

Rancang Bangun *Uninterruptible Power Supply* Menggunakan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler

Vike Tiffani Bawotong.⁽¹⁾, Dringhuzen J. Mamahit, ST., M.Eng.⁽²⁾, Sherwin R. U. A Sompie, ST., MT.⁽³⁾,

(1)Mahasiswa, (2)Pembimbing 1, (3)Pembimbing 2,

Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115

ABSTRAK - Seiring dengan berkembangnya perangkat-perangkat elektronik yang ada, listrik merupakan salah satu hal utama yang bisa membuat suatu perangkat bekerja sesuai fungsinya. Namun terjadinya pemadaman listrik dengan tiba-tiba merupakan hal yang tidak bisa kita hindari saat kita sedang menggunakan perangkat elektronik. Berkaitan dengan hal tersebut, diperlukan sebuah alat yang dapat menyimpan daya listrik yang berasal dari PLN untuk disalurkan ke peralatan elektronik apabila terjadi pemadaman dengan tiba-tiba. *Uninterruptible Power Supply (UPS)* merupakan sistem penyedia daya listrik ketika suatu peralatan elektronik kehilangan energi dari sumber utamanya.

Rancang Bangun *Uninterruptible Power Supply* Menggunakan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler dapat berguna saat listrik dari PLN putus. Saat listrik PLN menyala, rangkaian power supply akan mengisi aki sedangkan saat listrik PLN putus, aki akan menjadi sumber tegangan utama untuk memberikan energi kepada beban yang tersambung. Sumber dari aki kemudian akan diteruskan ke IC 4047 yang akan menghasilkan keluaran gelombang square dengan frekuensi 60Hz dan tegangan DC aki akan dirubah menjadi tegangan AC oleh inverter.

Kata Kunci : Gelombang Square, IC 4047, Inverter, *Uninterruptible Power Supply*.

ABSTRACT - Along with the development of electronic devices that exist, electricity is one of the main things that can make a device working according to its function. However, the occurrence of a power outage suddenly a thing we can not avoid when we're using electronic devices. In this regard, we need a tool that can save the electrical power from PLN for distribution to electronic equipment in case of a sudden blackout. *Uninterruptible Power Supply (UPS)* is an electric power supply system when an electronic equipment loss of energy from primary sources.

Design of *Uninterruptible Power Supply* Using the LCD Display-Based Microcontroller can be useful when the electricity off. When lit electricity grid, power supply circuit will charge the battery while the current electricity grid drop out, the battery will be the main voltage source to provide energy to the load connected. The source of the battery will then be forwarded to the IC 4047 which will generate square wave output with a frequency of 60Hz and DC battery voltage will be converted into AC voltage by the inverter.

Keywords : IC 4047, Inverter, Square wave, *Uninterruptible Power Supply*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam dunia elektronika saat ini sudah merupakan bagian dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta inovasi yang pada saat ini tengah berjalan dengan pesat seiring dengan lajunya zaman. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan manusia akan kemudahan dan efisiensi penggunaan energi dalam berbagai bidang, namun dalam bentuk yang tetap ringkas serta berpenampilan menarik.

Seiring dengan berkembangnya perangkat-perangkat elektronik yang ada, listrik merupakan salah satu hal utama yang bisa membuat suatu perangkat bekerja sesuai fungsinya. Namun terjadinya pemadaman listrik dengan tiba-tiba merupakan hal yang tidak bisa kita hindari saat kita sedang, menggunakan perangkat elektronik. Pekerjaan kita juga bisa terhenti karena terjadinya pemadaman listrik.

Berkaitan dengan hal tersebut, diperlukan sebuah alat yang dapat menyimpan daya listrik yang berasal dari PLN untuk disalurkan ke peralatan elektronik apabila terjadi pemadaman dengan tiba-tiba. *Uninterruptible Power Supply (UPS)* merupakan sistem penyedia daya listrik ketika suatu peralatan elektronik kehilangan energi dari sumber utamanya. UPS merupakan sumber tenaga alternatif sementara yang menggantikan supply tenaga listrik utama, dalam hal ini sumber listrik PLN. UPS sendiri merupakan sebuah sistem yang berdiri sendiri tanpa sistem supply tenaga listrik PLN.

