

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Bengkel Instalasi Listrik Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan di gedung IDB Raden Adjeng Kartini Lt. 10 Universitas Negeri Jakarta. Perancangan serta pembuatan maket panel kontrol, maket beban dan perakitan *wind turbine* dilakukan di Bengkel Instalasi Listrik dan di rumah pribadi. Penelitian dilaksanakan pada November 2015-Desember 2015.

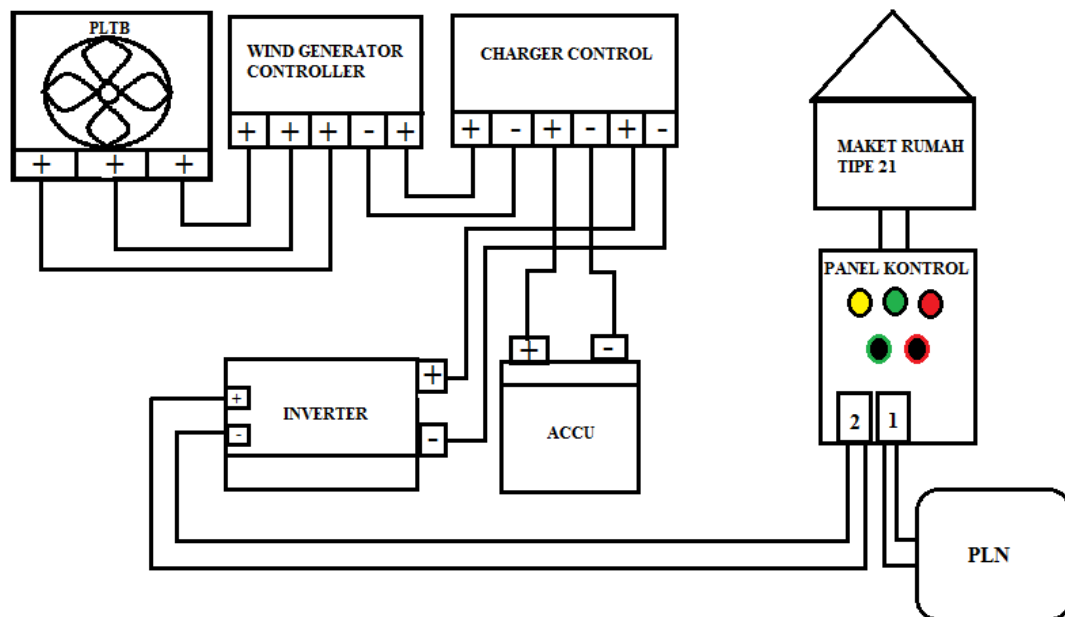
#### **3.2. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan untuk membuat alat ini yaitu menggunakan metode R&D (*Research and Development*) penelitian dan pengembangan, yaitu untuk menghasilkan alat dan menguji keefektifan alat tersebut kemudian melakukan uji program untuk menerapkannya pada sistem rangkaian kendali sederhana yang terintegrasi. Penelitian dilakukan dengan membuat alat yang dimulai dengan perancangan alat terlebih dahulu yang akan dibahas pada bagian rancangan penelitian, selanjutnya dilakukan pembuatan alat berdasarkan perancangan yang dibuat dan dilanjutkan dengan pengujian alat.

#### **3.3. Rancangan Penelitian**

Dikarenakan penelitian merupakan pembuatan alat, maka dilakukan perancangan alat terlebih dahulu. Sesuai dengan tujuan dan maksud pembuatan alat yang telah

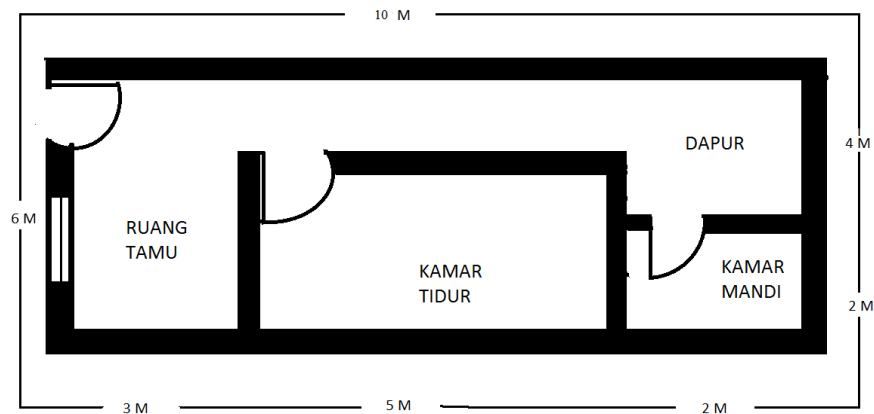
dijabarkan pada bab sebelumnya maka langkah yang dilakukan selanjutnya juga didasari oleh hal tersebut. Gambar 3.1 berikut ini merupakan skema rancangan pembangkit listrik *hybrid* PLN – PLTB.



