

## RANCANG BANGUN UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) 1300 VA

Oleh : Sulisty Warjono dan Suryono

Staf Pengajar Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH. Tembalang Semarang 50275

### Abstrak

*Kebutuhan akan energi listrik untuk mensuplai peralatan elektronik semakin meningkat. Banyak pemadaman listrik yang dilakukan pada daerah-daerah secara bergiliran karena kapasitas beban sudah melebihi kapasitas yang telah ditentukan. Energi listrik yang disalurkan oleh PLN kepada konsumen tidak selamanya berjalan baik, sewaktu-waktu energi listrik tersebut dapat padam. Maka perlu diupayakan adanya sumber energi listrik alternatif. Uninterruptible Power Supply (UPS) dimanfaatkan sebagai peralatan elektronik yang dapat bekerja dalam kondisi sumber energi listrik PLN padam. Dalam UPS digunakan peralatan penyearah yang berupa bridge rectifier bertujuan untuk menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC yang digunakan untuk pengisian baterai (aki). Untuk mendapatkan tegangan listrik sebesar 220 Volt dari baterai 12 Volt diperlukan rangkaian inverter.*

**Kata kunci :** AKI, DC charger, inverter, UPS

### 1. Pendahuluan

Di Indonesia pasokan listrik dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), distribusi listrik baik PLN maupun generator tidaklah mungkin dapat disediakan secara mutlak tanpa gangguan. Tidak dapat dijamin bahwa listrik akan konstan dan stabil. Bagaimana cara mengatasi gangguan yang terjadi yang berakibat terhadap konsumen, ataupun kalau terjadi gangguan dapat sesingkat mungkin dan segera dapat diatasi sehingga pemakaian listrik akan efisien. Untuk itu dibutuhkan *Uninterruptible Power Supply* (UPS), yang mempunyai pengertian bahwa bila pasokan listrik mati maka perangkat tersebut dapat menggantikannya sehingga beban tidak akan terganggu.

Pada tulisan ini dibuat *Uninterruptible Power Supply* (UPS), dengan daya keluaran 1300 VA, sesuai daya listrik pada kebanyakan rumah tangga saat ini. UPS ini *rectifier* dan *inverter* selalu bekerja, tidak hanya saat listrik padam seperti tipe UPS lainnya. Dengan berkembangnya teknologi UPS, maka alat tersebut diharapkan mampu memberikan tegangan regulasi yang baik serta mampu memberikan arus yang cukup pada beban. Dengan demikian bila pemadaman listrik terjadi, beban (peralatan elektronik) tetap mendapat suplai dan tetap beroperasi sebagai mana mestinya

sehingga peralatan elektronik tidak mudah rusak.

### 2. Baterai (Akumulator)

Baterai (Akumulator) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Baterai (Akumulator yang kemudian disebut aki) digunakan sebagai sumber daya untuk seluruh sistem kelistrikan pada suatu peralatan listrik, dan juga digunakan sebagai penyimpan energi listrik saat terjadi proses pengisian.

Aki terdiri dari beberapa sel, dalam standar internasional setiap satu sel memiliki tegangan sebesar 2 volt, sehingga aki 12 volt memiliki 6 sel dan aki 24 volt memiliki 12 sel. Aki banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil dan peralatan elektronik yang sering berpindah. Aki termasuk sel sekunder, yang menghasilkan arus listrik dan dapat diisi kembali, aki terdiri dari elektrode Pb sebagai anoda dan PbO<sub>2</sub> sebagai katoda dengan elektrolit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

### 3. Inverter

*Inverter* adalah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa cara yang digunakan agar inverter mampu

menghasilkan sinyal sinusoidal, yang paling sederhana adalah dengan cara mengatur keterlambatan sudut penyalan inverter.

Rangkaian inverter sederhana mempunyai tegangan tinggi dengan kapasitas yang cukup besar. Satu jenis inverter sederhana yang paling banyak digunakan ialah inverter DC 12 Volt ke AC 220 Volt, sehingga rangkaian inverter sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Karenanya sekarang telah banyak toko elektronik yang menjajakan inverter dengan ukuran yang kecil, harga yang murah, serta mempunyai kapasitas penyimpanan watt yang besar.

Fungsi inverter secara umum untuk mengubah arus aki jadi arus listrik PLN, yang dengan begitu dapat dijadikan pengganti listrik saat PLN melakukan pemadaman. Bisa juga dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik di daerah yang tidak ada listrik dari PLN.

Sekarang banyak yang menjual inverter dengan fasilitas *Auto Shutdown* dan *Low Battery Alarm*, yang bisa memberikan tanda kondisi baterai yang digunakan.