Salah satu dasar pertimbangan dalam pembelian UPS adalah berapa besar kapasitas UPS yang akan digunakan. Pemilihan kapasitas UPS yang terlalu kecil berakibat pada pendeknya waktu pelayanan UPS. Pemilihan kapasitas UPS yang terlalu besar berpengaruh terhadap biaya, dimana semakin besar kapasitas UPS, maka semakin besar biaya yang diperlukan untuk pembelian UPS tersebut.

UPS bekerja diantara perangkat elektronik dan colokan listrik. Dari colokan listrik, arus AC diubah menjadi DC dan dialirkan ke baterai yang berada pada UPS. Arus DC dari baterai akan diubah menjadi arus AC oleh inverter. Listrik yang disimpan pada baterai akan dipakai ketika sumber energi utama listrik terputus.

II. DASAR TEORI

Untuk membuat alat ini, penulis menggunakan komponen-komponen elektronika untuk mendukung proses dan kinerja dari alat tersebut. Adapun komponen tersebut dapat dilihat pada pembahasan yang telah ada.

A. IC4047

IC 4047 adalah multivibrator astabil yang bisa digerakkan dengan teknik penggabungan logika agar bisa dipicu positif maupun negatif pada multivibrator astabil dengan pemicuan ulang dan pilihan *counter* eksternal. Masukan berupa *+TRIGGER*, *-TRIGGER*, *ASTABLE*, *ASTABLE*, *RETRIGGER* dan *EKSTERNAL RESET*. Keluaran penyangga adalah Q, \bar{Q} dan *OSCILLATOR*. Pada semua mode operasi, kapasitor eksternal harus dihubungkan antara pin *C-Timing* dan pin *RC-Common* dan sebuah resistor eksternal harus dihubungkan antara pin *R-Timing* dan pin *RC-Common*. Operasi *astable* diaktifkan dengan memberikan logika *high*

pada masukan *ASTABLE* atau logika *low* pada masukan *ASTABLE*. Periode dari gelombang persegi pada keluaran Q dan \bar{Q} adalah fungsi komponen eksternal yang bekerja. Pulsa masukan 'True' pada masukan *ASTABLE* atau pulsa 'Complement' pada masukan *ASTABLE* akan memperbolehkan rangkaian untuk digunakan sebagai multivibrator yang bisa digerakkan

B. Mosfet

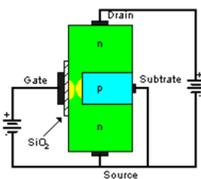
Mosfet (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) memiliki *drain*, *source* dan *gate*. *Gate* terbuat dari bahan metal seperti aluminium. Oleh karena itulah transistor ini dinamakan *metal-oxide*. Ada dua jenis mosfet, yaitu :

Mosfet Depletion-Mode (lihat gambar 1)

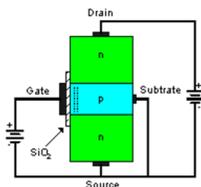
Pada sebuah kanal semikonduktor tipe n terdapat semikonduktor tipe p dengan menyisakan sedikit celah. Dengan demikian, elektron akan mengalir dari *source* menuju *drain* melalui celah sempit ini. *Gate* terbuat dari metal (seperti aluminium) dan terisolasi oleh bahan oksida tipis SiO₂, yaitu kaca. Semikonduktor tipe p di sini disebut substrat p dan biasanya dihubung singkat dengan *source*. Dengan menghubungkan singkat substrat p dengan *source* diharapkan ketebalan lapisan deplesi yang terbentuk antara substrat dengan kanal adalah maksimum. Sehingga ketebalan lapisan deplesi selanjutnya hanya akan ditentukan oleh tegangan *gate* terhadap *source*. Pada gambar, lapisan deplesi yang dimaksud ditunjukkan pada daerah yang berwarna kuning. Semakin negatif tegangan *gate* terhadap *source*, akan semakin kecil arus *drain* yang bisa lewat atau bahkan menjadi 0 pada tegangan negatif tertentu. Karena lapisan deplesi telah menutup kanal. Selanjutnya jika tegangan *gate* dinaikkan sama dengan tegangan *source*, arus akan mengalir. Lapisan deplesi mulai membuka. Karena *gate* yang terisolasi, tegangan kerja V_{GS} boleh positif. Jika V_{GS} semakin positif, arus elektron yang mengalir dapat semakin besar.