**Gambar 3.1. Skema Rancang Bangun Instalasi Hybrid PLN- PLTB**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

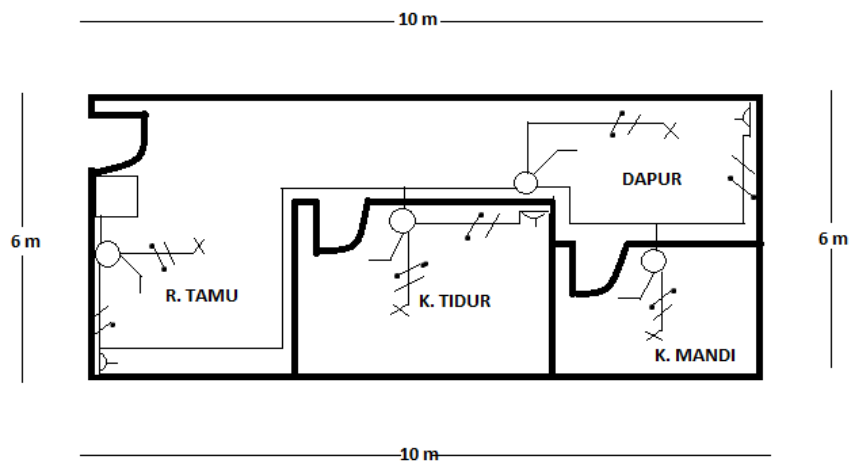
Langkah awal dalam perancangan alat adalah dengan membuat sketsa awal bentuk alat yang akan dibuat. Alat sistem hybrid ini dibuat dengan menggunakan maket rumah tinggal. Maket berupa rumah tinggal yang dibuat yaitu maket rumah tinggal tipe 21 dengan ukuran 6 m x 3,5 m dan dibuat dengan triplek tebal dengan skala 1 : 10 sehingga ukuran maket rumah 60 cm x 48 cm. Denah rumah tinggal dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 3.2. Denah Rumah Pada Maket**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Dari maket rumah tinggal tipe 21 tersebut ditentukan jumlah beban listrik yang sesuai dengan kebutuhan umum suatu rumah tinggal dengan membuat instalasi listrik baik penerangan maupun beban stop kontaknya. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut.



**Gambar 3.3. Instalasi Litrik pada Maket**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Langkah selanjutnya yaitu dengan melakukan perhitungan dan perencanaan alat maupun komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat. Penentuan kisaran kapasitas beban yang nantinya akan digunakan dalam alat dilakukan terlebih dahulu.

### **3.4. Pembuatan Prototipe**

#### **3.4.1. Maket Beban**

Sesuai dengan perencanaan penelitian yang dijabarkan sebelumnya, penelitian pun dilakukan sesuai dengan yang diperkirakan pada sub bab Perencanaan Penelitian. Dikarenakan perencanaan pembuatan instalasi rumah menggunakan prototipe rumah tipe 21 yaitu berarti dengan ukuran 60 cm x 48 cm, maka hal ini menunjukkan bahwa proses pembuatan alat *hybrid* diawali dengan pembuatan maket.

Pembuatan maket ditujukan sebagai simulasi instalasi listrik sebuah rumah dikarenakan ketidak mungkinan pembuatan alat ini menggunakan sistem instalasi listrik sebuah rumah yang sebenarnya. Selain itu juga pembuatan alat ini bertujuan untuk lebih memudahkan penelitian bagaimana sebuah prototipe yang dapat dijadikan sebagai alat simulasi dan contoh penggunaan instalasi listrik yang dilengkapi dengan sumber listrik *hybrid*.

Pembuatan maket yang ukurannya menyerupai rumah tipe 21, diawali dengan penentuan ukuran maket dengan skala 1 : 10 dari ukuran yang sebenarnya. Jadi, ukuran maket yang dibuat adalah berukuran 60 cm x 48 cm. Maket dibuat dengan menggunakan triplek kayu ringan dengan ketebalan 0,7 cm. Setelah diukur dan

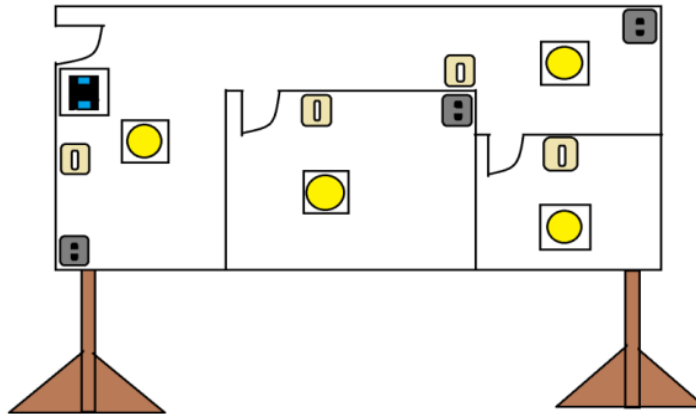
dipotong sesuai ukuran yang diinginkan, triplek diamplas dan dicat sehingga dapat digambar dan digunakan sebagai maket instalasi listrik.

