerima data dari internet ke arduino uno.

#### 7. Internet

Berfungsi sebagai media komunikasi modem GSM *SIM800L* ke android.

#### 8. Modul Step Down DC LM2596

Berfungsi untuk menurunkan tegangan 12V menjadi 5V. Catu daya digunakan pada PZEM dan Relay

#### 9. Lampu

Berfungsi sebagai indikator peralatan yang dapat dikendalikan. Beban yang digunakan pada sistem ini adalah 6 buah lampu. Daya setiap lampu berbeda-beda yaitu lampu 40 watt 1 buah, 60 watt 2 buah, 100 watt, dan 200 watt 2 buah.

### 3.4 Spesifikasi Genset

Adapun spesifikasi genset yang digunakan pada rancangan alat ini adalah sebagai berikut:

Merk Genset	: Birla Ecogen
Nilai Tegangan	: 220 V
Nilai Frekuensi	: 50Hz
Nilai Daya	: 650 Watt
Fase	: 1
Faktor Daya	: 1,0
DC Output	: 12 V, 10 A
Berat Bersih	: 18 Kg
Dimensi	: 37,5 x 31,5 x 32,5 cm

### 3.5 Metode Penulisan dan Pengumpulan Data

Tugas akhir ini disusun dengan studi langsung pada objek di lapangan dan tanya jawab dengan orang-orang yang pernah membuat alat ini sebelumnya. Pengumpulan data yang dilakukan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

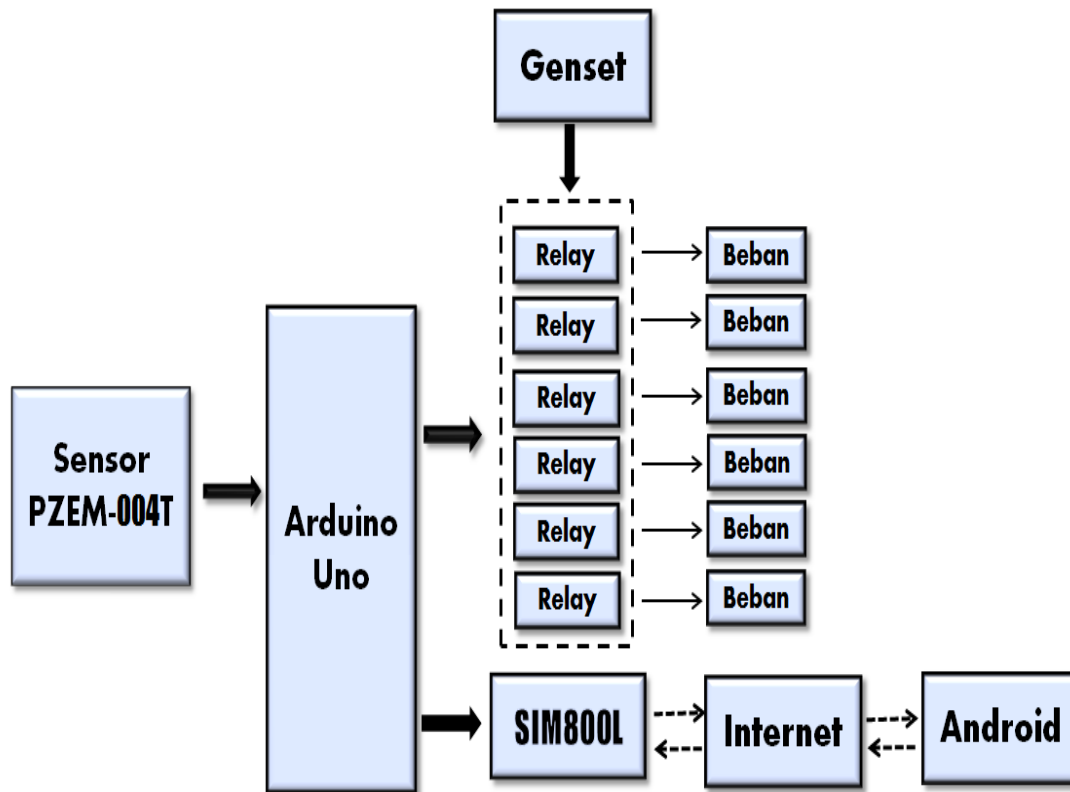
1. Mengadakan studi literatur dan pustaka yang meliputi :
  - a. Pencarian data-data yang dapat disajikan sebagai *referensi* seperti jurnal, artikel dan skripsi
  - b. Mempelajari berbagai jenis buku dan *web* mengenai teori-teori tentang rangkaian dan sistem mekanik yang digunakan.
2. Bertukar ide dan *referensi* dengan rekan program studi elektro.

3. Bimbingan dan diskusi dengan dosen pembimbing serta sumber-sumber lain yang dapat dijadikan sebagai acuan dan perbandingan dalam merancang alat ini serta uji coba pada alat.

### **3.6 Perancangan Diagram Blok**

Untuk memudahkan pembuatan sistem ini maka digunakan diagram blok sebagai langkah awal pembuatan sistem. Diagram blok menggambarkan secara umum rangkaian secara keseluruhan,

Diagram Blok merupakan pernyataan hubungan yang berurutan dari satu atau lebih komponen yang memiliki satu kesatuan tersendiri, dan setiap blok komponen mempengaruhi komponen lainnya. Dengan blok diagram, kita dapat menganalisa cara kerja rangkaian dan perancangan *hardware* yang dibuat secara umum. Untuk setiap blok dihubungkan dengan satu garis yang menunjukkan arah kerja dari setiap blok yang bersangkutan. Diagram blok secara keseluruhan dapat dilihat dari gambar 3.1.