Mosfet Enhancement-Mode (lihat gambar 2)

Jenis transistor mosfet yang kedua adalah mosfet *enhancement-mode*. *Gate* terbuat dari metal aluminium dan terisolasi oleh lapisan SiO₂. Perbedaan struktur yang mendasar adalah substrat pada transistor mosfet *enhancement-mode* dibuat sampai menyentuh *gate*.



Gambar 1. *Depletion Mode*



Gambar 2. *Enhancement-Mode*

Jika tegangan *gate* V_{GS} dibuat negatif, arus elektron tidak dapat mengalir. Ketika V_{GS} = 0, arus belum juga bisa mengalir, karena tidak ada lapisan deplesi maupun celah yang bisa dialiri elektron. Satu-satunya jalan adalah dengan memberi tegangan V_{GS} positif. Karena substrat terhubung dengan *source*, maka jika tegangan *gate* positif berarti tegangan *gate* terhadap substrat juga positif. Tegangan positif ini akan menyebabkan elektron tertarik ke arah substrat p. Elektron-elektron akan bergabung dengan *hole* yang ada pada substrat p. Karena potensial *gate* lebih positif, maka elektron terlebih dahulu tertarik dan menumpuk di sisi substrat yang berbatasan dengan *gate*. Elektron akan terus menumpuk dan tidak dapat mengalir menuju *gate* karena terisolasi oleh bahan insulator SiO₂ (kaca). Jika tegangan *gate* cukup positif, maka tumpukan elektron akan menyebabkan terbentuknya semacam lapisan n yang negatif dan seketika itulah arus *drain* dan *source* dapat mengalir. Lapisan yang terbentuk ini disebut dengan istilah *inversion layer*, yaitu lapisan dengan tipe yang berbalikan. Di sini karena substratnya tipe p, maka lapisan *inversion* yang terbentuk adalah bermuatan negatif atau tipe n. Ada tegangan minimum saat lapisan *inversion* n mulai terbentuk. Tegangan minimum ini disebut tegangan *threshold* V_{GS(th)}.

C. Transformator

Transformator (gambar 3) adalah alat yang dapat digunakan untuk menaikkan tegangan atau menurunkan tegangan arus AC. Transformator terdiri dari kumparan kawat primer, kumparan kawat sekunder, dan inti besi. Apabila pada kumparan primer diberi arus AC, maka pada kumparan sekunder akan timbul arus AC. Berdasarkan perbandingan antara jumlah kumparan primer dan jumlah kumparan sekunder, transformator ada dua jenis, yaitu transformator *step up* dan *step down*.

Transformator *step up* adalah transformator yang mengubah tegangan bolak-balik rendah menjadi tinggi, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak daripada jumlah lilitan primer (N_s > N_p).

Transformator *step down* adalah transformator yang mengubah tegangan bolak-balik tinggi menjadi rendah, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder (N_p > N_s).

Dari kedua pernyataan tersebut dapat dituliskan secara singkat dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_p : V_s = N_p : N_s$$

$$I_p : I_s = V_s : V_p$$

$$I_p : I_s = N_s : N_p$$



Gambar 3. Transformator

D. Aki

Baterai tipe kering (*Dry Type*) terdiri dari plat-plat positif dan negatif yang telah diisi penuh dengan muatan listrik, tetapi dalam penyimpanannya tidak diisi dengan elektrolit, jadi keluar pabrik dalam kondisi kering. Pada dasarnya baterai tipe kering sama seperti baterai tipe basah. Elemen-elemen baterai ini diisi secara khusus dengan cara memberikan arus DC pada plat yang direndamkan ke dalam larutan elektrolit lemah. Setelah plat-plat itu terisi penuh dengan muatan listrik, kemudian diangkat dari larutan elektrolit lalu dicuci dengan air dan dikeringkan. Kemudian plat-plat tersebut dirangkai dalam *case* baterai. Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbale, sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat.

E. Resistor

Sebuah resistor tidak memiliki kutub positif dan negatif, tapi memiliki karakteristik utama yaitu resistensi, toleransi, tegangan kerja maksimum dan *power rating*. Karakteristik lainnya meliputi koefisien temperatur, kebisingan dan induktansi. Ohm yang dilambangkan dengan simbol Ω (omega) merupakan satuan resistansi dari sebuah resistor yang bersifat resistif.

