

# Sistem Interupsi Daya Otomatis Dengan Mikrokontroler M68HC11

Endar Suprih W.

L2F098610

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**Abstrak** *Pemakaian energi listrik dalam sebuah jaringan tak terlepas dari faktor keamanan yang ada. Faktor pengaman ini digunakan untuk mencegah kerusakan bila timbul permasalahan dalam jaringan tersebut. Permasalahan yang sering terjadi dalam sebuah jaringan adalah overload atau beban lebih. Ini menyebabkan arus yang masuk ke sistem berlebih. Untuk mencegah hal itu terjadi biasanya digunakan pemutus arus/circuit breaker(CB). CB ini bekerja berdasarkan besaran arus. Bila digunakan CB berkapasitas maksimal 4 A maka arus maksimal yang bisa masuk ke sistem adalah 4 A. Begitu terjadi overload maka otomatis CB akan bekerja memutuskan arus.*

*Walaupun tujuan dari pemutusan arus adalah mencegah terjadinya kerusakan, seringkali membawa kerugian lain dikarenakan sistem yang harus mati keseluruhan. Untuk memecahkan persoalan tersebut, dalam tugas akhir ini ditawarkan sebuah alat yang dapat mencegah terjadinya beban lebih. Alat yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan M68HC11 sebagai komponen utama yang akan mengolah data yang masuk dan juga mengontrol keluaran yang diumpankan kembali ke jaringan.*

*Walaupun dalam bentuk pemodelan, alat ini akan dapat diterapkan dalam skala besar, yang tentu dengan kemampuan perangkat keras alat yang harus terlebih dahulu ditingkatkan.*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Masalah utama dari penggunaan CB terletak dari fungsinya yang hanya sebatas memutuskan arus lebih dan tidak mencegah hal tersebut terjadi. Untuk dapat mencegah diperlukan suatu pengambilan keputusan, sedangkan kemampuan mengambil keputusan inilah yang tidak bisa dimiliki oleh CB. Untuk menutupi kekurangan CB ini maka diperlukan alat yang bisa membuat keputusan beban mana yang akan dimatikan bila kelebihan beban terjadi.

Salah satu keunggulan dari penggunaan mikrokontroler adalah kesederhanaan serta kemudahan dalam pemakaian. Dengan menggunakan sebuah mikrokontroler maka bisa dibangun sistem pengontrolan yang dapat berdiri sendiri tanpa perlu pemantuan lagi. Dalam Tugas akhir ini penulis mencoba membangun model sistem pengontrolan yang dapat mewakili sebuah sistem jala-jala listrik dalam sebuah jaringan. Dengan otak yang akan memproses data adalah mikrokontroler M68HC11 buatan Motorola. Tindakan pencegahan beban lebih menggunakan sistem prioritas. Sistem prioritas akan dapat memutuskan beban mana yang akan dimatikan bila terjadi beban lebih

### 1.2 Tujuan

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk membuat alat yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak dengan mikrokontroler M68HC11 sehingga dapat digunakan untuk hal-hal tersebut dibawah ini:

1. Membatasi besar arus yang masuk ke sistem untuk mencegah beban lebih.
2. Mengatur prioritas beban yang harus dimatikan bila sistem terjadi beban lebih.
3. Secara fleksibel dapat mengatur besarnya arus maksimal yang masuk ke sistem

### 1.3 Pembatasan Masalah

Untuk mengatasi permasalahan yang mungkin timbul selama pembuatan dan agar permasalahan yang ada tidak terlalu melebar maka diperlukan pembatasan masalah.

1. Sistem hanya digunakan pada jaringan 1 fasa.
2. Sistem menggunakan mikrokontroler M68HC11 buatan Motorola.
3. Menggunakan maksimal 8 kelompok beban yang sudah cukup mewakili sistem prioritas.
4. Arus maksimal hanya dibatasi sampai 2,5 A.
5. Arus yang dibaca tidak dimonitoring, tetapi hanya diproses untuk pengaturan beban.