Setelah itu dilakukan penggambaran denah rumah pada triplek dengan menggunakan cat kayu berwarna hitam. Selain itu hal yang juga perlu dilakukan adalah menyiapkan alat-alat untuk melakukan instalasi pada maketnya. Alat-alat yang dipersiapkan diantaranya :

- a. Saklar, dalam maket ini diperlukan empat saklar tunggal untuk satu kamar tidur, kamar mandi, dapur, dan ruang tamu.
- b. Fiting lampu, empat buah *fiting* lampu untuk semua ruangan seperti yang dijelaskan pada bagian saklar.
- c. *Stop* kontak, diperlukan 3 buah *stop* kontak untuk 1 kamar tidur, ruang tamu dan dapur.
- d. Kabel listrik secukupnya, ukuran kabel listrik yang digunakan 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> dan beberapa 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>.
- e. Tempat kabel, digunakan secukupnya sebagai tempat kabel-kabel instalasi yang dipasang agar rapi.
- f. Satu buah MCB untuk satu grup pembagian beban pada maket yang dibuat.

Lalu dilakukan perencanaan titik-titik beban baik lampu, saklar, dan juga *stop* kontaknya sesuai dengan perencanaan instalasi yang telah dibuat. Setelah itu barulah melakukan pemasangan instalasi listrik pada maket rumah. Untuk memudahkan pengujian, maket juga dibuat dengan menggunakan kaki sebagai penopang. Maket

sebagai instalasi rumah yang dijadikan alat simulasi untuk penggunaan pembangkit listrik *hybrid* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.4 pada halaman selanjutnya.



**Gambar 3.4. Maket Beban**  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

#### 3.4.1.1. Beban Yang Digunakan

Untuk menentukan jumlah kebutuhan pada maket ini, maka dibuat rekapitulasi daya instalasi penerangan dan rekapitulasi *stop* kontak yang menggunakan sumber listrik PLTB dalam waktu 1 jam, rekapitulasi penerangan dan beban stop kontak yang digunakan pada instalasi listrik yang menggunakan sumber listrik PLTB dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

**Tabel 3.1. Rekapitulasi Daya Instalasi Penerangan Menggunakan Sumber PLTB**

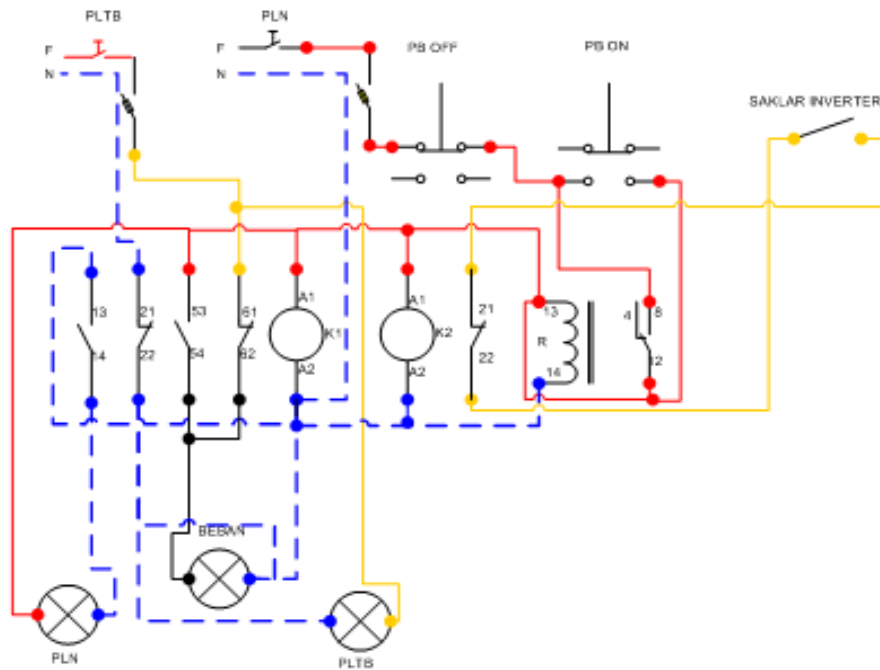
No.	Ruangan	Beban daya Lampu (Watt)	Lama Pemakaian Perhari (Jam)	Watt Hour
1	Kamar Tidur 1	3	1	3
3	R.Tamu	3	1	3
4	Kamar Mandi	3	1	3
5	Dapur	3	1	3
<b>Total</b>				<b>12 Wh</b>

**Tabel 3.2. Rekapitulasi Beban Stop Kontak Menggunakan Sumber PLTB**

No.	Ruangan	Beban daya Stop Kontak (Watt)	Lama Pemakaian (Jam)	Watt Hour
1	Kamar Tidur 1	-	-	-
2	Kamar Tidur 2	-	-	-
3	R.Tamu/R. Keluarga	3,3 w	1	3,3 w
4	Kamar Mandi	-	-	-
5	Dapur	-	-	-
<b>Total</b>				<b>3,3 Wh</b>