Fungsi resistor antara lain dapat menahan sebagian arus listrik agar sesuai dengan kebutuhan suatu rangkaian elektronika, menurunkan tegangan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh rangkaian elektronika, membagi tegangan serta membangkitkan frekuensi tinggi dan frekuensi rendah dengan bantuan transistor dan kondensator.

F. Kapasitor

Pada dasarnya kapasitor dibagi menjadi 2 bagian, yaitu kapasitor polar dan non polar.

Kapasitor Polar adalah kapasitor yang kedua kutubnya mempunyai polaritas positif dan negatif. Biasanya kapasitor polar bahan dielektriknya terbuat dari elektrolit dan biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang besar dibandingkan dengan kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik kertas atau mika atau keramik.

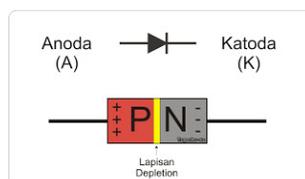
Kapasitor *Non Polar* adalah kapasitor yang pada kutubnya tidak mempunyai polaritas. Artinya pada kutub kutubnya dapat dipakai secara berbalik. Biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang kecil.

Satuan-satuan yang sering dipakai untuk kapasitor adalah :

1 Farad = 1.000.000 μ F (mikro Farad)

1 μ Farad = 1.000 nF (nano Farad)

1 nFarad = 1.000 pF (piko Farad)



Gambar 4. Dioda

Sifat dasar sebuah kapasitor adalah dapat menyimpan muatan listrik. Kapasitor juga mempunyai sifat tidak dapat dilalui arus DC (*direct current*) dan dapat dilalui arus AC (*alternating current*). Kapasitor berdasarkan nilai kapasitansinya dibagi menjadi 2 bagian, yaitu kapasitor tetap dan kapasitor variabel.

G. Dioda

Dioda (gambar 4) adalah komponen aktif semikonduktor yang terdiri dari persambungan (*junction*) P-N. Sifat dioda, yaitu dapat menghantarkan arus pada tegangan maju dan menghambat arus pada tegangan balik. Dioda berasal dari pendekatan kata dua elektroda, yaitu anoda dan katoda. Dioda semikonduktor hanya melewatkan arus searah saja (*forward*), sehingga banyak digunakan sebagai komponen penyearah arus.

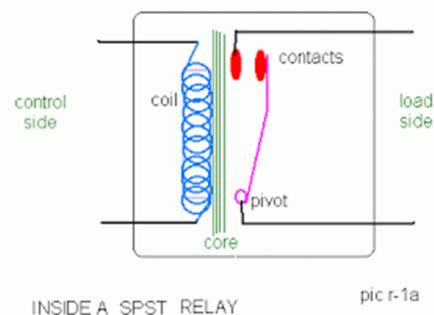
Dioda disimbolkan dengan gambar anak panah yang pada ujungnya terdapat garis yang melintang. Simbol tersebut sebenarnya adalah sebagai perwakilan dari cara kerja dioda itu sendiri. Pada pangkal anak panah disebut juga sebagai anoda (kaki positif = P) dan pada ujung anak panah disebut sebagai katoda (kaki negatif = N).

H. Relay

Relay (gambar 5) adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay adalah sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronis lainnya.

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu *coil*, *common* dan *contact*.

Contact juga terdiri atas NC (*Normally Closed*) yang adalah saklar dari relay dalam keadaan normal (relay tidak diberi tegangan) terhubung dengan common dan NO (*Normally Open*) yang adalah saklar dari relay dalam keadaan normal (relay tidak diberi tegangan) tidak terhubung dengan common.



Gambar 5. Prinsip Kerja Relay

I. ACS712

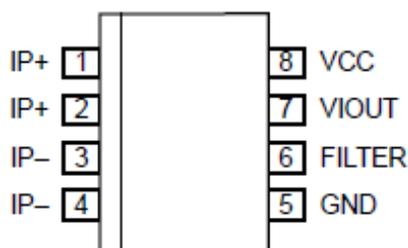
ACS712 (gambar 6) merupakan sensor yang berfungsi sebagai sensor arus AC atau DC. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya dan menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan *Bi CMOS Hall IC* didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik.