#### 4. Perangkat Alat

Disini dibahas tentang perancangan dan pembuatan *Uninterruptible Power Supply (UPS)* 1300 VA.

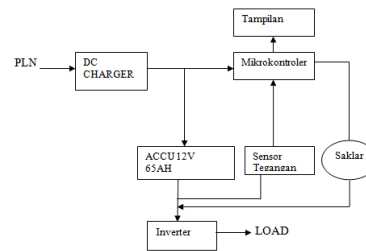
##### 4.1. Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut :

- Bekerja pada tegangan satu fasa.
- Daya keluaran 1300 VA.
- Baterai yang digunakan jenis asam timbal dengan tegangan nominal 12 Volt 65 Ah.

##### 4.2. Perancangan Diagram Blok

Diagram blok merupakan bagian penting dalam perancangan dan pembuatan alat, dari diagram blok dapat diketahui prinsip kerja rangkaian. Tujuan lain diagram blok adalah memudahkan proses perancangan dan pembuatan masing-masing bagian, sehingga terbentuk sistem yang sesuai dengan perancangan (seperti dalam gambar 1).



Gambar 1. Diagram Blok

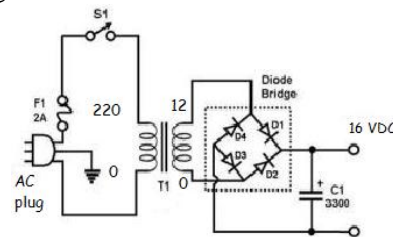
*Keterangan :*

Tegangan 220 V dari PLN diubah menjadi tegangan searah (dc) yang digunakan untuk mengisi baterai. Saat sumber listrik dari PLN mati, maka *inverter* bekerja dan mengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC yang dapat dibebani (lampu atau perangkat listrik yang lain). Mikrokontroler mengolah data tegangan baterai dan menampilkannya ke LCD.

##### 4.3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan dan pembuatan perangkat keras berupa rangkaian *charger* aki, tampilan LCD, dan *inverter*.

Rangkaian *Charger* atau alat pengisi aki berfungsi untuk menyearahkan arus bolak-balik menjadi arus searah, seperti terlihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Rangkaian charger

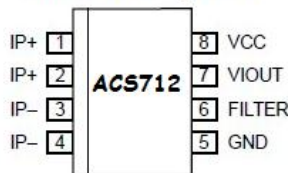
Rangkaian penyearah biasanya keluaran diberi suatu *filter* kapasitor untuk menghilangkan riak gelombang sehingga diperoleh tegangan dc yang stabil. Tegangan yang tersedia mungkin tidak sesuai dengan kebutuhan, sehingga diperlukan regulator tegangan yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan tetap konstan pada nilai tertentu.

Tampilan LCD akan menampilkan besaran tegangan dan besaran arus. Besaran tegangan diperoleh dari sensor tegangan

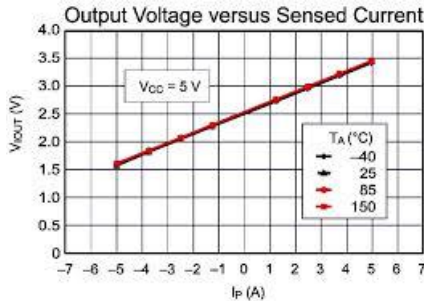
yang menggunakan rangkaian pembagi tegangan pada tegangan jepitnya. Sensor tegangan membaca tegangan dari 10 hingga 14 volt dengan keluaran pada tegangan jepitnya berkisar antara 3,5 hingga 5 volt.

Sedangkan tampilan arus diperoleh dari sensor arus (ACS712 dengan jangkauan sampai 5A). Pada sensor ini arus dilewatkan pada pin 1 dan 2 kemudian pin 3 dan 4 dihubungkan ke beban. Sensor ini membutuhkan tegangan sumber +5 Vdc pada pin 8 dan ground pin 5, dengan output pin 7 yang berupa tegangan dihubungkan ke ADC (mikrokontroler) untuk ditampilkan pada LCD. Sensor arus ACS 712 terlihat seperti gambar dibawah ini (gambar 3).

Pin-out Diagram



Gambar 3. Pin sensor ACS712

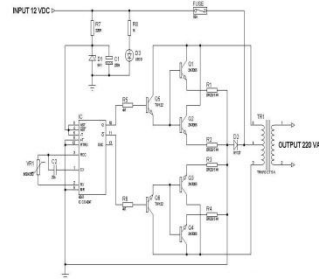


Gambar 4. Karakteristik ACS712

Dari karakteristik ACS712 (gambar 4), pada arus nol (0)A tegangan pada keluaran 2,5 Volt, jika arus naik maka tegangan keluaran juga naik (seperti grafik gambar 4).