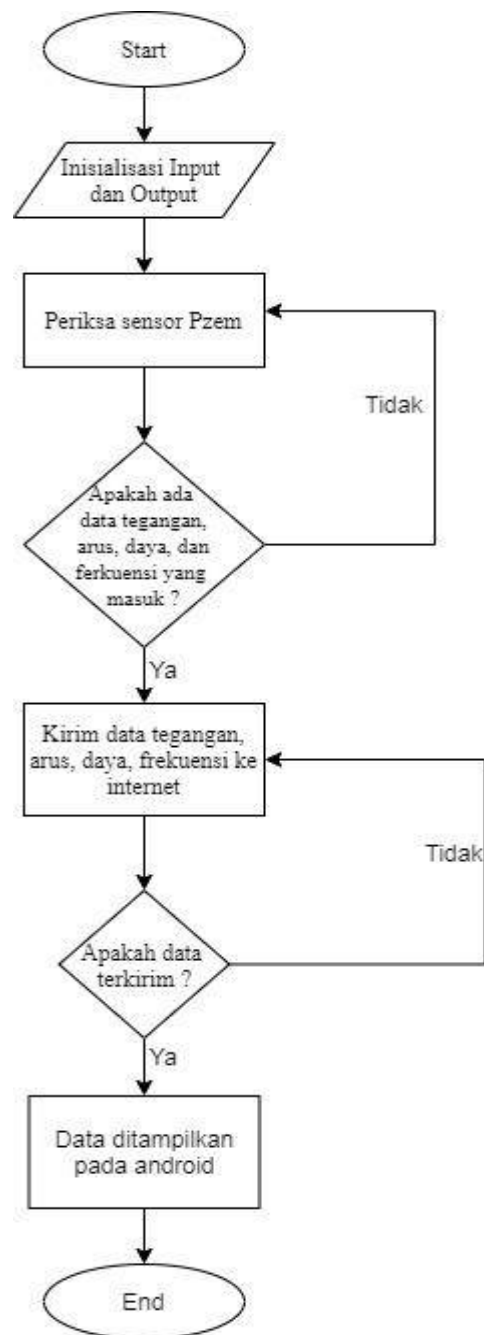


**Gambar 3.1 Blok Digram Sistem**

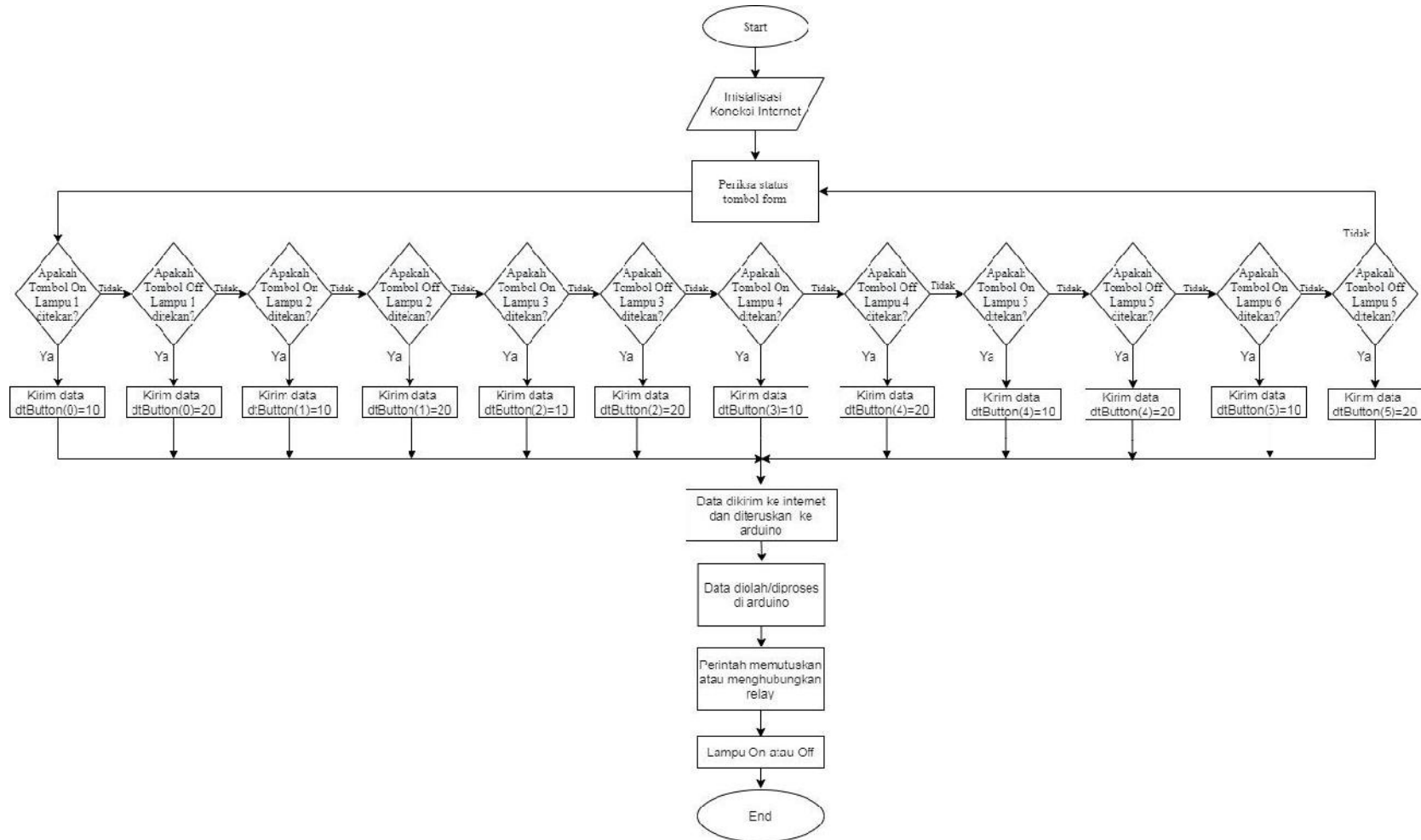
*Sumber : Penulis, 2020*

### 3.7 Flowchart Sistem

*Flowchart* merupakan suatu bagan yang menunjukkan alur kerja atau apa yang sedang dikerjakan didalam sistem secara keseluruhan dan menjelaskan urutan dari prosedur-prosedur yang ada di dalam sistem. *Flowchart* dalam sistem ini dibagi 2 yaitu *Flowchart* monitoring generator yang dapat dilihat pada gambar 3.2 dan *Flowchart* kendali beban generator yang dapat dilihat pada gambar 3.3.



**Gambar 3.2** *Flowchart* Monitoring Sistem  
*Sumber : Penulis, 2020*



**Gambar 3.3 Flowchart Kendali Sistem**  
 Sumber : Penulis, 2020



Penjelasan flowchart monitoring pada gambar 3.2 adalah dengan memulai pengolahan input dan output sudah keadaan aktif/terhubung. Kemudian arduino memeriksa data masukan dari sensor PZEM, Apakah ada data tegangan, arus, frekuensi dan daya yang masuk atau tidak ada. Jika ada data yang masuk dari PZEM, maka arduino akan mengirim data tersebut ke internet melalui bantuan SIM800L. Kemudian data yang dikirim ke internet akan dikirim ke android untuk ditampilkan. Tetapi jika tidak ada data yang masuk dari PZEM maka arduino kembali memberi perintah untuk memeriksa masukan PZEM.