Output dari sensor ini sebesar ($>VIOUT(Q)$) saat peningkatan arus pada penghantar arus (dari pin 1 dan pin 2 ke pin 3 dan 4), yang digunakan untuk pendeteksian arus. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar 1,2 m Ω dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. Ketebalan penghantar arus didalam sensor sebesar 3x kondisi *overcurrent*

J. Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (chip). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

Mikrokontroler AVR ATmega16 adalah salah satu dari keluarga ATmega dengan populasi pengguna cukup besar. Memiliki memori *flash* 16k dan 32 jalur *input output* serta dilengkapi dengan ADC 8 kanal dengan resolusi 10-bit dan 4 kanal PWM. Pemrograman mikrokontroler AVR (Atmega16) menggunakan beberapa bahasa program seperti bahasa *Basic*, C atau *Assembler*. Program aplikasi yang kita susun dalam *software* setelah di kompilasi akan dihasilkan file dengan ekstensi heksa. File heksa inilah yang akan kita tuliskan ke memori *flash* mikrokontroler AVR melalui sebuah alat yang disebut *downloader*.



Gambar 6. Pin ACS712

K. LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya, tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data, baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

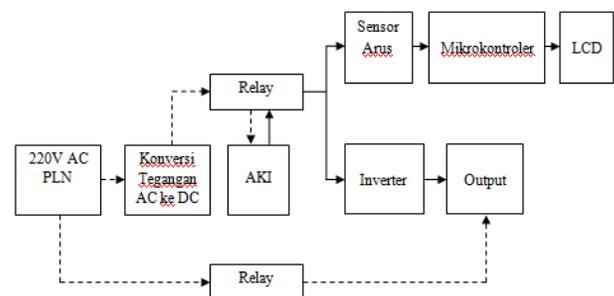
L. LM3914

LM3914 adalah sirkuit terpadu monolitik yang memiliki level tegangan analog dan *drive* 10 LED yang memberikan tampilan analog linear. LM3914 dirancang oleh *National Semiconductor* dan digunakan untuk mengoperasikan layar yang secara visual menunjukkan besarnya suatu sinyal analog. Satu LM3914 bisa melaju hingga 10 LED, LCD, atau menampilkan neon vakum pada *output*-nya. Perangkat dapat digunakan, misalnya sebagai voltmeter. LM3914 mengontrol sepuluh LED. Mengontrol arus melalui LED dan LED dapat muncul dalam sebuah grafik batang saat digunakan. LM3914 berisi pembagi tegangan sepuluh tahap. LM3914 sangat mudah diaplikasikan sebagai rangkaian meter analog.

Dalam IC LM3914 tersedia pilihan mode tampilan, yaitu *bar mode* dan *dot mode*. *Bar mode* yaitu LED akan menyala bersamaan dari LED pertama hingga LED terakhir sesuai kekuatan sinyal audio yang masuk. Sedangkan *dot mode* yaitu LED akan menyala satu per satu dimulai dari LED pertama hingga LED terakhir sesuai kekuatan sinyal audio yang masuk.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem



Gambar 7. Perancangan sistem

Ket : -----> = Listrik PLN Menyala
 —————> = Listrik PLN Padam

Seperti perancangan sistem pada gambar 7, UPS yang dirancang ini bekerja sebagai sumber daya listrik pada saat tegangan dari PLN padam. Saat PLN menyala, maka sumber daya dari PLN akan dialirkan langsung ke keluaran stop kontak melalui relay pada posisi NO, juga power supply 12 volt DC akan bekerja untuk memberikan sumber tegangan pengisian muatan listrik pada aki karena keadaan kontak relay berada pada posisi NO.

Saat sumber dari PLN padam, maka posisi relay yang terhubung dengan keluaran stop kontak akan berpindah ke posisi NC, sehingga daya listrik yang dihasilkan dari inverter langsung dipergunakan. Arus yang keluar dari baterai saat diberi beban akan dideteksi menggunakan sensor arus oleh mikrokontroler untuk kemudian akan ditampilkan pada LCD sesuai dengan perintah yang dimasukkan.

B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras yang dilakukan terdiri dari beberapa bagian, antara lain sebagai berikut.