### 3.4.2. Maket Panel Kontrol

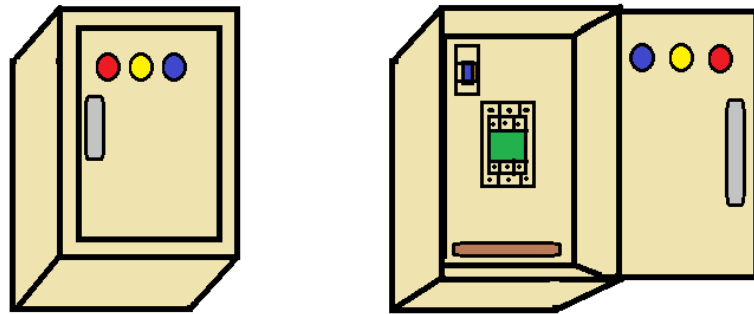
Dalam perancangan pengawatan panel kontrol alat yang digunakan kontaktor Schneider LC1 D09 dan LADN 11, MCB dan lampu LED merah, kuning dan hijau. *Wiring input dan output PLN serta PLTB dapat di lihat pada lampiran.*



**Gambar 3.5. Rancangan Pengawatan (*Wiring*) Panel Kontrol ATS**  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Rancangan kontrol di atas menunjukkan cara kerja panel yang akan digunakan pada panel kontrol otomatis alat ini. Rangkaian kontrol di atas nantinya akan ditempatkan pada sebuah *box* (kotak panel). Kotak panel ini dibuat dari besi plat ringan dengan ukuran yang akan disesuaikan dengan keperluan dari rangkaian kontrol di dalamnya. Desain *box* untuk peletakan rangkaian kontrol dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut.

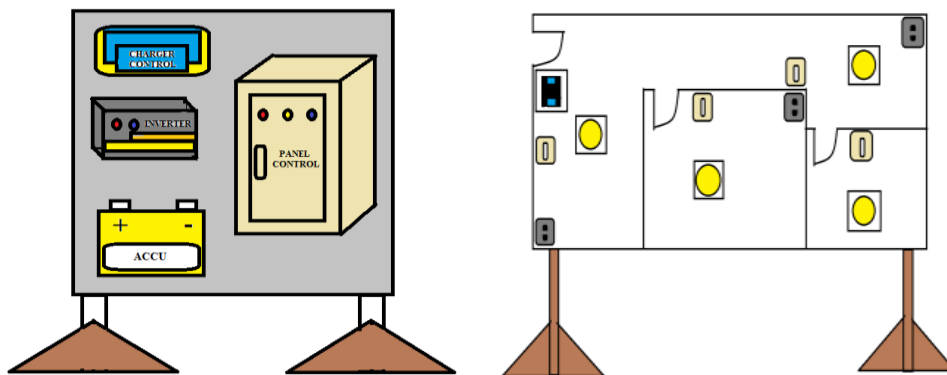




**Gambar 3.6. Box Panel Kontrol**

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Maket beban, maket PLTB (*Accu, Inverter, Charger Controll*) dan juga panel kontrol akan dijadikan satu rangkaian sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Rancangan dari alat yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.



**Gambar 3.7. Rancang Alat**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

### 3.4.3. Desain Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Jenis turbin angin yang digunakan adalah Turbin Angin *Horizontal SF-400 Wind Turbine Generator*, *Rated Power* 400W, *Maximal Power* 600W dan *Rated Voltage* 24V dengan *Rated Wind Speed* 12m/s.

Dimensi Turbin Angin.

- a. Tinggi (h) = 32 m (2m tiang penyangga)
- b. Diameter (D) = 1,25 m
- c. Jumlah Sudu = 5 sudu

Dengan desain turbin angin tersebut maka dapat diperkirakan kecepatan angin yang dibutuhkan untuk daya beban 15,3 watt ialah :

$$w = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \dots\dots\dots(3.1)$$

$$15,3 = \frac{1}{2} \times 1,225 \times (32 \times 1,25) \times v^3$$

$$15,3 = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 40 \times v^3$$

$$15,3 = 24,5 \times v^3$$

$$V^3 = \frac{15,3}{24,5} = 0,62$$

$$V = \sqrt[3]{0,62} = 0,85 \text{ m/s}$$

Kecepatan angin 0,85 m/s akan menghasilkan putaran turbin sebesar :

$$\omega = ( 5,2479v - 0,6859 ) \text{ rpm} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$\omega = ( 5,2479 \times 0,85 - 0,6859 )$$