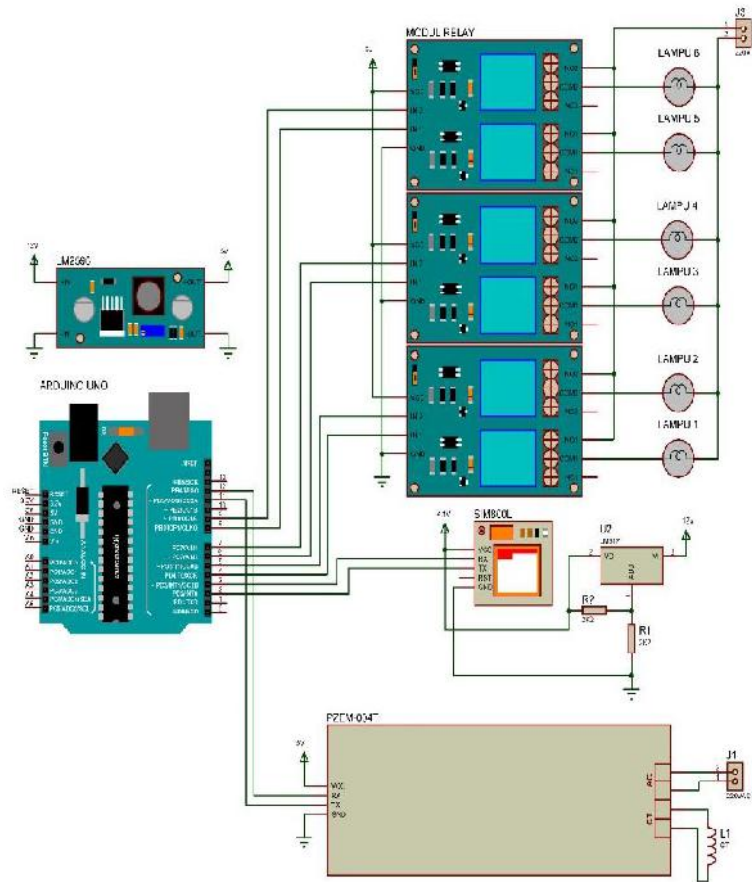
Penjelasan flowchart kendali pada gambar 3.3 adalah memulai pengolahan aplikasi telah terhubung dengan internet. Setelah terhubung kemudian sistem aplikasi akan memeriksa status tombol form. Tombol form adalah tombol-tombol yang ada pada tampilan aplikasi. Jika salah satu tombol yang ada di form ditekan maka sistem aplikasi akan mengirim kode data ke internet, contohnya lampu 1 tombol *On* ditekan, maka sistem akan mengirim data `dtButton(0)=10`. Setelah kode data terkirim, internet akan meneruskan kode tersebut ke arduino dengan bantuan SIM800L. Kemudian data yang diterima akan diolah dan diproses oleh arduino. Arduino akan mengirim perintah menghubungkan atau memutuskan relay yang terhubung dengan lampu. Tetapi jika tidak ada tombol yang ditekan maka sistem akan memeriksa kembali tombol form.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Adapun rangkaian alat keseluruhan dari perancangan sistem ini terdiri dari beberapa bagian rangkaian sistem, yaitu rangkaian PZEM-004T, rangkaian relay, dan rangkaian beban. Rangkaian keseluruhan sistem dapat dilihat pada gambar 4.1.



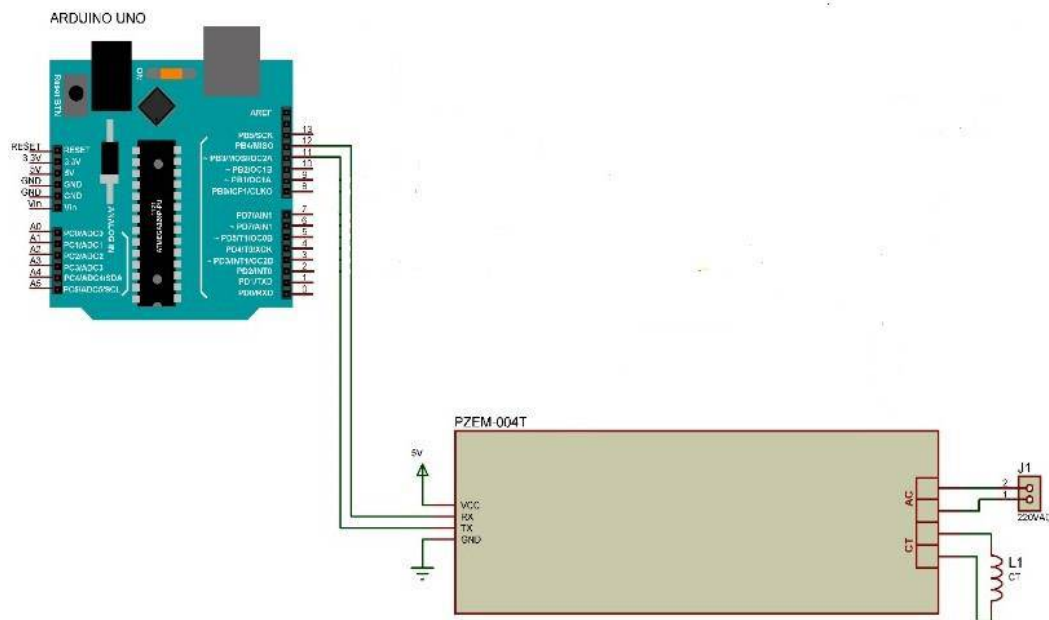
**Gambar 4.1 Rangkaian Keseluruhan Sistem**

*Sumber : Penulis, 2020*

#### 4.1.1 Blok Rangkaian PZEM-004T

Rangkaian PZEM-004T terdiri dari buah modul PZEM-004T dan 1 buah tranfo CT. Trafo CT ini terhubung ke terminal CT sensor PZEM-004T. Sensor PZEM-004T ini memiliki 4 buah pin yaitu pin VCC, GND, RX, TX. Pin VCC terhubung dengan catu daya 5 V, pin ground terhubung dengan ground rangkaian. Pin RX terhubung ke pin 12 arduino, sedangkan pin TX terhubung dengan ke pin 11 arduino. Rangkaian PZEM-004T dapat dilihat pada gambar 4.2.