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Mikrokontroler

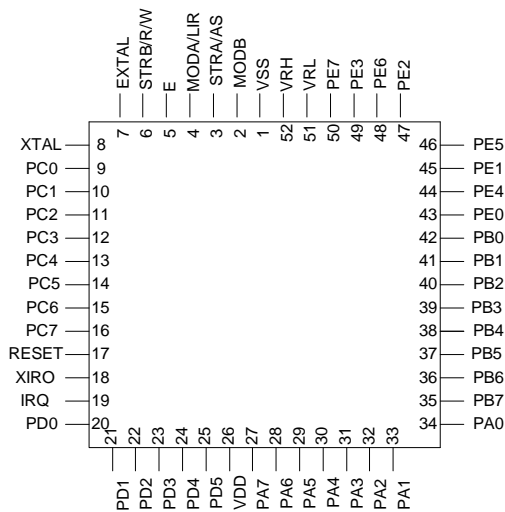
Mikrokontroler M68HC11A1 mempunyai suatu keping tunggal yang memuat suatu sistem mikrokontroler terintegrasi dengan konfigurasi sebagai berikut:

1. RAM dengan kapasitas 256 byte.
2. EEPROM dengan kapasitas 512 byte.
3. Port A, merupakan kombinasi masukan dan keluaran sebanyak 8 bit, yaitu port A0 – A2

untuk input, A3 – A6 sebagai output dan A7 dapat digunakan sebagai input atau output.

4. Port B dan Port C, merupakan port data dan alamat.. Port B untuk alamat atas (ADDR8, ADDR9, ..., ADDR15) dan Port C untuk data dan alamat bawah (ADDR0, ADDR1, ... , ADDR7)
5. Port D, selain sebagai port parallel I/O biasa juga dapat di kembangkan sebagai jalur SPI (Serial Peripheral Interface).
6. Port E, port masukan baik analog maupun digital ke dalam sistem mikrokontroler M68HC11.

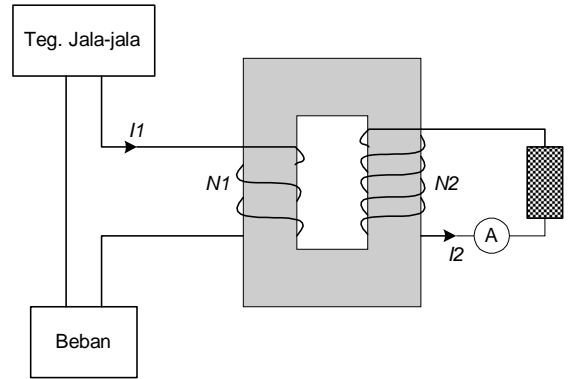
Dalam gambar 2.1 dapat dilihat susunan pena dari keping mikrokontroler M68HC11A1.



Gambar 2.1 Pena Mikrokontroler M68HC11A1.

## 2.2 Transformator Arus

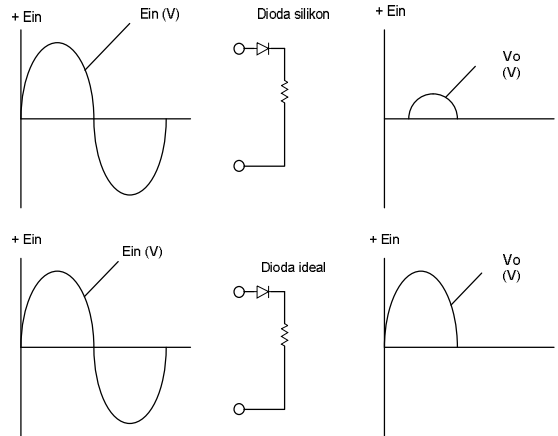
Guna utama dari tranformator arus adalah menyediakan cara pengurangan arus saluran ke harga yang dapat digunakan untuk mengoperasikan alat pengukur arus rendah. Sehingga alat pengukur ini benar-benar terpisah dari rangkaian utama. Karena ternsformator arus ini digunakan berkaitan dengan alat pengukur arus, maka lilitan primernya dirancang untuk dihubungkan secara seri dengan saluran. Oleh karena itu impedansi lilitan primer harus dibuat serendah mungkin. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan lilitan kawat yang bertahanan rendah yang mampu membawa arus saluran yang nilainya tertentu. Gambar 2.2 memperlihatkan kontruksi dari trafo arus yang dihubungkan secara seri dengan beban.