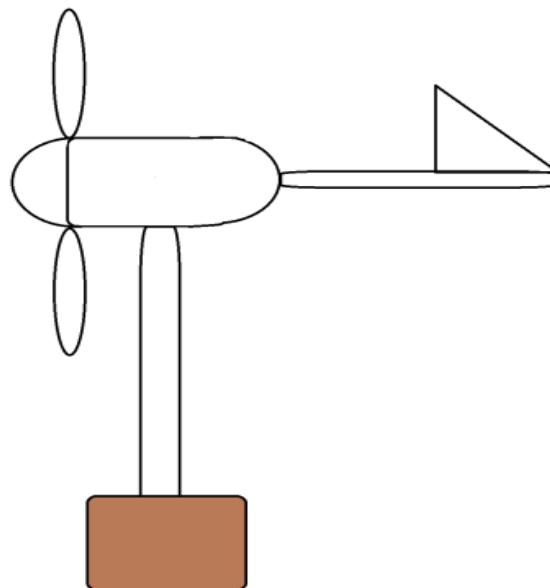
$$\omega = 3,774 \text{ rpm}$$

Maka daya yang di keluarkan turbin angin sebesar :

$$\rho = 0,0043\omega^3 - 0,0677\omega^3 + 2,6831\omega - 10,759 \dots \dots \dots (3.3)$$

$$\rho = 0,0043 (3,774)^3 - 0,0677 (3,774)^3 + 2,6831 (3,774) - 10,759$$

$$\rho = 1,956 \text{ watt}$$



**Gambar 3.8 Wind Turbine Horizontal**

**Sumber :** Dokumentasi pribadi

### 3.5. Penentuan Besar Kapasitas Baterai (*Accu*) yang Diperlukan

Kebutuhan pemakaian kapasitas *accu* mempertimbangkan seberapa besar daya yang dibutuhkan. Disamping itu juga harus memperhitungkan faktor efisiensi *accu* dan pada saat pemakaian *accu* tidak boleh dipakai sampai semua daya habis. Dan pada prototipe alat sistem *hybrid* ini menggunakan *accu* jenis VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*). Selain itu digunakannya *accu* jenis ini dikarenakan bebas perawatan (*maintenance free*) dan ramah lingkungan. Pemilihan *accu* dapat disesuaikan dengan kebutuhan baik jenis maupun kapasitasnya.

- Rekapitulasi kebutuhan daya untuk menyuplai beban selama satu jam.

**Total rekapitulasi penggunaan daya (P total) = 15,3 w**

**Waktu pengujian (t waktu) = 1 jam**

$$\mathbf{P \times t \dots \dots \dots (3.4)}$$

$$= 15,3 \times 1$$

$$= 15,3 \text{ Wh}$$

Jadi aki yang digunakan untuk menyuplai beban selama 1 jam jika PLN mengalami gangguan dan melakukan pemadaman listrik sebesar 15,3 Wh.

Besar kapasitas baterai yang digunakan untuk menyuplai beban selama satu jam (t = 1 jam).

$$\mathbf{I = P / v \dots \dots \dots (3.5)}$$

$$i = 15,3 \text{ Wh} : 12v = 1,27 \text{ A}$$

Ditambah faktor disefisiensi pada baterai sebesar 20%, maka hasil yang di dapat ampere pada *baterai* yaitu:

$$1,27 \text{ A} + 20\% = 1,52 \text{ A} \text{ (maka dibulatkan menjadi 3A)}$$

### 3.6. Besarnya Arus (Ampere) *Charge Controll* yang Dibutuhkan

Ukuran untuk alat pengontrol arus masuk dan keluar dari accu ditentukan dalam satuan Ampere dengan efisiensi setiap *charger controll* sebesar 25%. Maka dapat di simpulkan sebagai berikut.

$$\frac{W}{V(\text{accu})} = I \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\frac{15,3}{12} = 1,3 \text{ A}$$

Dengan ditambah faktor efisiensi sebesar 25% dari kapasitas yaitu :

$$I \times 1,25 \dots\dots\dots(3.7)$$

$$= 1,3 \times 1,25$$

$$= 1,6 \text{ A}$$

### 3.7. Kapasitas Inverter yang Dibutuhkan

*Power inverter* digunakan sebagai *charger* dan juga sebagai pengubah listrik DC (*Direct Current*) dari ACCU menjadi listrik AC (*Alternating Current*) untuk pasokan listrik rumah. Pada pembuatan alat ini digunakan *power inverter* dengan spesifikasi

12-24VDC dengan *output* 220VAC 500 W dengan jenis *waveform* yaitu *modified sine wave*.