Rangkaian ini berfungsi untuk mengukur arus, tegangan, daya dan frekuensi dari keluaran genset. Lingkaran CT pada rangkaian PZEM-004T berfungsi untuk mengukur arus dari sumber listrik yang melewatinya. Kemudian hasil pengukuran tegangan, arus, daya dan frekuensi tersebut akan dikirim dan diolah oleh arduino.

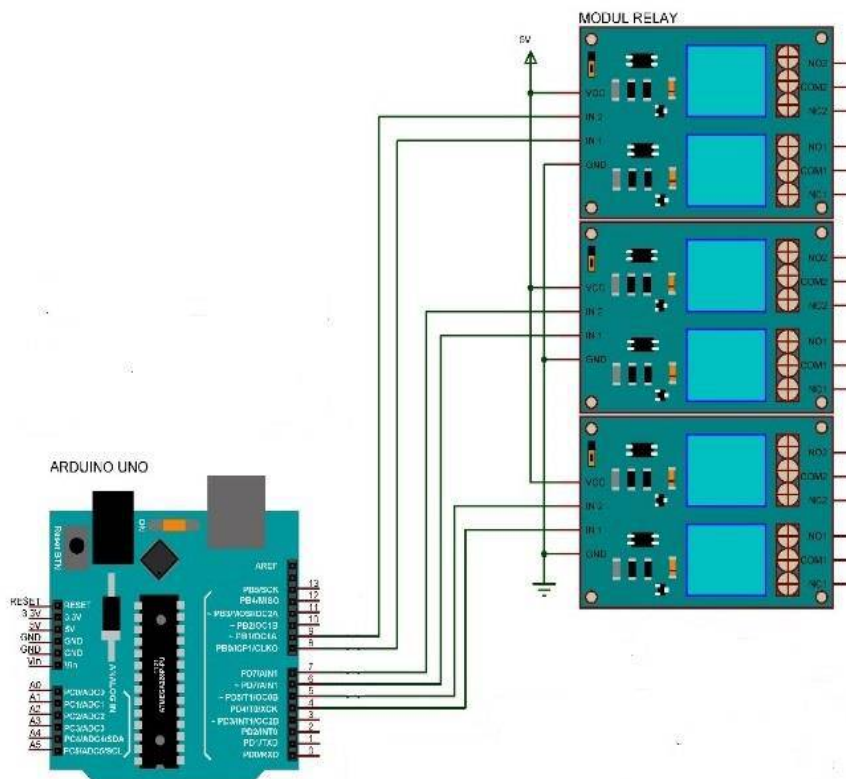


**Gambar 4.2 Rangkaian PZEM-004T**

*Sumber : Penulis, 2020*

### 4.1.2 Blok Rangkaian Relay

Rangkaian ini berfungsi memutus dan menghubungkan arus listrik berdasarkan perintah dari arduino uno. Rangkaian ini menggunakan 3 buah modul relay 2 channel. Masing-masing relay akan dihubungkan dengan beban dan arduino. Pin arduino yang terhubung dengan pin input relay adalah pin 4,5,6,7,8 dan 9. Sedangkan pin output relay (COM) dihubungkan ke masing-masing beban (lampu). Rangkaian ini menggunakan catu daya 5 V, untuk lebih jelasnya rangkaian relay dapat dilihat pada gambar 4.3.

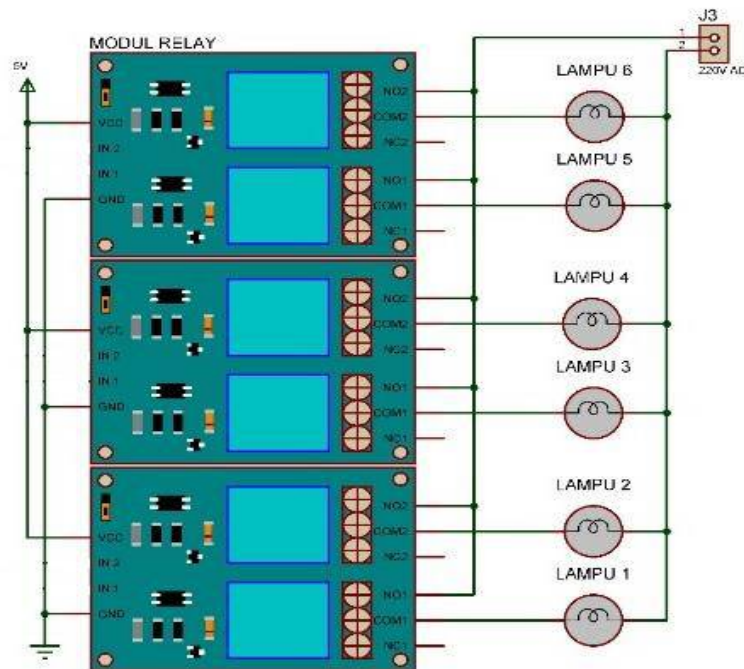


**Gambar 4.3 Rangkaian Relay**

*Sumber : Penulis, 2020*

### 4.1.3 Blok Rangkaian Beban

Rangkaian ini berfungsi sebagai indikator peralatan yang dapat dikendalikan. Pada sistem ini jumlah lampu yang digunakan adalah 6 buah lampu. Rangkaian ini akan dihubungkan dengan Output relay dan sumber listrik (AC), untuk lebih jelasnya rangkaian beban dapat dilihat pada gambar 4.4.

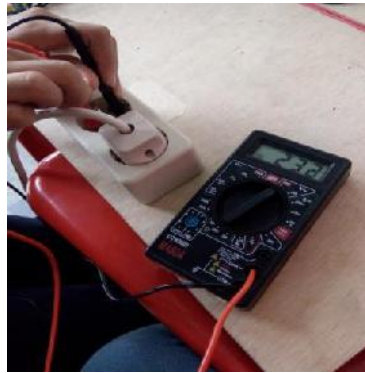


**Gambar 4.4 Rangkaian Lampu**

*Sumber : Penulis, 2020*

## 4.2 Pengujian Alat tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar tahanan keluaran dari genset, catu daya 12 V dan relay sebelum di hubungkan dengan beban.