*Inverter* yaitu suatu instrument elektronika yang mempunyai fungsi untuk merubah arus tegangan DC menjadi AC. Rangkaian ini juga dapat menaikkan dan menurunkan tegangan, serta menstabilkan tegangan output yang sesuai dengan yang dibutuhkan. IC CD 4047 dirangkai sebagai Astabil Multivibrator dengan keluaran kaki 10 dan 11 yang berbeda fasa 180° sebagai

bias transistor Q5 dan Q6 (TIP 122), sedangkan Q1, Q2, Q3, dan Q4 digunakan untuk mendapatkan penguatan arus. Keluaran masing-masing kolektor dihubungkan ke transformator untuk mendapatkan tegangan efektif 220 Volt (gambar 5).

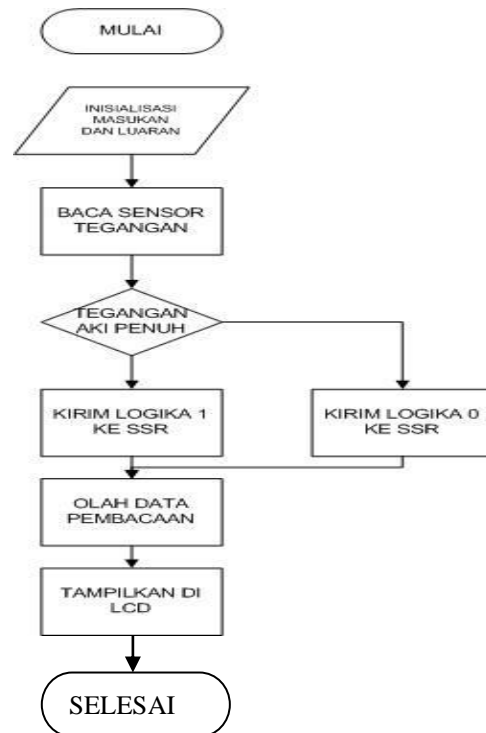


Gambar 5. Rangkaian inverter

#### 4.4. Perancangan Perangkat Lunak

Pemrograman mikrokontroler arduino ini menggunakan bahasa C

#### Diagram Alir Program



Gambar 6. Diagram alir

Berdasarkan diagram alir mikrokontroler arduino diatas, program akan menginisialisasi masukan dan luaran dari arduino, kemudian dilakukan pembacaan dari sensor tegangan untuk luaran aki jika

hasilnya menunjukkan nilai rendah berarti aki mendekati kosong maka arduino mengirim logika 1(5 Volt) ke SSR yang akan menghidupkan SSR sehingga charger ON dan mengisi ulang aki. Apabila hasilnya menunjukkan nilai tinggi berarti aki mendekati penuh maka arduino mengirim logika 0 (0 Volt) ke SSR untuk mematikan SSR sehingga charger OFF. Hasil pembacaan tersebut diolah dan hasilnya ditampilkan dalam LCD.

### 5. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan pengukuran tiap blok rangkaian dengan tujuan mengamati apakah blok rangkaian tersebut bekerja sesuai dengan yang diharapkan, yang dilakukan berdasarkan pada masing-masing rangkaian pendukung secara keseluruhan berikut ini.

#### a. Pengujian tegangan DC Charger

Pengujian yang dilakukan pada rangkaian charger DC dengan keluaran tegangan trafo dan mengukur keluaran tegangan charger DC (tabel 1).

Tabel 1. Pengukuran Tegangan Keluaran charger DC

NO	Keluaran Trafo (Volt AC)	Keluaran Charger (Volt DC)
1	18	14
2	16	13,5
3	14	12,5
4	12	12
5	6	5

Charger DC pada UPS ini menggunakan regulator 7812 dengan keluaran 12 V. Dibutuhkan tegangan AC dari trafo yang nilainya lebih besar dari tegangan keluaran yang diinginkan. Maka tegangan keluaran dari charger DC yang terbaca sebesar 14, 16, dan 18 V. Untuk mengisi ulang aki dibutuhkan tegangan sebesar 13 V, sehingga dari keluaran IC regulator yang berupa tegangan 12 V ditambah dengan tegangan reverse dioda seperti pada persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= V_{regulator} + 4V_{dioda} - V_{cutoff\ transs} \\
 &= 12 + 4.0,6 - 0,7 \\
 &= 13,3\ Volt
 \end{aligned}$$

#### b. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian dilakukan terhadap sensor tegangan dengan mengatur tegangan masukan dan mengukur tegangan jepit yang menjadi masukan pada arduino, seperti tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan sensor