### 3.8. Deskripsi Kerja Alat

Alat akan bekerja ketika angin yang berhembus menggerakkan sudu-sudu pada kincir angin dan setiap putaran kincir tersebut akan menggerakkan generator, setiap generator berputar, maka tiap putaran generator akan menghasilkan listrik dengan tegangan yang dihasilkan oleh generator tersebut berupa tegangan AC 3 *phase*. Tegangan yang dihasilkan oleh generator tersebut lalu akan disalurkan ke *wind controller charger* / kiprok. Kiprok ini akan mengubah tegangan yang dihasilkan generator AC akan di ubah menjadi tegangan DC, setelah tegangan diubah menjadi tegangan DC selanjutnya akan di salurkan ke *charger control*. *Charger control* berfungsi untuk mengatur pengisian pada *accu*. Dari *charger control* selanjutnya akan di aliri lagi ke *accu*, *accu* berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang di hasilkan *wind turbine*. Selanjutnya dari *accu* akan disalurkan ke inverter yang berfungsi pengubah tegangan dari DC menjadi AC, sehingga arus listrik bisa masuk ke dalam panel kontrol dan menyuplai beban.

Tegangan yang masuk ke panel kontrol ini akan di kontrol oleh 2 kontaktor, 1 relay. Kontaktor yang digunakan untuk mengontrol kapan PLN *on* dan kapan PLTB *off* atau sebaliknya, menggunakan kontaktor Schneider tipe LC1 D09 dan LADN 11 sebagai kontak tambahan. Dimana sumber utama PLN akan masuk ke MCB 1 phase dan keluaran dari MCB akan dimasukan ke sikring dan diteruskan ke *push bottom* 1

NC (*normally close*) dari push bottom 1 NC di teruskan ke *push bottom* 2 NO yang diteruskan ke kaki relay no.8, lalu kaki relay no.12 akan diteruskan ke koil utama pada relay no.13 yang di jumper ke koil A1 kontaktor 1 dan koil A1 kontaktor 2, dari koil A1 kontaktor 1 di *jumper* ke koil NO 53 kontaktor 1 dimana dari NO 53 kontaktor 1 akan di jumper lagi ke lampu indikator PLN yang berwarna merah. Nol atau netral pada lampu indikator PLN di dapat dari A2 kontaktor 1 yang di input dari sumber utama PLN lalu dari A2 kontaktor 1 akan di *jumper* ke lampu indikator PLN yang berwarna merah.

Sedangkan sumber dari PLTB masuk ke MCB 1 phase dan keluaran dari MCB masuk ke sikring (*fuse*) lalu diteruskan ke koil kontaktor NC 61 kontaktor 1 dan keluaran dari koil NC 61 kontaktor 1 akan diteruskan ke lampu indikator yang berwarna kuning. Nol atau netral untuk lampu indikator PLTB di suplai dari NC 21 kontaktor 1 dan keluarannya koil 22 akan diteruskan ke lampu indikator PLTB sebagai Nol / netral.

Dan beban sendiri harus mendapatkan 2 sumber listrik dari PLN dan PLTB. Rangkaian ini di rancang ketika sumber utama PLN mengalami pemadaman maka dengan otomatis sumber dari *accu* PLTB akan menyuplai ke beban maket rumah tipe 21 dan lampu indikator beban pada panel. Beban untuk mendapatkan sumber listrik dari PLN dan PLTB maka di buat rancangan keluaran dari NO 53 yaitu 54 dan keluaran NO 61 yaitu 62 akan di kopel menjadi satu dan di salurkan ke beban maket rumah tipe 21 dan lampu indikator beban yang berwarna hijau. Untuk mendapatkan nol / netral maka netral keluaran dari PLTB NO 21 yaitu 22 dan A2 kontaktor 2 di

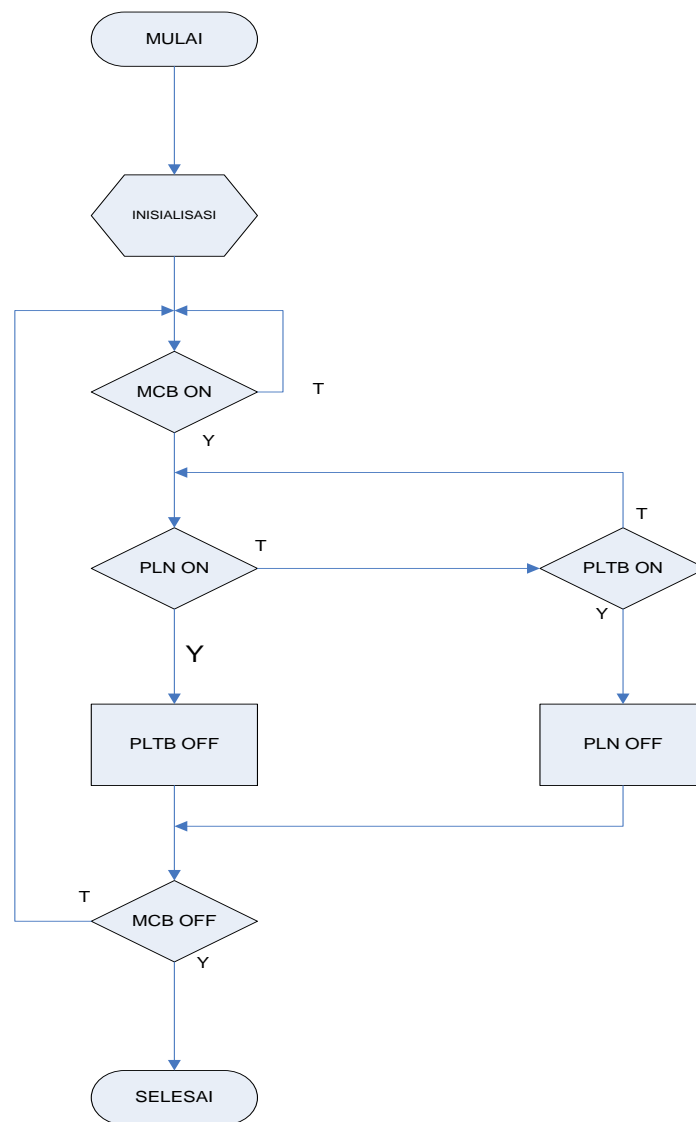
jumper menjadi satu dan di teruskan ke beban maket rumah tipe 21 dan lampu indikator beban berwarna hijau.