**Gambar 4.5 Pengukuran Tegangan Genset tanpa Beban**  
*Sumber : Penulis, 2020*



**Gambar 4.6 Pengukuran Relay tanpa Beban**  
*Sumber : Penulis, 2020*



**Gambar 4.7 Pengukuran Tegangan Catu Daya 12 V**  
*Sumber : Penulis, 2020*

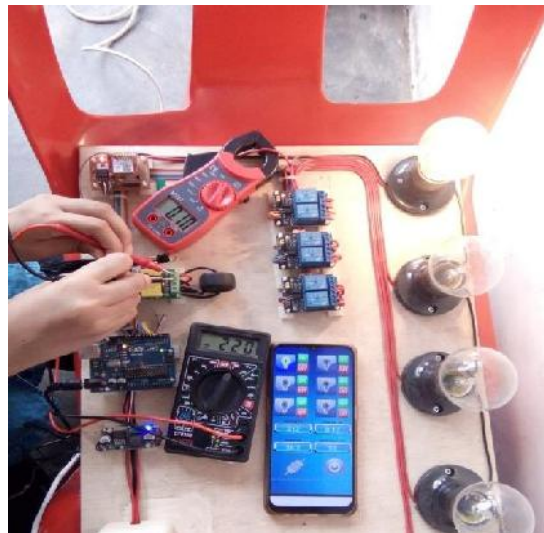
**Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan tanpa Beban**

<b>Tegangan Genset tanpa Beban</b>	<b>Tegangan Relay tanpa Beban</b>	<b>Tegangan Catu Daya</b>
232V	5,08V	12,46V

### 4.3 Pengujian Alat dengan Beban

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar tegangan, arus, daya dan Frekuensi keluaran dari genset. Pengujian dilakukan dengan nilai beban (lampu) yang berbeda-beda mulai dari 40 watt, 60 watt, 100 watt, dan 200 watt.

Hasil pengujian diperoleh dari pengukuran sensor PZEM yang ditampilkan pada *smartphone* dan hasil pengukuran menggunakan alat ukur.



**Gambar 4.8 Pengujian Lampu 40 Watt**  
*Sumber : Penulis, 2020*



**Gambar 4.9 Pengujian Lampu 60 Watt**  
*Sumber : Penulis, 2020*



**Gambar 4.10 Pengujian Lampu 100 Watt**  
*Sumber : Penulis, 2020*





**Gambar 4.11 Pengujian Lampu 200 Watt**  
*Sumber : Penulis, 2020*





**Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Tampilan Smartphone**

No	Pengujian Beban	Gambar Pengujian	Tegangan (V)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)	Daya (W)
1	40 Watt		212	0,17	53	36,2

2	60 Watt		206 V	0,25	52	51,1
3	100 Watt		215	0,44	53	93,4
4	200 Watt		221	0,93	52	205,6

Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian tegangan, arus, daya dan frekuensi keluaran genset yang dibaca oleh sensor PZEM. Hasil nilai frekuensi yang dibaca oleh sensor PZEM rata-rata 52,5 Hz, hasil tersebut sudah tidak sesuai dengan spesifikasi genset yaitu 50 Hz. Dari tabel juga membuktikan bahwa sensor PZEM mampu mengukur daya beban.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian dari Alat Ukur

No	Pengujian Beban	Gambar Pengujian	Tegangan ( V )	Arus ( A )	Daya (W) $P = V \times I$
1	40 Watt		220	0,10	22
2	60 Watt		215	0,17	36,55
3	100 Watt		218	0,40	87,2
4	200 Watt		222	0,85	188,7

Dari tabel 4.3 menunjukkan hasil nilai tegangan dan arus yang diperoleh dari pengukuran menggunakan tang ampere dan voltmeter. Pengukuran Tegangan dilakukan dengan meletakkan probe voltmeter dengan pin AC modul PZEM yang terhubung dengan kabel sumber arus. Dan pengukuran arus dilakukan dengan meletakkan tang amper di kabel antara lampu dan sumber arus. Nilai daya pada tabel diperoleh dari hasil perkalian tegangan dan arus  $P = V \times I$  yang diukur menggunakan alat ukur.

**Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Tampilan *Smartphone* dan Alat Ukur**

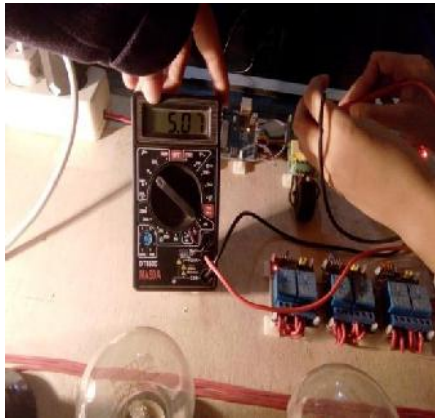
No	Beban (Watt)	Tegangan (V)		Arus (A)		Daya	
		Alat Ukur	Smartphone	Alat Ukur	Smartphone	Alat Ukur	Smartphone
1	40	220	212	0,10	0,17	22,2	36,2
2	60	215	206	0,17	0,25	36,6	51,1
3	100	218	215	0,40	0,44	87,2	93,4
4	200	222	221	0,85	0,93	188,7	205,6

Tabel 4.4 menunjukkan perbandingan nilai pengukuran menggunakan alat ukur dengan sensor PZEM yang ditampilkan pada *smartphone*. Dari hasil tabel terdapat perbedaan nilai daya beban, arus dan tegangan dari pengukuran PZEM dan alat ukur, terutama pada daya beban yang kecil.

Pada tabel juga membuktikan bahwa besar daya beban mempengaruhi nilai tegangan, arus, dan frekuensi yang dihasilkan oleh generator. Nilai tegangannya naik turun ketika diberi daya beban yang semakin besar. Sedangkan nilai arusnya semakin besar saat daya beban semakin besar.

#### 4.4 Pengukuran Tegangan Pada Sensor PZEM-004T

Pada pengukuran PZEM, multimeter diatur pada 20V DC dengan posisi probe merah berada pada pin 5V PZEM sedangkan probe hitam berada pada pin ground PZEM. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui tegangan input PZEM saat berbeban dan tanpa beban.