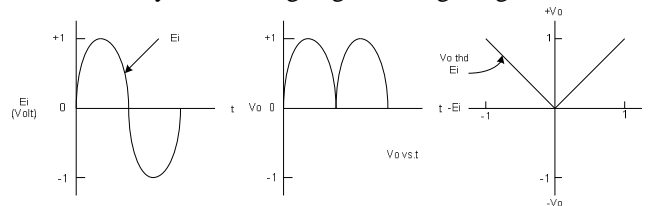
Gambar 2.2 Konstruksi transformator arus

## 2.3 Penyearah Presisi

Keterbatasan utama dari dioda silicon biasa adalah bahwa dioda ini tidak mampu menyearahkan tegangan dibawah 0,6 V. Seperti tampak dalam gambar 2.3, Vo tidak menanggapi masukan positif dibawah 0,6 V dalam sebuah penyearah setengah gelombang biasa yang dibentuk dengan sebuah dioda silicon. Gambar 2.3. memperlihatkan bentuk-bentuk gelombang untuk sebuah dioda ideal. Tegangan keluar yang terjadi utk semua tegangan masukan positif, bahkan yang dibawah 0,6 V. Untuk dapat menyearahkan layaknya dioda ideal dapat digunakan rangkaian yang menggunakan Opamp. Dengan menggunakan opamp (penyearah presisi) maka akan diperoleh karakteristik gelombang seperti dperlihatkan dalam gambar 2.4.



Gambar 2.3 Penyearah setengah gelombang dengan dioda.

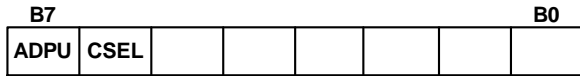


Gambar 2.4 Karakteristik masukan dan keluaran yang dihasilkan oleh penyearah presisi gelombang penuh

## 2.4 Analog to Digital Converter (ADC)

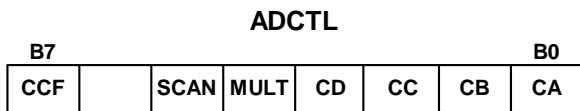
Didalam chip mikrokontroler M68HC11 terdapat ADC internal yang dapat diaktifkan dengan menggunakan beberapa register control. Terdapat dua buah register control yang digunakan yaitu OPTION dan ADCTL.

Konversi sinyal analog ke digital pada mikrokontroller M68HC11A1 dimulai dengan mengatur register OPTION, yaitu register pada blok alamat \$1039, yang berisi dua bit yang berkaitan dengan ADC, yaitu bit ke-7 (ADPU) dan bit ke-6 (CSEL). Pemetaan register tersebut dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 OPTION Register

Untuk mengaktifkan ADC, maka CPU harus menuliskan biner 1 ke ADPU (*A/D Power Up*) pada OPTION Register, setelah itu barulah proses ADC dapat dimulai. Pada Proses ADC M68HC11A1 biasanya menggunakan *E clock* yang harus dapat menjaga larik kapasitor dari disipasi selama proses konversi. Bit ke-6 dari Register OPTION yaitu CSEL, dimana bit ini dapat di set jika ingin mengaktifkan *clock* internal dari osilator RC pada M68HC11A1. CSEL biasanya diaktifkan jika *E clock* terlalu lambat, sehingga konversi tidak dapat memberikan pendekatan sebenarnya. Besarnya *clock* internal dengan mengaktifkan CSEL ini mendekati 2 MHz. Register ADCTL atau *A/D Control Register* mengontrol tentang konversi analog ke digital. Blok register ADCTL terdapat pada alamat \$1030, yang dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Register ADCTL

Tiap bit dalam register ADCTL mempunyai fungsi khusus dalam pengontrolan terhadap proses ADC.