Pada saat PLN mengalami *off* maka PLTB akan bergantian menyuplai beban, maka dari itu inverter pun harus *on* dengan sendirinya dengan cara A1 kontaktor 2 di jumper dari A1 kontaktor 1 dan A2 kontaktor 2 di jumper juga dari A2 kontaktor 2 sehingga kontaktor 2 mendapat suplai dari PLN. Dan kabel input dari inverter masuk ke NC 21 kontaktor 2 dan keluarannya NC 22 kontaktor 2 masuk ke inverter. Maka dengan otomatis ketika kontaktor 2 mendapat arus listrik maka NC 21 kontaktor 2 dan NC 22 kontaktor 2 akan berubah menjadi NO, dan ketika PLN OFF maka NC 21 dan NC 22 kontaktor 2 akan menjadi NC dan inverter menyala dengan sendirinya.

### **3.9. Perancangan Flowchart**

*Flowchart* menjelaskan tentang jalur dari program yang digunakan atau cara kerja dari program untuk mengendalikan baik masukan maupun keluaran. Algoritma dapat dilihat dengan menggunakan analisa secara *flowchart* seperti terlihat seperti pada gambar 3.8. Pada analisa secara *flowchart* ini terdiri dari ‘START’ simbol ‘KONDISI’, dan simbol ‘PROSES’.





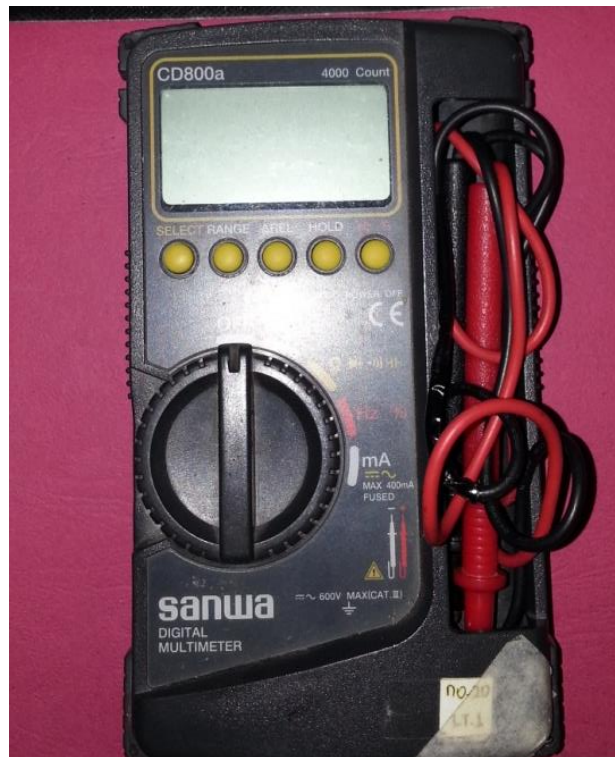
**Gambar 3.9. Flowchart Program**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

### 3.10. Instrumen Penelitian

Adapun alat bantu penelitian yang digunakan pada penelitian yaitu lembar pengamatan alat yang berisi data pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik untuk mencatat hasil pengujian alat, untuk itu dipergunakan beberapa alat bantu ukur yaitu :

- a. Multimeter digital yang digunakan untuk mengukur tegangan, arus dan sambungan kabel pada sebuah rangkaian.



**Gambar 3.10 Multimeter Digital**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- b. *Stopwatch* dengan presisi *milisecond* untuk memastikan waktu perpindahan catu daya.



**Gambar 3.10 Stopwatch**  
Sumber : [www.saturnsports.co.uk](http://www.saturnsports.co.uk)

c. *Anemometer* untuk mengetahui kecepatan angin yang ada.



