



Aplikasi Sistem UPS untuk Suplai Listrik Cadangan pada Instalasi Rumah Tinggal dengan Menggunakan IC AT 89S51

UPS System Application for Backup Power Supply

in Residential Installation Using IC AT 89S51

Eva Kurnia¹, Indro Wicaksono²

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

¹ elvafic@yahoo.co.id

Abstract

Currently we can know development of technology in the various industries. It will make change of lifestyle in the science. One of kind is requirement's people that will electricity power. So that needed the electricity power supply continuously, but sometimes distribution of electricity power to the house there is problem that caused by many factors such as cable of power supply damage, fuse protection burn out and many more. The trouble of electricity supply can make damage to the equipment like as television, computer, refrigerator and others. Electricity Installation of house currently, a little which applicatiated by UPS protection system. The trouble of electricity supply has suffered many peoples, therefore the aim of this final assignment is about design and manufacture of UPS system by controlled IC AT 89S51. UPS system can regulate selectivity power and back up the loss power of electricity as well, besides that it can know the characteristic and voltage value in the microcontroller system. With UPS protection system we hope can minimize the suffering effect from loss electricity power.

Keywords: *Uninterruptible Power Supply, microcontroller system.*

Abstrak

Pada saat ini dapat di lihat kemajuan di berbagai bidang industri. Hal ini akan mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan dan perubahan gaya hidup manusia dalam bidang teknologi dan ilmu pengetahuan sesuai dengan perkembangan zaman. Salah satunya adalah pentingnya ketersediaan listrik pada instalasi rumah tinggal. Terkadang pada instalasi rumah tinggal mengalami gangguan suplai listrik, yang di sebabkan oleh berbagai faktor. Diantaranya gangguan terputusnya konektor kabel suplai, kerusakan pada pengaman sekring, dan lain sebagainya. Gangguan terputusnya suplai listrik bisa mengakibatkan kerusakan pada peralatan listrik rumah tangga. Pada instalasi rumah tinggal saat ini, banyak yang belum dilengkapi sistem proteksi UPS. Banyak masyarakat mengalami kerugian yang disebabkan oleh kerusakan peralatan listrik yang diakibatkan dari gangguan-gangguan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan selektifitas pada sistem UPS untuk suplai listrik cadangan pada instalasi rumah tinggal. Selain itu juga mengetahui karakteristik dan nilai tegangan yang bekerja pada sistem mikrokontroler tersebut. Jadi masyarakat bisa mendapatkan solusi guna meminimalis kerugian akibat pemadaman listrik..

Kata kunci: Uninterruptible Power Supply, sistem mikrokontroler.

1. Pendahuluan

Pada saat ini dapat di lihat kemajuan di berbagai bidang industri. Hal ini akan mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan dan perubahan gaya hidup manusia dalam bidang teknologi dan ilmu pengetahuan sesuai dengan perkembangan zaman. Salah satunya adalah pentingnya ketersediaan listrik pada instalasi rumah tinggal. Terkadang pada instalasi rumah tinggal mengalami gangguan suplai listrik, yang di sebabkan oleh berbagai faktor. Diantaranya gangguan terputusnya konektor kabel suplai, kerusakan pada pengaman sekring, dan lain sebagainya. Gangguan terputusnya suplai listrik bisa mengakibatkan kerusakan pada peralatan listrik rumah tangga.

Pada instalasi rumah tinggal saat ini, banyak yang belum dilengkapi sistem proteksi UPS. Banyak masyarakat mengalami kerugian yang disebabkan oleh kerusakan peralatan listrik yang diakibatkan dari gangguan-gangguan tersebut.

Uninterruptible Power Suplay (UPS)

Merupakan sistem penyedia daya listrik yang sangat penting dan diperlukan sekaligus dijadikan sebagai benteng dari kegagalan daya serta kerusakan sistem dan hardware. Fungsi utama UPS adalah memberikan kesempatan waktu yang cukup kepada kita untuk segera melakukan back up data dan mengamankan Operation System (OS) dengan melakukan shutdown sesuai prosedur ketika listrik utama PLN padam

Sistem Mikrokontroler

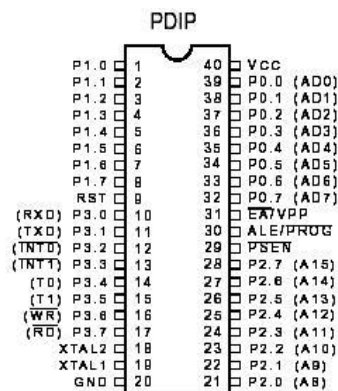
Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer.