### 2.5 Perangkat Antar Muka Paralel Terprogram (PPI)

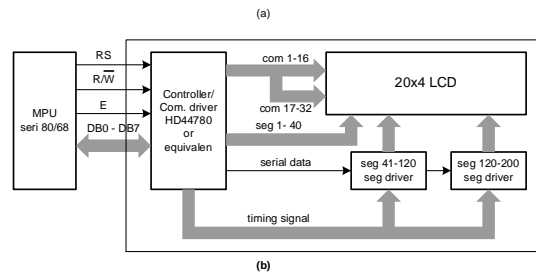
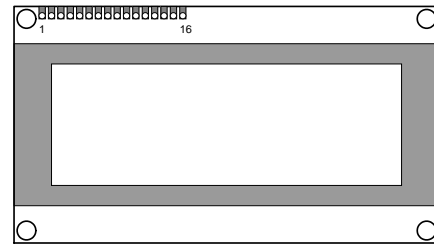
Perangkat antar muka paralel terprogram (*Programmable Peripheral Interface, PPI 8255*) merupakan perangkat interface I/O untuk tujuan umum.

PPI 8255 adalah komponen untuk unit masukan dan keluaran serbaguna dan dapat dihubungkan dengan berbagai macam mikroprosesor. IC PPI 8255 dikemas dalam kemasan standar DIP (*Dual Inline Package*) mempunyai 40 pin. IC ini memiliki 24 saluran masukan dan keluaran yang terbagi dalam tiga terminal, yaitu *Port A*, *Port B* dan *Port C*, serta dapat diprogram dengan tiga macam operasi kerja.

### 2.6 Penampil Kristal Cair (LCD)

LCD ini apabila dilihat dari atas seperti gambar dan blok diagramnya seperti gambar 2.7. LCD ini

mempunyai 16 pin input, yang dihubungkan dengan mikroprosesor atau mikrokontroller.

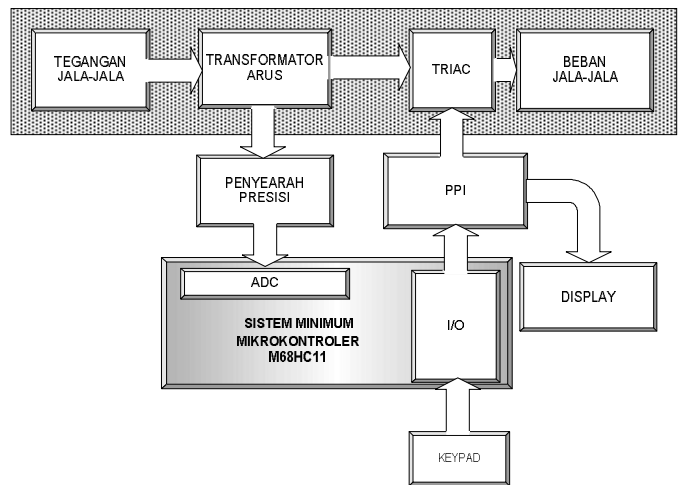


Gambar 2.7 (a) LCD tampak dari depan, (b) Blok diagram LCD

## III. PERANCANGAN ALAT

### 3.1 Perangkat Keras

Perancangan model sistem interupsi daya ini dibagi menjadi beberapa blok bagian. Blok diagram dari perancangan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok system interupsi daya

Model sistem interupsi dibagi menjadi 4 bagian yaitu:

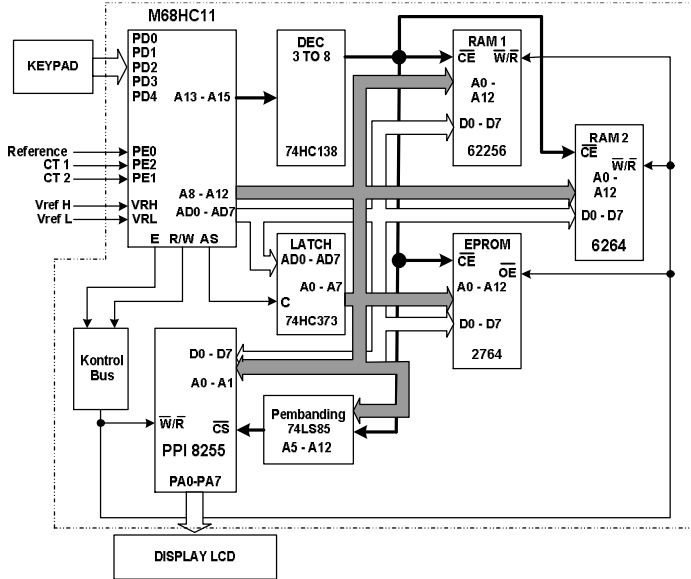
1. Transformator arus, berupa trafo step down, yang akan menurunkan arus pada sisi sekunder.
2. *Liquid Crystal Display* (LCD), untuk menampilkan hasil pengukuran energi.
3. *Keypad*, untuk input interupsi pemilih beban kamar A atau B yang akan ditampilkan di LCD.
4. Sistem minimum mikrokontroller M68HC11, dalam sistem minimum ini terdiri dari penyandi alamat, penahan (*latch*), RAM, EPROM, PPI

8255. Sistem minimum ini digunakan untuk pengolahan data input maupun output.

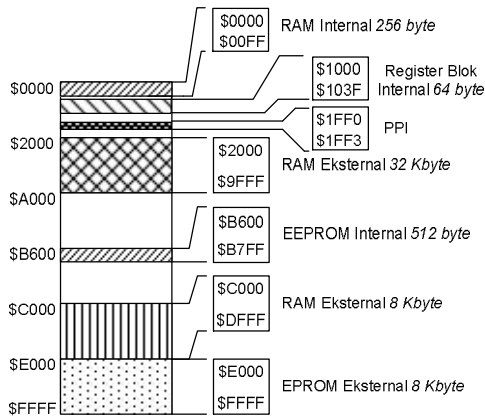
5. Triac, sebagai saklar elektronis yang akan mengatur beban.

### 3.1.2 Sistem Minimum Mikrokontroler M68HC11

Sistem minimum M68HC11 terdiri dari beberapa komponen pendukung yaitu penyandi alamat (*address decoder*), penahan alamat (*address latch*), RAM, EPROM, rangkaian pembanding untuk masukan *chip select* PPI 8255. Dalam gambar 3.2 dapat dilihat diagram blok sistem minimum yang menggunakan mikrokontroler M68HC11A1. Peta memori dapat dilihat pada gambar 3.3.



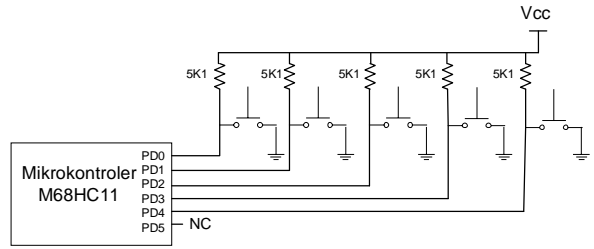
Gambar 3.2 Diagram blok sistem minimum M68HC11