NO	Masukan tegangan sensor (Volt DC)	Masukan tegangan Arduino (Volt DC)
1	10	3,51
2	11,8	4,19
3	12	4,21
4	12,2	4,27
5	12,4	4,34
6	12,6	4,42
7	12,9	4,51
8	13	4,53
9	13,2	4,61
10	13,4	4,68
11	14	4,86

Sensor tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan resistor 22 KΩ dan 10KΩ dan dioda zener agar tegangan jepit berada di bawah 5 V. Dengan penghitungan tegangan jepit sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= \frac{R2}{R1 + R2} \cdot V_{in} = \frac{10K}{22K + 10K} \cdot V_{in} \\
 &= 0,3125 V_{in}
 \end{aligned}$$

#### c. Pengujian Tegangan Inverter

Pengujian dilakukan terhadap inverter untuk mengetahui masukan dan keluaran tegangan dan arus pada inverter (tabel 3).

Tabel 3. Pengukuran tegangan dan arus inverter

Tegangan input (Volt)	Arus input (A)	Arus output (A)	Tegangan output (Volt)	Beban lampu (Watt)
12	0	0	240	0
12	8,2	0,5	210	100
12	15,4	0,6	210	200
12	24	1,2	210	300
12	32,6	1,5	220	400
12	40,8	2	220	500

#### d. Pengujian Charger

Pengujian Charger dilakukan untuk mengetahui waktu pengisian aki.

Tabel 4. Pengujian Charger

Arus Charger (A)	Tegangan Charger (Volt)	Lama Pengisian (Jam)
8 A	13,5 V	8,5 jam

Waktu pengisian aki dapatdihitung

$$t = \frac{Ah}{A} = \frac{70}{8} = 8,75 \text{ jam}$$

keterangan:

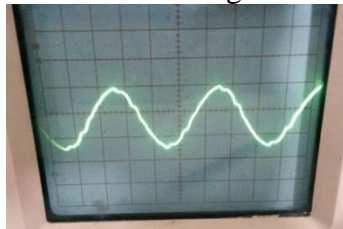
t : waktu pengisian aki (jam)

Ah : kapasitas aki (AmpereHour)

A : arus pengisian (ampere)

#### e. Pengujian Gelombang

Pengujian gelombang dilakukan pada masukan dan keluaran rangkaian Charger



Gambar 7. Gelombang masukan



Gambar 8. Gelombang keluaran

Dari hasil perhitungan pemakaian aki berdasarkan beban yang digunakan dapat dianalisis bahwa semakin besar beban yang digunakan maka semakin cepat pengosongan kapasitas aki. Ini berarti bahwa kemampuan aki sebagai sumber arus listrik hanya mampu bertahan berdasarkan beban yang digunakan .

## 6. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan, dan pengujian alat dapat disimpulkan : UPS bekerja dengan masukan tegangan DC 12 V dan mengubahmenjadi tegangan AC 220 V. Jika ada suplai listrik dari PLN, maka beban langsung mendapat tegangan dari PLN. Tetapi bila listrik PLN

mati maka *inverter* bekerja yang mengubah tegangan DC 12 V menjadi tegangan AC 220 V.

UPS ini digunakan untuk menyuplai beban hingga 1000 VA, jika beban yang digunakan lebih (maksimal1300 VA), maka hanya dapat bertahan beberapa menit saja. Semakin kecil beban yang digunakan, maka waktu penggunaan UPS semakin lama.

Relay yang terdapat pada UPS inidigunakan sebagai *switch*, yang akan mengalihkan beban dari PLN ke *inverter* dan sebaliknya.

Penampilan pada LCD adalah arus dan tegangansensor,ditampilkan pula jumlah daya yang ada, dan jumlah daya per jam yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Afiv S. Ir. M. Zaenal Efendi, MT.Ir Suryono, MT.2010. *Interruptible Power Supply Menggunakan Flyback Converter Sebagai PFC Converter*. Surabaya: ITS.
- Kadir Abdul.1993.*Pengantar Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta: Ikapi
- Millton Gussow.2006.*Dasar-dasar Teknik Listrik*.Jakarta: Erlangga.
- Paul Malvino, Albert. 1993. *Prinsip-prinsip Elektronika*.Jakarta:Erlangga.
- S, Wasito. 1995. *Vademekum Elektronika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yustisia, Lexi.2011.*UPS Untuk Beban (900VA) Berbasis Mikrokontroller*.Surabaya: PENS.
- Zulal, Zhanggischan.2004. *Prinsip Dasar Elektronik*.Jakarta : PT Gramedia.