Bahasa Pemrograman Mikrokontroler

Yang akan kita pelajari disini menggunakan komplier BASCOM-8051, yaitu komplier yang menggunakan bahasa BASIC. Alasannya adalah bahasa BASIC relative lebih mudah dibanding bahasa tingkat tinggi lainnya. Kemudian komplier cukup lengkap karena untuk komunikasi serial, sehingga proses perancangan sistem yang di buat akan lebih mudah.

Mikrokontroler AT89S51

Pada mikrontroler AT89S51 memiliki beberapa fitur diantaranya kompatibel dengan produk MCS-51, 8 Kb *in system programmable flash memory*, dapat deprogram sampai 1000 kali pemrograman, tegangan kerja 4.0 – 5.5 volt, beroperasi antara 0 – 33 Mhz, tiga tingkatan program memory lock, 256 x 8 bit RAM internal, 32 saluran I/O, tiga buah *timer/counter* 16 bit, 8 buah sumber interupsi, saluran UART serial *full duplex, mode low-power idle dan power-down, interrupt recovery dari mode power-down, watchdog timer*.



Gambar 1. Konfigurasi Pin AT89S51
(Agfianto Eko P. 2006 : 84)

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 40 kaki, 32 kaki digunakan untuk keperluan port parallel. Setiap port terdiri atas 8 pin, sehingga terdapat 4 port yaitu port 0, port 1, port 2, dan port 3. Konfigurasi Pin ditunjukkan pada gambar 1. Fungsi beberapa pin AT89S52 adalah VCC dihubungkan ke sumber tegangan +5v,

GND dihubungkan ke ground, RST mengembalikan kondisi kerja mikrokontroler pada posisi awal. Pin ini harus diberi logika 1 selama 2 siklus mesin untuk mengaktifkannya,

ALE PROG pulsa output ALE akan low byte selama mikrokontroler melakukan pengaksesan ke memori eksternal. Pin berfungsi pula sebagai input pulsa program selama flash programming. Pada operasi normal , ALE mengeluarkan nilai konstan 1/16 frekuensi osilator. Satu pulsa ALE dilewati setiap akses ke memori data eksternal. Jika mengoperasikan ALE, mikrokontroler dapat di-disable oleh seting bit 0 dari SFR dengan BEH.

EA /Vpp (External Access Enable) EA atau harus dihubungkan ke Vcc untuk mengeksekusi program internal. Untuk mengakses memori eksternal, EA harus dihubungkan ke ground.

PSEN (Program Store Enable) adalah membaca strobe ke memori program eksternal. Ketika AT89x51 mengeksekusi kode dari memori program eksternal, PSEN diaktifkan dua kali setiap mesin kerja. XTAL1 input ke penguat inverting osilator dan masukan ke rangkaian clock internal, XTAL2 Output dari penguat clock inverting osilator.

Pengorganisasian Memori

Program memori hanya dapat dibaca (diletakkan pada ROM/EPROM). Untuk membaca program memori eksternal, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal PSEN (Program Store Enable). Sebagai data memori eksternal, kita dapat menggunakan RAM eksternal 64 K byte). Dalam

pengaksesannya mikrokontroler akan mengirimkan sinyal RD (Read, yaitu melakukan operasi pembacaan data) dan memerlukannya, program memori dan eksternal data dapat dikombinasikan dengan menyatukan sinyal RD dan PSEN ke dalam input sebagai read (baca) untuk program memori atau eksternal data.

Analog Digital Converter (ADC)

Konverter analog ke digital atau ADC (Analog to Digital Converter), adalah alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan analog pada input menjadi tegangan digital pada outputnya, sehingga data tersebut akan terbaca oleh peralatan interface dan dapat diproses oleh mikroprosesor.

Signal Conditioning

Keluaran dari differential amplifier masuk ke rangkaian signal conditioning, dimana range kerja dari sensor digeser menuju posisi zero sama dengan nol. Dengan menentukan besarnya tegangan referensi agar besarnya sama dengan tegangan yang akan digeser pada posisi nol, yaitu dengan mengatur variable resistor.