Rangkaian Power Supply

Dalam rangkaian ini digunakan transformator *step down* 1 A. Transformator ini berfungsi mengubah tegangan AC 220V menjadi tegangan DC 12V. Dioda bridge pada rangkaian berfungsi sebagai penyearah. Menggunakan baterai 12V/7,2Ah yang akan menjadi sumber tegangan untuk rangkaian inverter yang membutuhkan tegangan masukan 12V

Rangkaian Multivibrator Astabil

Spesifikasi komponen yang digunakan adalah IC 4047, Resistor 33 K Ω dan Kapasitor 0,1 μ F. IC 4047 dirangkai sedemikian rupa, sehingga pin-pin *astable*, *astable*, dan *trigger* mendapat catuan 12 V. Pemberian tegangan 12 V pada pin *astable* dan *astable* dimaksudkan agar operasi *astable* diaktifkan. IC CD4047 memiliki pengatur frekuensi keluaran dengan cara mengubah nilai resistansi dan kapasitasi inputan pada pin 1 dan 2 yang diumpun balik pada pin 3. IC 4047 digunakan pada rangkaian ini karena memiliki dua keluaran pulsa yang berbeda fasa sebesar 180 $^\circ$ pada pin 10 dan 11 serta menggunakan tegangan supply sebesar 12V pada pin 14, dan 0V pada pin 7. Berdasarkan data sheet IC CD4047, periode keluaran pada pin 10 dan 11 adalah 4.40 RC, sehingga dapat dihitung menggunakan persamaan (1).

```

lcd_init(16);
while (1)
{
    PWM=read_adc(3);
    PWM=PWM-512;
    Iout = ((float)PWM*0.007628907); // 20/512*0.1953
    WS1=(7.2/Iout);
    WS2=(WS1/100);
    WS3=((7.2-WS2)-3);
    lcd_clear();
    sprintf(lcd_buffer,"Waktu Sisa:    %0.0002f Menit",WS3);
    lcd_puts(lcd_buffer);
    delay_ms(7000);
}

```

Gambar 8. Listing Program

$$F = \frac{1}{4,4xRxC} \quad (1)$$

maka untuk menghasilkan frekuensi 60 Hz, resistor yang digunakan adalah 33 K Ω dengan kapasitor 0,1 μ F

$$F = \frac{1}{4,4x33x0,0000001} = 68,87Hz$$

Rangkaian Driver dan Penguat Akhir

Pada rangkaian ini menggunakan Mosfet IRF540. Mosfet berfungsi sebagai saklar. Dirangkai secara paralel agar rangkaian tidak menjadi cepat panas. Output dari rangkaian driver adalah transformator CT 12V 5A yang merupakan penguat akhir untuk mengubah tegangan DC 12V menjadi tegangan AC 220V.

Sensor Arus

Sensor arus pada rangkaian, yaitu IC ACS712 digunakan untuk mendeteksi arus yang lewat. Pin IP+ disambungkan pada relay yang berada pada posisi NC. Pin IP- disambungkan ke trafo *step up*. Pin VCC disambungkan ke PORTA VCC mikrokontroler. Pin GND disambungkan ke PORTA GND mikrokontroler dan pin OUT disambungkan ke PORTA7 mikrokontroler.

Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega16. PORTA disambungkan dengan sensor arus, PORTC disambungkan dengan LCD. Mikrokontroler berfungsi untuk memprogram data yang harus diprogram agar tampilan pada LCD sesuai dengan yang kita inginkan. Board ATmega16 di supply tegangan 5 VDC yang diambil dari aki.

Rangkaian Pengendali

Saat PLN memberi tegangan pada rangkaian *power supply*, *power supply* berfungsi mengisi aki. Muatan listrik dari PLN juga mengalir pada relay yang berada dalam posisi NO yang kemudian diteruskan ke output. Saat PLN padam, sumber energi berasal dari aki yang kemudian dialirkan ke rangkaian UPS, lalu diteruskan ke output saat relay berada pada posisi NC.

Rangkaian Level Indikator baterai

Rangkaian Level Indikator Baterai akan memberi tahu tentang level tegangan baterai. Jika baterai terisi penuh (12V), maka 9 lampu akan menyala dan semakin berkurang level baterai, lampu akan mati satu per satu.

C. Pemrograman AVR

Listing pemrograman dapat dilihat pada gambar 8.

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Rangkaian Power Supply

TABEL I. TEGANGAN DAN ARUS MASUKAN DAN KELUARAN POWER SUPPLY

Vin (V) [AC]	Iin (A) [AC]	Vout (V) [DC]	Iout (A) [DC]
220 V	0,04 A	13,2 V	1,06 A

Tabel I menunjukkan tegangan yang masuk pada rangkaian power supply sesuai dengan jumlah tegangan PLN, yaitu 220V AC. Untuk tegangan dan arus keluaran, merupakan tegangan dan arus yang diukur pada keadaan aki sedang mengisi.