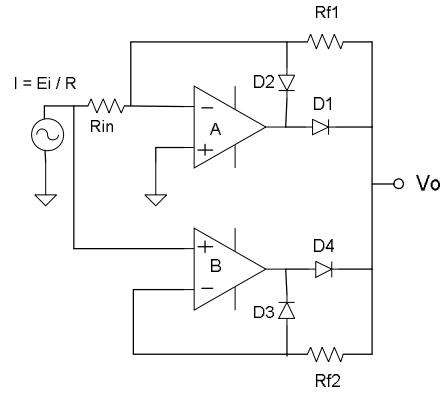
Gambar 3.3 Pemetaan alamat memori mikrokontroler M68HC11A1

### Keypad

Fungsi umum dari port D ini adalah 6 bit paralel I/O. Dalam tugas akhir ini port D hanya difungsikan sebagai port input yang digunakan untuk masukan keypad. Dalam gambar 3.4 diperlihatkan rangkaian keypad yang menggunakan 5 bit jalur input ke port D.



Gambar 3.4 PortD sebagai input keypad



Gambar 3.5 Penyearah presisi

ADC pada mikrokontroler ini mengkonversi masukan analog ke nilai ekuivalen biner 8-bit atau bilangan \$00 - \$FF pada sistem bilangan heksadesimal. Besarnya nilai range pengkonversian bergantung dari dua buah tegangan referensi yang diberikan, yaitu  $V_{REFH}$  dan  $V_{REFL}$  pada pin ke 52 dan 51 dari chip Mikrokontroler. Mikrokontroler M68HC11A1 dapat menskala input dengan referensi 0 V sampai +5 V. Pada perancangan alat ini digunakan tegangan referensi 0 V sampai 3,84 V. Nilai tegangan terkecil yang dapat dikenali atau disebut dengan *step size* dari proses ADC ini dapat dihitung sebagai berikut.

$$\Delta V = V_{REFH} 2^{-n}$$

Dimana:  $\Delta V$  = tegangan terkecil yang dapat dikenali  
 $n$  = jumlah bit (dalam hal ini  $n = 8$ )

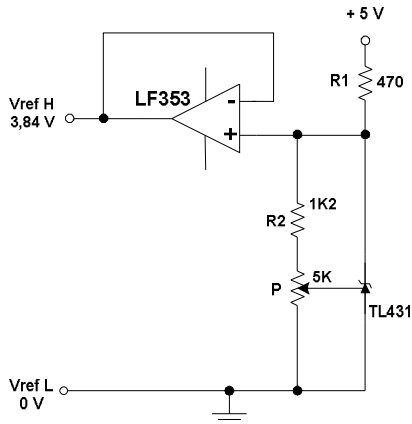
Dari sini dapat dihitung besarnya *step size* dari proses ADC yaitu sebesar:

$$\Delta V = V_{REFH} 2^{-n}$$

$$\Delta V = (3,84) 2^{-8}$$

$$= 15 \text{ mV}$$

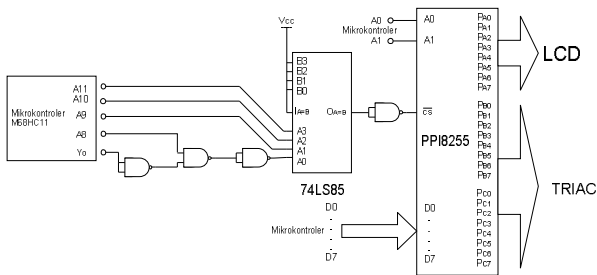
Untuk menghasilkan tegangan yang besarnya presisi sebesar 3,84 V (sebagai tegangan reference pada input ADC) penulis menggunakan rangkaian berisi Opamp LF353 serta sebuah zener tipe TL341. Dalam gambar 3.5 diperlihatkan sumber tegangan reference yang digunakan dalam perancangan. Potensiometer, P, digunakan untuk mendapatkan tegangan yang benar-benar presisi besarnya.