**Gambar 3.11 Anemometer**  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

### 3.11. Kriteria Pengujian Alat

Kriteria pengujian sistem *hybrid* PLN dan PLTB, lama perpindahan dari dua sumber serta pengisian dan pengosongan ACCU dari *wind turbine* dilakukan setelah alat siap digunakan. Pengujian pengisian *accu* dilakukan mulai dari jam 09-00 sampai jam 16.00 dan pengisian *accu* dilakukan pada tegangan 12.44v sampai 13.87v serta pengosongan dari 12.65v sampai 11.02v, ini disebabkan tegangan *accu* tidak boleh terkuras habis karena dikhawatirkan *accu* akan rusak. Adapun kriteria pengujian alat sebagai berikut :

1. Melakukan perakitan badan turbin termasuk *yaw mechanism* dan pemasangan pada tiang serta kabel.
2. Mendirikan tiang berserta turbin angin di atasnya yang telah terpasang.
3. Memasang sudu rotor pada turbin angin.
4. Menempatkan anemometer pada body turbin tertinggi di tiang.
5. Melakukan pengukuran tiap 10 menit.
6. Menyimpan hasil pengukuran.

**Tabel 3.3. Pengukuran Tegangan Dan Arus Terhadap Kecepatan Angin Tanpa Beban (Pada hari ke-1)**

No.	Waktu (Jam)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Kecepatan angin (m/s)
1				
2				
3				
4				

Kriteria pengujian pengisian dan pengosongan aki dilakukan setelah aki telah terisi penuh yaitu sebagai berikut :

1. Memasang kabel dari aki ke *charger controll*.
2. Menyiapkan avometer.
3. Mengkalibrasi avometer.
4. Melakukan pengukuran dengan avometer setiap 5 menit.
5. Mencatat tegangan yang terukur selama 5 menit.
6. Menyimpan hasil pengukuran.

**Tabel 3.4. Pengujian Pengukuran Pengisian *Accu* (Pada Hari Ke- 2)**

<b>No</b>	<b>Waktu (Jam)</b>	<b>Tegangan (Volt)</b>	<b>Arus (mA)</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			

**Tabel 3.5. Pengujian Pengukuran Pengisian *Accu* (Pada Hari Ke- 3)**

No	Waktu (Jam)	Tegangan (Volt)	Kecepatan Angin (m/s)
1			
2			
3			
4			

**Tabel 3.6. Pengujian Pengosongan Tegangan Pada *Accu* Terhadap Seluruhan Beban**

No.	Waktu (Jam)	Tegangan (Volt)
1		
2		
3		
4		
5		

**Tabel 3.7. Pengujian Pengosongan Tegangan Pada *Accu* Untuk Setiap Beban**

No.	Beban	Waktu (menit)
1	Lampu	
2	Stop kontak ( <i>charger hp</i> )	

Untuk mengetahui kinerja dari pembuatan panel kontrol otomatis pemindah catu daya dilakukan pengujian pemindahan antara sumber listrik PLN ke sumber listrik PLTB. Dengan menguji waktu perpindahan dari kedua sumber yang bergantian dan berpatokan pada nyala lampu indikator pada pintu *box* panel kontrol. Pengujian dilakukan ketika panel telah disuplai oleh *accu* dan PLN. Langkah utamanya ialah sebagai berikut :

1. Menyiapkan panel yang telah di suplai oleh *accu* dan PLN.
2. Menyiapkan *stopwatch*.
3. Merekam perpindahan dengan *video*.
4. Melakukan pengamatan *video*.
5. Menyimpan hasil pengamatan video perpindahan *accu* dan PLN.

**Tabel 3.8. Pengujian Perpindahan Listrik PLN dan PLTB**

<b>No.</b>	<b><i>Push Bottom</i></b>	<b>Waktu (<i>second / millisecond</i>)</b>
<b>1</b>	<b>PLN – PLTB</b>	
<b>2</b>	<b>PLTB – PLN</b>	

**Tabel 3.9. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLN On dan Tanpa Terhubung Ke Beban**

<b>Item</b>	<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (I)</b>	<b>Frekuensi (Hz)</b>
<b>PLN</b>			
<b>PLTB</b>			
<b>Beban</b>			

**Tabel 3.10. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLTB On dan Tanpa Terhubung Ke Beban**

<b>Item</b>	<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (I)</b>	<b>Frekuensi (Hz)</b>
<b>PLN</b>			
<b>PLTB</b>			
<b>Beban</b>			

**Tabel 3.11. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLN On dan Terhubung Ke Beban**

<b>Item</b>	<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (I)</b>	<b>Frekuensi (Hz)</b>
<b>PLN</b>			
<b>PLTB</b>			
<b>Beban</b>			



**Tabel 3.12. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLTB On dan Terhubung Ke Beban**

<b>Item</b>	<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (I)</b>	<b>Frekuensi (Hz)</b>
<b>PLN</b>			
<b>PLTB</b>			
<b>Beban</b>			

### **3.12. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis data kualitatif dimana data-data yang diperoleh akan dijadikan pertimbangan dalam menentukan kualitas dari alat yang telah dibuat. Dengan menggunakan berbagai data sekunder maka akan dapat menggali lebih dalam melalui analisisnya sendiri.