B. Waktu Pengisian Aki

Kapasitas aki mampu menampung beban arus sebesar 7,2 Ah. Pada keadaan aki kosong, arus yang mengalir saat aki diisi adalah 1,06 A [DC]. Waktu pengisian aki dapat diukur menggunakan rumus persamaan (2).

$$\text{waktu pengisian aki} = \frac{\text{Kapasitas aki (Ah)}}{\text{Arus Charge (A)}} \quad (2)$$

$$\text{waktu pengisian aki} = \frac{7,2 \text{ Ah}}{1,06 \text{ A}} = 6,79 \text{ jam}$$

C. Rangkain Inverter

Sinyal keluaran rangkaian pembangkit sinyal

Gambar 9 merupakan gambar sinyal keluaran dari pin 10 dan 11 pada IC 4047. Dalam keluaran sinyal diatas menunjukkan beda fasa sebesar 180°. Vpp sebesar 13,2 V dengan skala 2 V pada kedua channel.

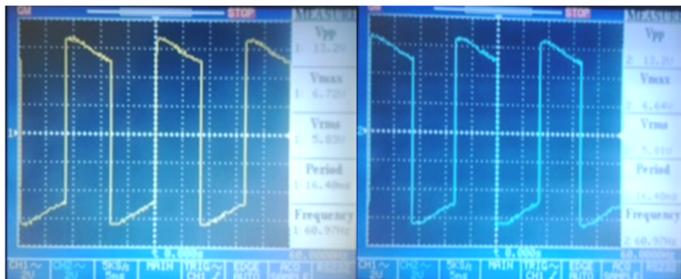
Frekuensi keluaran rangkaian pembangkit sinyal

Berdasarkan gambar 10, periode yang terhitung adalah sebesar 16,40 ms, dengan faktor pengali sebesar 5 ms,

$$T = 16,40 \text{ ms} = 0,0164 \text{ s}$$

sehingga untuk menghitung frekuensi adalah sebagai berikut :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,0164} = 60,97 \text{ Hz} \quad (3)$$



Gambar 9. Sinyal keluaran pin 10 & 11 IC CD4047

Sinyal keluaran rangkaian driver

Gambar 11 menunjukkan sinyal keluaran dari rangkaian driver yang terdiri dari mosfet IRF540. Sinyal keluaran ini juga memiliki beda fasa 180°, sesuai dengan sinyal keluaran dari IC CD4047. Vpp sebesar 28,0 V dengan skala 5 V.

Hasil pengukuran pada tabel II merupakan pengukuran tegangan dan arus masukan dan keluaran trafo step up tanpa beban.

Gambar 12 menunjukkan sinyal keluaran dari trafo step up.

D. Tegangan dan Arus saat diberi beban

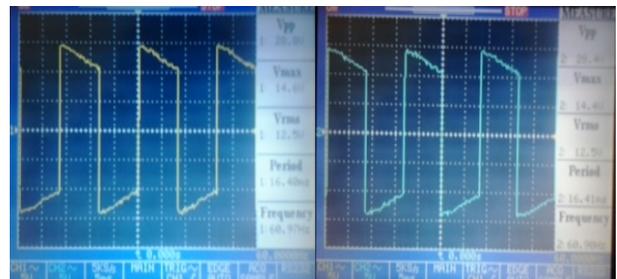
Saat UPS diberi beban, semakin besar daya beban yang diberikan, tegangan UPS akan semakin kecil dan arus akan semakin besar (lihat pada tabel III).

E. Tegangan dan arus UPS saat diberi beban 114,2 watt terhadap fungsi waktu

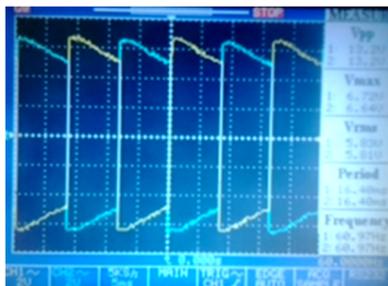
Hasil pengukuran diatas menunjukkan saat UPS diberi beban lampu sebesar 114,2 watt. Dalam waktu sekitar 5 menit, lampu sudah tidak menyala lagi, dengan tegangan sebesar 36 V, arus 0,17 A. (lihat pada tabel IV).