Power Supply

Power supply merupakan sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronika untuk bekerja. Besar power supply ini tergantung oleh spesifikasi dari alat masing-masing. Beberapa komponen penunjang dari rangkaian pencatu daya meliputi :

- Transformator atau trafo sering digunakan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik 110 / 220 volt pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih rendah pada kumparan sekundernya.
- Diode pada rangkaian catu daya ini berfungsi sebagai penyearah tegangan bolak – balik (VAC) menjadi tegangan searah (VDC).
- Kapasitor ini berfungsi untuk meratakan denyutan-denyutan (ripple) tersebut dan memberikan suatu tegangan searah yang hampir murni.

Relay

Relay adalah peralatan yang menggunakan electromagnet dalam memberikan gaya untuk membuka atau menutup switch. Standar tegangan untuk relay DC adalah 6, 12, 24, 48, dan 100 (volt). Kinerja relay DC lebih mantap karena kecepatan switching relay DC lebih rendah dibandingkan dengan relay AC karena induktansi dari koil menekan kecepatan menaikkan arus. Kerugiannya adalah memerlukan catu daya DC yang khusus.

Regulator

Pemakaian regulator pada pencatu daya berfungsi sebagai stabilitas tegangan. Komponen aktif ini mampu meregulasi tegangan menjadi stabil. Komponen ini sudah dikemas dalam sebuah IC regulator tegangan tetap yang biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (current limiter) dan juga pembatas suhu (thermal shutdown).

Inverter

Inverter merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi sebagai pengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan menggunakan metode switching dengan frekuensi tertentu. Switching itu sendiri adalah proses perpindahan antara kondisi ON dan OFF ataupun sebaliknya. Pencacah arus DC dengan proses switching ini dimaksudkan agar terbentuk gelombang AC yang dapat diterima oleh peralatan/beban listrik AC.

LCD (Liquid Crystal Display)

Teknologi LCD adalah penggabungan dari kedua benda keras dan cair. Molekul– molekulnya memiliki arah yang sama seperti sifat padat, tetapi molekul–molekul itu dapat bergerak bebas seperti pada cairan. Fase kristal cair ini berada lebih dekat dengan fase cair karena dengan sedikit penambahan temperature (pemanasan) fasenya langsung berubah menjadi cair. Sifat ini menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap temperatur. Sifat inilah yang menjadi dasar utama pemanfaatan kristal cair dalam teknologi.



Gambar 2. *Liquid Crystal Display*

Baterai

Baterai adalah alat elektro kimia yang di buat untuk mensuplai listrik ke system starter mesin, system pengapian, lampu–lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Di dalam baterai terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat yang berasal dari timah.

Dasar Pemrograman BASIC

Dalam program BASCOM, karakter dasarnya terdiri atas karakter alphabet (A-Z dan a-z), karakter numeric (0-9), dan karakter special

Tabel 1. Karakter Special

Karakter	Nama
	Blank atau spasi
'	Apostrophe
*	Asterisk (simbol perkalian)
+	Plus sign
,	Comma
-	Minus sign
.	Period (decimal point)
/	Slash (division symbol) will be handled as
:	Colon
“	Double quotation mark
;	Semicolon
<	Less than
=	Equal sign (assignment symbol or relational operator)
>	Greater than
\	Backslash (integer or word division symbol)

Tipe Data

Setiap variable dalam BASCOM memiliki tipe data yang menunjukkan daya tampungnya. Hal ini berhubungan dengan penggunaan memori mikrokontroler. Berikut adalah tipe data pada BASCOM berikut keterangannya.

Tabel 2. Tipe Data Bascom

Tipe Data	Ukuran (byte)	Range
Bit	1/8	-
Byte	1	0-255
Integer	2	-32,768- +32,767
Word	2	0 - 65535
Long	4	2147483648 - 2147483647
Single	4	-
String	Hingga 254 byte	-

Tujuan penelitian ini adalah:

- Mengetahui nilai tegangan dan arus yang bekerja pada sistem mikrokontroler dengan menggunakan IC AT89S51.
- Mengetahui karakteristik IC AT89S51 yang di aplikasikan pada sistem UPS untuk suplai listrik cadangan pada instalasi rumah tinggal.
- Mendapatkan suatu solusi untuk meningkatkan selektivitas pada sistem UPS untuk suplai listrik cadangan pada instalasi rumah tinggal.