**Gambar 4.12 Pengukuran Input Sensor PZEM-004T**

*Sumber: Dokumentasi Penulis, 2020*

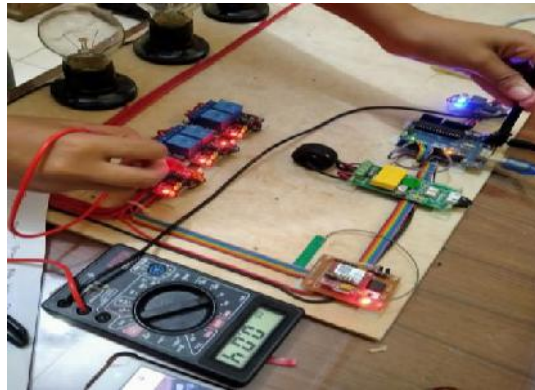
**Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Input Sensor PZEM-004T**

Objek yang Diukur	Tegangan (V)	
	Tanpa Beban	Berbeban
Input Sensor PZEM	5,08	5,07

Dari hasil pengukuran tabel 4.5 dapat diketahui bahwa nilai tegangan input sensor PZEM tidak dipengaruhi oleh ada atau tidak adanya beban yang digunakan.

#### 4.5 Pengukuran Tegangan Input Rangkain Relay Saat On dan Off

Pada pengukuran tegangan input relay, multimeter diatur pada 20V DC dengan posisi probe merah berada pada kabel input relay dan probe hitam dihubungkan dengan tegangan netral arduino yang dapat dilihat pada gambar 4.13.



**Gambar 4.13 Pengukuran Input Relay**  
*Sumber : Dokumentasi Penulis,2020*

**Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Input Rangkaian Relay**

Relay		Tegangan	
		On	Off
Modul Relay 1	Input 1	0,03	5,08
	Input 2	0,04	5,06
Modul Relay 2	Input 1	0,03	5,07
	Input 2	0,03	5,08
Modul Relay 3	Input 1	0,06	5,08
	Input 2	0,05	5,07

Dari hasil pengujian dan pengukuran pada tabel 4.6 dapat dilihat, jika relay dalam kondisi ON tegangan inputnya adalah 0 volt, maka untuk mengaktifkan relay arduino uno harus mengirim logika 0 (*low*). Sedangkan saat relay OFF tegangan inputnya adalah 5 volt, maka arduino akan mengirim logika 1 (*high*). Sehingga dari hasil pengujian ini dapat dikatakan bahwa sistem pada relay ini adalah aktif *low*.

#### 4.6 Pengujian Tampilan Komunikasi pada *Smartphone*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi telah terkoneksi dengan alat atau tidak. Dan juga mengetahui data dari PZEM dapat ditampilkan pada layar *Smartphone*.



**Gambar 4.14 Tampilan *Samrtphone* Tidak Terkoneksi dengan Sistem**  
*Sumber : Dokumentasi Penulis,2020*



**Gambar 4.15 Tampilan *Samrtphone* Terkoneksi dengan Sistem**  
*Sumber : Dokumentasi Penulis,2020*



**Gambar 4.16 Tampilan Smartphone Saat Beban Hidup**  
*Sumber : Dokumentasi Penulis, 2020*



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan :

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap sistem monitoring dan kendali beban generator berbasis *internet of thing* , maka dapat disimpulkan bahwa

1. Sistem ini mampu memonitor tegangan, arus, daya dan frekuensi generator yang di tampilkan pada *smartphone*.
2. Sistem ini mampu mengendalikan *on-off* beban generator melalui *smartphone*.
3. Adanya perbedaan nilai hasil dari pengukuran sensor PZEM dengan alat ukur.
4. Dari hasil pengujian membuktikan bahwa besarnya daya beban dapat mempengaruhi nilai tegangan, arus, dan frekuensi dari keluaran genset.
5. Hasil nilai frekuensi yang dibaca oleh sensor PZEM rata-rata 52,5 Hz, nilai tersebut sudah tidak sesuai spesifikasi genset yaitu 50 Hz.

#### 5.2 Saran

Dari hasil yang telah didapatkan dalam pembuatan proyek ini penulis menemukan beberapa hal untuk perbaikan mutu kinerja sistem yang lebih baik untuk kedepannya.

Oleh karena itu, penulis memberikan beberapa saran untuk kemajuan sistem ini :

1. Pada sistem ini, genset yang dipakai sebagai sumber listrik memiliki nilai tegangan dan frekuensi yang kurang stabil, sebaiknya digunakan genset

yang memiliki tingkat kestabilan yang baik dan sesuai dengan spesifikasi genset

2. Sistem ini menggunakan SIM800L yang jaringannya masih 2G, sehingga pengiriman data secara online masih kurang efektif. Sebaiknya digunakan alat yang memiliki kecepatan jaringan yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Kadir. (2014). *Buku Pintar Pemograman Arduino*. Yogyakarta:
- Alipudin, Asep. (2018). *Rancang Bangun Alat monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet Of Thing* Bogor: Universitas Pakuan.
- Aprilawati, Hidayah. (2007). *Perancangan unit Instalasi Genset di PT Aichi Text Indonesia*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science And Engineering (Vol. 300, No. 1, P. 012067). IOP Publishing.
- Asy'ari, Hasyim dkk. (2012). *Desain Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Untuk Pembangkit PLTB* .Surakarta: Jurnal Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012
- Azzam, Faishal. (2018). *Rancang Bangun Sistem Komunikasi Dua Arah Antara Tamu dan pemilik Rumah Menggunakan Sensor Getar dan Modul GSM*. Jakarta: Akademi Telkom Jakarta
- Bahrin. (2017). *Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno pada Universitas Ichsan Gorontalo*: Universitas Ichsan Gorontalo
- Bandri, S. (2013). *Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kateristik Generator Sinkron*. Padang: Institute Teknologi Padang
- Batubara, Supina. "Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan." *IT Journal Research and Development* 2.1 (2017): 1-11.
- Firdaus, dkk. (2017). *Sistem Kontrol dan Monitoring Genset Melalui Internet* Bandung: Universitas Telkom.
- Guntoro, dkk. (2013). *Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan keyad dan Selonod Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno* Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Fitriani, W., Rahim, R., Oktaviana, B., & Siahaan, A. P. U. (2017). Vernam Encrypted Text in End of File Hiding Steganography Technique. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(7), 214-219.

- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, Pp. 190-195).
- Handoko, Prio. (2017). *Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3*. Tangerang: Universitas Pembangunan Jaya.
- Hariyanto, E., Lubis, S. A., & Sitorus, Z. (2017). Perancangan prototipe helm pengukur kualitas udara. KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer), 1(1).
- Iqbal, M., Siahaan, A. P. U., Purba, N. E., & Purwanto, D. (2017). Prim's Algorithm for Optimizing Fiber Optic Trajectory Planning. *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol*, 3(6), 504-509.
- Ihsanto, Eko. (2014). *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno* Jakarta Barat: Universitas Mercu Buana.
- Indrawan, dkk. (2018). *Pemanfaatan Jaringan Listrik Tegangan Rendah sebagai Media Pembawa Informasi Hasil Pengukuran Besaran Listrik* Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Junaidi, April. (2015). *Internet Of Things, Sejarah, Teknologi dan Penerepannya* Bandung. Universita Widyatama.
- Juniwan , Fransiskus. (2019). *Prototipe Mikrokontroler Multisensor Menggunakan Arduino Uno Berbasis Web sebagai Sistem Keamanan Rumah*. Pangkal Pinang: STMIK Atma Luhur
- MediaKom Simanjuntak, Imelda U.V. (2018). *Studi Hasil Pengukuran Pengaruh Pembebanan Mesin Genset MWM TCC2020V16 Terhadap Kestabilan Engine* Jakarta: Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa Pemanfaatan Sistem Informasi E-Office Pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Dengan Menggunakan Metode Utaut." *Jurnal Teknik dan Informatika* 5.1 (2018): 40-43.
- Putri, Riri. (2016). *Perancangan dan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Laut Menggunakan Sistem Generator DC untuk Pengisian Baterai di Perahu Nelayan*. Bandung: Universitas Telkom.
- Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype File Transfer Protocol Application For LAN And Wi-Fi Communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.

- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Ridwanda, Haditia dkk. (2014). *Sistem Kendali Alat Listrik Berbasis Waktu dengan ATmega8535*. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service Of QFC And SPC Methods In The Process Performance Potential Gain And Customers Value In A Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol*, 9(6), 820-829.
- Santoso, dkk. (2018). *Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi rumah Tangga Berbasis Internet Of Thing* Bandung: politeknik Negeri Bandung
- Saputro, Dwi Aji. (2016). *Pengaruh Kecepatan Putar terhadap Tegangan dan Frekuensi Generator Induksi 1 Fase 6 kutub*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Siagian, P., & Fahreza, F. (2020, February). Rekayasa Penanggulangan Fluktuasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Vehicle To Grid (V2G). In Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) (Vol. 1, No. 1, Pp. 356-361).
- Siagian, P., Syafruddin, H. S., & Tharo, Z. (2020, September). Pengaruh Tekanan Terhadap Inception Partial Discharge Pada Bahan Dielektrik Komposit Dan Non-Komposit. In Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU (Vol. 3, No. 1, Pp. 134-141).
- Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty Of Data Mining For Promoting Education Based On FP-Growth Algorithm
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.
- Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based On Pir And Microcontroller. *International Journal Of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.
- Widianto, Eko. (2019). *Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan Node MCU dan Firebase Berbasis Android*. Semarang: Universitas Diponegoro.

## LISTING PROGRAM

```
//init library
#include <PZEM004Tv30.h>
PZEM004Tv30 pzem(11,12); // init pin PZEM
SoftwareSerial Serial2(2, 3); // init pin SIM800 RX, TX
const int pinLampu[6] = {4,5,6,7,8,9}; //Pin LAMPU

// Status koneksi
enum _parseState {
    PS_DETECT_MSG_TYPE,
    PS_IGNOREING_COMMAND_ECHO,
    PS_HTTPACTION_TYPE,
    PS_HTTPACTION_RESULT,
    PS_HTTPACTION_LENGTH,
    PS_HTTPREAD_LENGTH,
    PS_HTTPREAD_CONTENT
};

enum _actionState {
    AS_IDLE,
    AS_WAITING_FOR_RESPONSE
};

byte actionState = AS_IDLE;
unsigned long lastActionTime = 0;

byte parseState = PS_DETECT_MSG_TYPE;
char buffer[80];
byte pos = 0;
int urut;
int contentLength = 0;
String buffData;
String Pesan;

//var Pzem
float voltage;
float current;
float power;
float frequency;

long tmrSensor;
String dtSend;
String dt;
String buff[10];
bool getOK=false;

void resetBuffer() {
    memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
    pos = 0;
}

// kirim ke Online
void sendGSM(const char* msg, int waitMs = 500, bool gt = false) {
    // SIM800L.println(msg);
}
```

```

if(gt){
    Serial2.print(msg);
    Serial2.print(dtSend);
    Serial2.println("\n");
}else{
    Serial2.println(msg);
}
Serial2.listen();
while(Serial2.available()) {
    parseATText(Serial2.read());
}
delay(waitMs);
}

void setup() {
    Serial.begin(9600); // init baudrate Koneksi Serial
    Serial2.begin(9600); // init baudrate Koneksi SIM800
    for(int i=0;i<6;i++){
        pinMode(pinLampu[i],OUTPUT); // init pin LAmпу
        digitalWrite(pinLampu[i],HIGH); // awalnya matikan semua lampu
    }
    pinMode(pinLed,OUTPUT);
    // Init SIM8000 Stanby ONLINE
    sendGSM("AT+SAPBR=3,1,\"APN\", \"TELKOMSEL\");
    sendGSM("AT+SAPBR=1,1",3000);
    sendGSM("AT+HTTTPINIT");
    sendGSM("AT+HTTTPARA=\"CID\",1");
    Serial.println("START SYSTEM");
}

void loop() {
    if(millis() > tmrSensor + 1000){ // baca sensor dan tampilkan ke lcd tiap detik
        tmrSensor = millis();
        // ambil data dari PZZEM
        voltage = pzem.voltage();
        current = pzem.current();
        power = pzem.power();
        frequency = pzem.frequency();

        // buat fomat untuk kirim data ke online
        dtSend = String(voltage,0) + ","; //V
        dtSend += String(current,2) + ","; //I
        dtSend += String(power,1) + ","; //P
        dtSend += String(frequency,0) + ","; //F

        // Cek status beban
        for(int ij=0;ij<6;ij++){
            if(digitalRead(pinLampu[ij]) == 0) dtSend += ",10"; else dtSend += ",20";
        }
        Serial.println("SEND:" + dtSend);
    }
    GoOnline(); // proses kirim data ke online
}

// proses kirim data ke online