F. Tegangan dan arus UPS saat diberi beban laptop

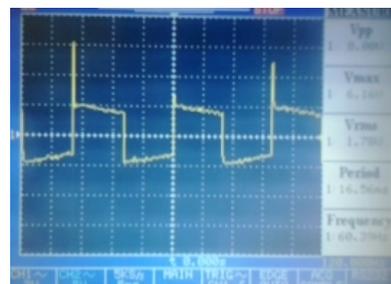
Hasil pengujian diatas saat UPS diberi beban men-charge laptop. Dengan nilai yang tertera pada charge laptop berupa Input 100-240V 1,7A 50-60Hz, Output 19V 3,42A 65W. Daya murni sebesar 32,4W (lihat pada tabel V).



Gambar 11. Sinyal keluaran rangkaian driver



Gambar 10. Frekuensi keluaran rangkaian pembangkit sinyal



Gambar 12. Sinyal keluaran trafo step up

TABEL II. TEGANGAN DAN ARUS MASUKAN DAN KELUARAN TRAFU STEP UP

Vin (V) [AC]	Iin (A) [AC]	Vout (V) [AC]	Iout(A) [AC]
12 V	0,13 A	220 V	0,007 A

TABEL III. TEGANGAN DAN ARUS SAAT DIBERI BEBAN

Daya (W)	Tegangan (V) [AC]	Arus (A) [AC]
15,1 W	199 V	0,07 A
30,8 W	183,2 V	0,14 A
57,6 W	109,6 V	0,23 A
73,7 W	96,8 V	0,25 A
114,2 W	85,1 V	0,32 A

TABEL IV. TEGANGAN DAN ARUS UPS SAAT DIBERI BEBAN 114,2 WATT TERHADAP WAKTU

Waktu (menit)	Tegangan (V) [AC]	Arus (A) [AC]
0	85,1	0,32
5	36	0,17

G. Tegangan dan arus UPS saat diberi beban solder

Hasil pengukuran diatas saat UPS diberi beban solder dengan keterangan yang tertera pada solder yaitu AC 220V-240V 25W-200W. Daya murni sebesar 17,7W-35,4W. Dapat dilihat pada tabel VI.

V. KESIMPULAN

Semakin lama waktu pengisian aki, semakin kecil arus DC yang mengalir dan tegangan DC pada aki akan semakin meningkat. Semakin besar daya yang dibebankan pada UPS, maka tegangan AC dari inverter akan semakin berkurang dan arus AC yang lewat akan semakin besar. Berkurangnya tegangan UPS menyebabkan waktu penggunaan UPS-pun semakin berkurang. Lama masa aktif UPS tergantung dari beban yang dibebankan pada UPS.

TABEL V. TEGANGAN DAN ARUS UPS SAAT DIBERI BEBAN LAPTOP

Waktu (menit)	Tegangan (V) [AC]	Arus (A) [AC]
0	192,5	0,04
5	190,0	0,15
10	189,0	0,11
20	180,9	0,08
30	145,3	0,05

TABEL VI. TEGANGAN DAN ARUS UPS SAAT DIBERI BEBAN SOLDER

Waktu (menit)	Tegangan (V) [AC]	Arus (A) [AC]
0	190,1	0,32
5	84,8	0,51
10	86,6	0,51
20	76,0	0,45

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.P. Malvino, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1996.
- [2] B. G.Wollard, *Elektronika Praktis*, PT. Pradnya Pramita, Jakarta, 1999.
- [3] P. Horowitz & H. Winfiled, *Seni dan Disain Elektronika*, Jakarta: Penerbit PT Multi Media Gramedia Grup, 1985.
- [4] Pujiono, *Rangkaian Elektronika Analog*, Graha Ilmu. Yogyakarta, 2012.
- [5] T.S. Widodo, *Elektronika Dasar*, Salemba Teknika, Jakarta, 2002.
- [6] Y. A. Sulu'padang, Perancangan Prototipe UPS 1 Fasa, 220V Menggunakan IC 4047, *Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi*. Manado, 2009.
- [7] Z. Zainudin, *Analisis Rangkaian*, Edisi Kedua, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2007.