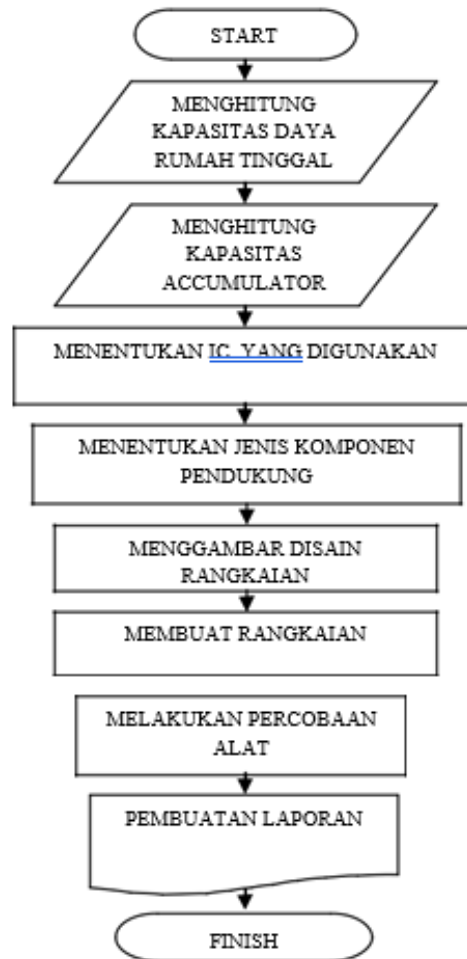
2. Metodologi

Konsep Dasar Perancangan Alat

Langkah – langkah dalam melaksanakan pembuatan alat adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai daya listrik dan mengumpulkan data
2. Menentukan dan menyiapkan bahan-bahan pembuatan alat.
3. Membuat PCB rangkaian mikrokontroler.
4. Pemasangan dan perakitan komponen.
5. Menginstalasi dan pemrograman rangkaian mikrokontroler.

Flow Chart Perancangan



Perancangan dan Pengumpulan Data

a. Menentukan beban listrik

Beban listrik yang ditentukan pada perencanaan ini adalah sebesar 450 W.

b. Menentukan kapasitas inverter

Kapasitas inverter yang akan digunakan harus memiliki kapasitas lebih besar dari daya terpasang. Sehingga dipilih kapasitas inverter sebesar 500 W.

c. Menentukan kapasitas *power supply*

a. Daya (P) beban = 475 W

b. Daya (P) mikrokontroler adalah total daya yang dibutuhkan oleh rangkaian UPS

$$P \text{ mikrokontroler} = P_a + P_b + P_c + P_d$$

➤ Penentuan Daya IC AT89S51 (P_a) Di ketahui spesifikasi IC AT89S51:

- $V = 5$ volt,
- I (active mode) = 0,025 A,
- I (Port 0) = 0,026 A,
- I Port 1 = I Port 2 = I Port 3 = 0,015 A

$$P_a = V \times I$$

$$P_a = 5 \times (0,025 + 0,026 + 0,015 + 0,015 + 0,015)$$

$$P_a = 0,48 \text{ W}$$

- Penentuan Daya ADC 0804 (Pb) Diketahui spesifikasi ADC 0804
 - $V = 5 \text{ volt}$
 - $I = 0,0025 \text{ A}$
 - $P_b = V \times I$
 - $P_b = 5 \times 0,0025$
 - $P_b = 0,0124 \text{ W}$
- Penentuan Daya LCD (Pc) Diketahui spesifikasi LCD
 - $V_{cc} = 5 \text{ volt}$
 - $I = 300 \mu\text{A} = 0,0003 \text{ A}$ $P_c = V \times I$
 - $P_c = 5 \times 0,0003$ $P_c = 0,0125 \text{ W}$
- Penentuan Daya Buffer IC 74HC541 (Pd)

Diketahui spesifikasi Buffer IC 74HC541

 - $V_{cc} = 5 \text{ volt}$
 - $f_o = f_i = 11,06 \text{ MHz}$
 - $C_l = 15 \text{ pf}$
$$P_d = C_{pd} \times V_{cc}^2 \times f_i + \sum (C_l \times V_{cc}^2 \times f_o)$$

$$P_d = 37 \times (5)^2 \times 11,06 + [15 \times (5)^2 \times 11,0592]$$

$$P_d = 14376,96 \mu\text{W}$$

$$P_d = 0,0144 \text{ W}$$
- Penentuan Daya total mikrokontroler P mikrokontroler