```

```

void GoOnline(){
    unsigned long now = millis();
    if ( actionState == AS_IDLE ) { // boleh kirim jika status IDLE
        if ( now > lastActionTime + 3000 ) { // kirim ke online tiap 3000 millisecond
            Serial.println("GO GO");
            sendGSM("AT+HTTTPARA=\"URL\", \"http://nt-
kreatif.com/iot/ard.php?id=1001&data=",500,true);
            sendGSM("AT+HTTPACTION=0");
            lastActionTime = now;
            actionState = AS_WAITING_FOR_RESPONSE;
            getOK = false;
            digitalWrite(pinLed,LOW);
        }
    }
    Serial2.listen(); // komunikasi fokus ke SIM800
    while(Serial2.available()) { // jika ada data masuk dari SIM800
        lastActionTime = now;
        parseATText(Serial2.read()); // terima semua data dari SIM800
    }
}

// proses respon dari SIM800
void parseATText(byte b) {
    buffer[pos++] = b;
    if ( pos >= sizeof(buffer) )
        resetBuffer(); // just to be safe
    switch (parseState) {
        case PS_DETECT_MSG_TYPE: // cek type respon yg masuk
        {
            if ( b == '\n' )
                resetBuffer();
            else {
                if ( pos == 3 && strcmp(buffer, "AT+") == 0 ) { // abaikan jika command AT
                    parseState = PS_IGNOREING_COMMAND_ECHO;
                }
                else if ( b == ':' ) {
                    if ( strcmp(buffer, "+HTTPACTION:") == 0 ) { // respon status
                        Serial.println("Received HTTPACTION");
                        parseState = PS_HTTPACTION_TYPE;
                    }
                    else if ( strcmp(buffer, "+HTTPREAD:") == 0 ) { // respon status balasan
dari online
                        Serial.println("Received HTTPREAD");
                        parseState = PS_HTTPREAD_LENGTH;
                    }
                }
                resetBuffer();
            }
        }
    }
    break;

    case PS_IGNOREING_COMMAND_ECHO: // abaikan respon
    {
        if ( b == '\n' ) {
            Serial.print("Ignoring echo: ");

```



```

        Serial.println(buffer);
        parseState = PS_DETECT_MSG_TYPE;
        resetBuffer();
    }
}
break;

case PS_HTTPACTION_TYPE: // tampilkan jenis respon
{
    if ( b == ',' ) {
        Serial.print("HTTPACTION type is ");
        Serial.println(buffer);
        parseState = PS_HTTPACTION_RESULT;
        resetBuffer();
    }
}
break;

case PS_HTTPACTION_RESULT: // status berhasil atau tidaknya pengiriman data
{
    if ( b == ',' ) {
        Serial.print("HTTPACTION result is ");
        Serial.println(buffer);
        String dts = buffer;
        if(dts == "200,") {
            getOK = true;
            //Serial.println("Read Sukses");
            digitalWrite(pinLed,HIGH);
        }else{
            digitalWrite(pinLed,LOW);
            //Serial.println("Read Error");
            getOK = false;
        }
        parseState = PS_HTTPACTION_LENGTH;
        resetBuffer();
    }
}
break;

case PS_HTTPACTION_LENGTH: // jumlah data respon
{
    if ( b == '\n' ) {
        Serial.print("HTTPACTION length is ");
        Serial.println(buffer);

        // now request content
        Serial2.print("AT+HTTPREAD=0,");
        Serial2.println(buffer);

        parseState = PS_DETECT_MSG_TYPE;
        resetBuffer();
    }
}
break;

```

```

case PS_HTTPREAD_LENGTH: // jumlah data respon
{
    if ( b == '\n' ) {
        contentLength = atoi(buffer);
        Serial.print("HTTPREAD length is ");
        Serial.println(contentLength);
        parseState = PS_HTTPREAD_CONTENT;
        resetBuffer();
        buffData = "";
    }
}
break;

case PS_HTTPREAD_CONTENT: // data respon dari online
{
    Serial.write(b);
    buffData+= char(b);
    contentLength--;
    if ( contentLength <= 0 ) { // ulangi hingga semua data
        parseState = PS_DETECT_MSG_TYPE;
        resetBuffer();
        if(buffData.indexOf("ERROR") > 0){ // cek apakah proses error atau tidak
            Serial.println("DATA ERROR");
        }else{
            int len = buffData.length();
            Pesan = buffData.substring(1,len-1); // ambil isi data respon
            Pesan += ",";
            Serial.print("DATA BARU:");
            Serial.println(Pesan);
            if(Pesan.length() > 5) { // jika jumpah pesan valid
                SplitData(Pesan); // proses isi pesan
            }
        }
        actionState = AS_IDLE; // buat status jadi IDLE
    }
}
break;
}

// proses isi pesan balasan dari online
bool SplitData(String text){
    bool rtn = false;
    byte addr;
    Serial.println();
    Serial.print("Split Data:");
    Serial.println(text);
    addr = 0;
    clearBuffData(); // hapus dulu buffer datanya
    for ( int i = 0;i<text.length();i++){ // ulangi hingga semua data
        if (text.charAt(i) == ',') { // jika terdeteksi pemisah data
            buff[addr]= dt; // simpan ke buffer
            addr++;
            dt = "";
        }else{

```

```

        dt = dt + text.charAt(i);
    }
}
// proses pengolahan data masuk
Serial.println(addr);
for (int i=0;i<addr;i++){
    Serial.print(String(i) + ":");
    Serial.println(buff[i]);
    if (i < 6){ // baca hasil data dan sesuaikan dengan kondisi lampu
        // jika isi data 10 maka hidupkan lampu, jika isi data 20 maka matikan lampu
        if(buff[i] == "10") digitalWrite(pinLampu[i],LOW); else
digitalWrite(pinLampu[i],HIGH);
    }
}
if(addr == 6) rtn = true; // jika jumlah data sesuai maka kirim status berhasil
return rtn;
}

// hapus buffer data
void clearBuffData(){
    for ( int i = 0;i< 10;i++){
        buff[i]="";
    }
}
}

```