$$= P_a + P_b + P_c + P_d$$

$$= 0,48 + 0,0124 + 0,0125 + 0,0144 = 0,5193 \text{ W}$$

Jadi untuk daya UPS

$$= P_{\text{mikrokontroler}} + P_{\text{beban}}$$

$$= 0,5193 + 450$$

$$= 450,52 \text{ W}$$

d. Menentukan kapasitas aki

Sesuai dengan daya maksimum yang diperlukan sebesar 450,52 W, maka dipilihlah aki dengan spesifikasi GM 60Z-72/60Ah/12V Yuasa. Sehingga sesuai spesifikasi aki didapatkan kemampuan aki untuk mensuplai daya listrik sebagai berikut:

$$P_{\text{total}} = I_{\text{total}} \times V_{\text{aki}}$$

$$450,52 = I_{\text{total}} \times 12$$

$$I_{\text{total}} = 450,52 / 12$$

$$= 37,54 \text{ A}$$

Spesifikasi aki 60 Ah, jika digunakan pada daya 450,52 W bisa mensuplai arus listrik sebesar 37,54 A selama:

$$t = Q/I$$

$$= 60 / 37,54$$

$$= 1,6 \text{ jam.}$$

Besar arus yang mengalir pada pengisian aki 60

Ah:

$$= 10\% \times \text{kapasitas nominal}$$

$$= 10\% \times 60$$

$$= 6 \text{ A}$$

Arus total pemakaian aki yang diambil dari power supply

$$= I_{\text{total}} + I_{\text{pengisian}}$$

$$= 37,54 + 6$$

$$= 43,54 \text{ A}$$

Untuk kemampuan daya power supply yang dibutuhkan adalah:

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \times 43,54$$

$$P = 522,48 \text{ W}$$

Jadi *power supply* yang dibuat mempunyai kapasitas daya minimal 522,48 W.

Artinya spesifikasi aki yang kita pakai dengan kapasitas 60 Ah, jika hanya digunakan untuk kebutuhan lampu penerangan emergency yang berdaya 50,52 W bisa mensuplai arus listrik sebesar:

$$P_{\text{total}} = I_{\text{total}} \times V_{\text{aki}}$$

$$50,52 = I_{\text{total}} \times 12$$

$$I_{\text{total}} = 50,52 / 12$$

$$= 4,21 \text{ A}$$

Sehingga besar kemampuan aki adalah:

$$\begin{aligned}t &= Q/I \\ &= 60 / 4,21 \\ &= 14,25 \text{ jam.}\end{aligned}$$

Besar arus yang mengalir pada pengisian aki 60 Ah

$$\begin{aligned}&= 10\% \times \text{kapasitas nominal} \\ &= 10\% \times 60 \\ &= 6 \text{ A}\end{aligned}$$

Arus total pemakaian aki yang diambil dari power supply

$$\begin{aligned}&= I_{\text{total}} + I_{\text{pengisian}} \\ &= 4,21 + 6 \\ &= 10,21 \text{ A}\end{aligned}$$

Untuk kemampuan daya power supply yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\ P &= 12 \times 10,21 \\ P &= 122,52 \text{ W}\end{aligned}$$

Jadi power supply yang dibuat mempunyai kapasitas daya minimal 122,52 W.

e. Menghitung kecepatan waktu *switching*

Pada spesifikasi kristal mempunyai frekuensi 11,0592 MHz atau 11059200 Hz Sedangkan untuk 1 (satu) instruksi pada program memiliki 11 (sebelas) clock.

Pada program data yang terdapat pada peralatan mikrokontroler ini memiliki instruksi sebesar 178 (seratus).

Maka untuk instruksi sebesar 178 memiliki:

$$\begin{aligned}&= 11 \times 178 \\ &= 1958 \text{ Hz}\end{aligned}$$

Sehingga kecepatan *switching* adalah besar frekuensi kristal dibagi dengan banyaknya clock, yaitu:

$$\begin{aligned}&= 11059200 / 1958 \\ &= 5648,212 \text{ Hz}\end{aligned}$$

Artinya pada sistem mikrokontroler IC AT89S51 memiliki waktu *switching* sebesar:

$$\begin{aligned}&= 1 / 5648,212 \\ &= 0,0001770472 \text{ detik} \\ &= 177,0472 \text{ mikro detik}\end{aligned}$$

Pengujian Alat

Langkah – langkah dalam melaksanakan pengujian alat adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemeriksaan dan pengecekan ulang pada sambungan dan kabel konektor.
2. Menghubungkan alat dengan sumber tegangan PLN (tegangan AC/220 Volt).
3. Menggeser saklar (MCB untuk rangkaian utama dan saklar kontrol untuk rangkaian mikrokontroler) pada posisi “ON”.
4. Memeriksa status kerja alat dan mencatat tegangan yang bekerja pada sistem mikrokontroler.
5. Matikan MCB untuk rangkaian utama secara mendadak sebagai simulasi terjadi pemadaman listrik.
6. Memeriksa status kerja alat dan mencatat tegangan yang bekerja pada sistem mikrokontroler.
7. Menyalakan MCB sebagai simulasi listrik dari PLN masuk pada rangkaian.
8. Memeriksa status kerja alat dan mencatat tegangan yang bekerja pada sistem mikrokontroler.
9. Lakukan kegiatan pada nomor 5, 6 dan 7 secara berulang.
10. Membuat dan menyusun table hasil pengujian alat
11. Membuat analisa hasil pengujian alat

3. Hasil dan Pembahasan

Menghitung tegangan *output power supply*

$$V_r = \frac{2 \times V_p}{\pi}$$

$$V_p = 1,414 \times V_{in}$$

Dilakukan pengambilan data hasil pengukuran untuk tegangan output power supply.

Tabel 3. Tabel Pengujian *Power Supply*

No	Vin (Volt)	Tegangan output tanpa beban (Vp)		Tegangan output Berbeban (Vr)	
		Vp (Volt)	Vp aktual (Volt)	Vr (Volt)	Vr aktual (Volt)
1	12.60	17.82	17.84	11.35	11.39
2	12.57	17.77	17.78	11.32	11.35
3	12.61	17.83	17.81	11.36	11.36
4	12.58	17.79	17.77	11.33	11.37
5	12.58	17.79	17.82	11.33	11.36
6	12.59	17.80	17.77	11.34	11.32
7	12.60	17.82	17.85	11.35	11.38
8	12.58	17.79	17.77	11.33	11.36
9	12.57	17.77	17.74	11.32	11.35
10	12.58	17.79	17.75	11.33	11.37

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan percobaan bisa disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh performa sistem UPS untuk suplai listrik cadangan dengan menggunakan IC AT89S51 setelah di aplikasikan pada instalasi rumah tinggal memiliki waktu switching 177,0472 mikro detik, sehingga sangat cepat.
2. Jika kita menginginkan untuk menaikkan kapasitas beban terpasang maka kita bisa menambah kemampuan aki, kapasitas inverter, dan kapasitas transformator pada power supply yang akan kita butuhkan dengan memakai perhitungan. Kemudian memilih peralatan listrik yang tersedia di pasaran.
3. Manfaat dari perancangan sistem UPS untuk suplai listrik cadangan dengan menggunakan IC AT89S51 yaitu
 - a. Dapat meningkatkan selektivitas pada sistem UPS untuk suplai listrik cadangan pada instalasi rumah tinggal.
 - b. Dengan display LCD kita bisa mengetahui kondisi tegangan yang bekerja pada sistem mikrokontroler dan status rangkaian, baik pada saat operasi sebagai pensuplai arus listrik cadangan maupun pada saat stand by (charging aki) secara otomatis.
4. Kelemahan dari peralatan UPS dengan IC AT89S51 ini adalah:
Program yang bekerja pada sistem mikrokontroler akan mengalami error apabila menerima induksi elektromagnetik dari peralatan listrik lain.

Referensi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wasito S. 2004. *Vademenum Elektronika*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Eko Putra A. 2006. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55(Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta : Gava Media
- [3] Didin Wahyudin. 2007. *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa Basic Menggunakan BASCOM-8051*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta
- [4] Widodo Budiharto. 2002. *Belajar Sendiri 12 Mikrokontroler untuk Pemula* : PT Elex Media Komputindo.
- [5] Djiteng Marsudi. 2002. *Pembangkitan Energi Listrik* : Erlangga.
- [6] Roger L. Tokheim. 2001. *Elektronika Digital* : Erlangga.
- [7] *Menentukan Kebutuhan Listrik Cadangan*. [Http: www.inverterplus.com](http://www.inverterplus.com) (April 2010)
- [8] *Macam-macam Daya Listrik*. [Http:ecaknyo.blogspot.com](http://ecaknyo.blogspot.com). (Agustus 2009)
- [9] *Dunia Teknik*. [Http:duniatehnikku.wordpress.com](http://duniatehnikku.wordpress.com) (05 Januari 2011)