Gambar 3.6 Rangkaian tegangan reference

Dalam tugas akhir ini PPI digunakan sebagai port parallel untuk menggerakkan Triac dan LCD. Untuk menghindari penggunaan alamat yang sama dengan alamat memori eksternal maka penulis menggunakan rangkaian tambahan untuk dapat mengaktifkan PPI. Rangkaian tambahan ini menggunakan sebuah IC comparator 74LS85 serta 5 buah gerbang NAND yang terdiri dari dua buah IC 7400 dan diagram bloknya diperlihatkan dalam gambar 3.10

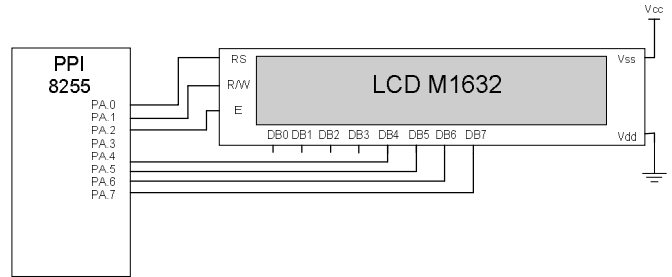
Dalam perancangan penulis menggunakan ruang alamat yang kosong antara \$103F sampai \$2000. PPI akan aktif bila  $\overline{cs}$  direset. Hal ini dapat dipenuhi bila keluaran dari  $OA=B$  diset. Keluaran  $OA=B$  dapat menjadi set bila input An dan Bn sama. Input Bn dikondisikan tinggi sehingga input An harus berada posisi set. Input An dapat menjadi set bila  $Y_0 = "1"$ ,  $A_8 = "0"$  dan  $A_9, A_{10}, A_{11} = "1"$ .



Gambar 3.7 Blok pengalamatan PPI

Dalam perancangan ini penulis menggunakan *M1632 LCD Module*. Terdiri dari dua bagian, dan yang pertama adalah panel LCD sebagai media penampil informasi. Terdiri dari 2 baris yang tiap barisnya bisa menampung 16 huruf / angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu, sehingga pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang

ingin ditampilkan. Dalam pengiriman data M1632 terdiri dari dua mode yaitu mode 8 bit dan mode 4 bit. Penulis menggunakan mode 4 bit untuk menghemat penggunaan port parallel. Menggunakan portA PPI sebagai interface dari mikrokontroler LCD ini cukup menggunakan 7 bit jalur data. Dalam gambar 3.8 diperlihatkan hubungan antara LCD dan portA PPI.



Gambar 3.8 Hubungan PortA PPI dengan LCD

Terlihat bahwa untuk mode 4 bit maka DB0 sampai DB3 tidak digunakan sehingga akan menghemat port data.

### 3.2 Perangkat Lunak

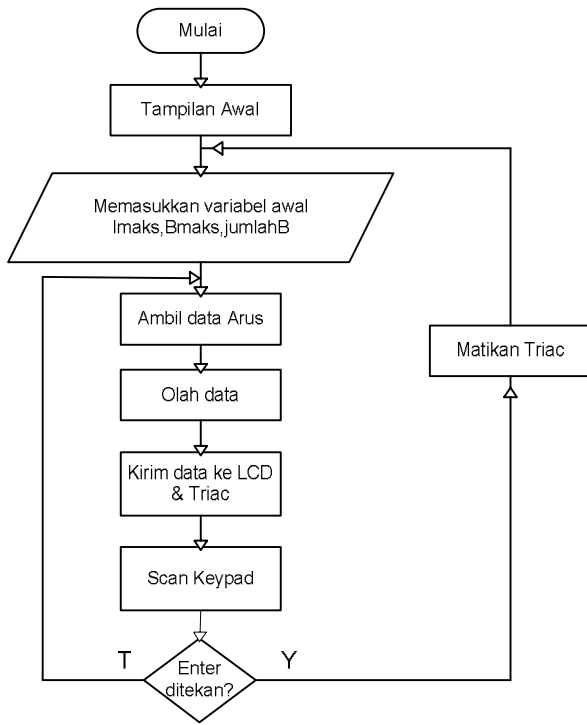
Sistem interupsi daya adalah sistem otomatisasi pembatasan arus yang masuk ke sistem dan mencegah terjadinya overload yang menyebabkan CB bekerja dan mematikan sistem secara total. Pembatasan arus dilakukan dengan mengatur prioritas beban yg bisa dihidupkan. Urutan kerja sistem adalah sebagai berikut:

1. Arus dari jala-jala akan diturunkan dengan trafo arus
2. Disearahkan dengan penyearah presisi
3. Sinyal yang telah searah masuk ke ADC
4. Sinyal dibandingkan dengan arus maksimal yang diinginkan
5. Hasil diumpungkan ke Triac

Diagram alir dari sistem dapat dilihat pada gambar 3.9 Terlihat bahwa begitu alat dihidupkan maka mikrokontroler akan melakukan inialisasi sistem yang berupa deklarasi konstanta dan alamat, deklarasi alokasi memori, port D, serta inialisasi LCD. Setelah inialisasi selesai kemudian akan menampilkan tampilan awal. Tampilan awal berupa tulisan "Elektro" dan menunggu sampai ada penekanan "enter" pada keypad. Bila ada penekanan maka akan muncul tampilan berikutnya yaitu "Tugas Akhir Endar" dan "L2F09860" secara berturut-turut Langkah selanjutnya adalah memasukkan variabel awal. Ada 3 Variabel awal yaitu:

1. Arus maksimal, *Imaks*, memiliki range dari yang terkecil 1 A sampai yang terbesar 3A
2. Jumlah beban, *jumlahB*, memiliki range dari 1 sampai 8.

Beban maksimal, *Bmaks*, yaitu arus maksimal yang dihasilkan oleh satu beban



Gambar 3.9 Diagram alir program utama

Pilihan keempat setelah memasukan variabel awal adalah menjalankan sistem prioritas. Begitu dijalankan maka mikrokontroler akan mencuplik arus. Arus cuplikan dari jala-jala diberi nama variable *dataK1*. Keputusan mikrokontroler untuk mematikan dan menghidupkan triac tergantung dari 4 variabel diatas. Dalam subbab berikutnya akan dibahas secara rinci mengenai bagian-bagian dari program utama, yang berupa penjelasan listing serta diagram alir.

#### IV. PENGUJIAN

Pengujian sistem ini menggunakan *plant* berupa 8 buah lampu pijar serta 2 buah lampu TL. Hubungan *plant* tersebut dengan alat dapat dilihat pada gambar 4.1.

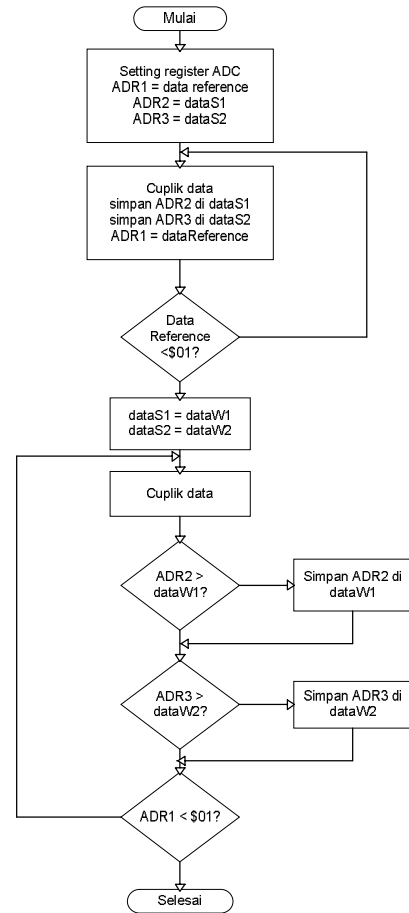
Untuk pengujian terdapat beberapa variable yang menjadi bahan pertimbangan.

Variabel-variabel tersebut adalah :

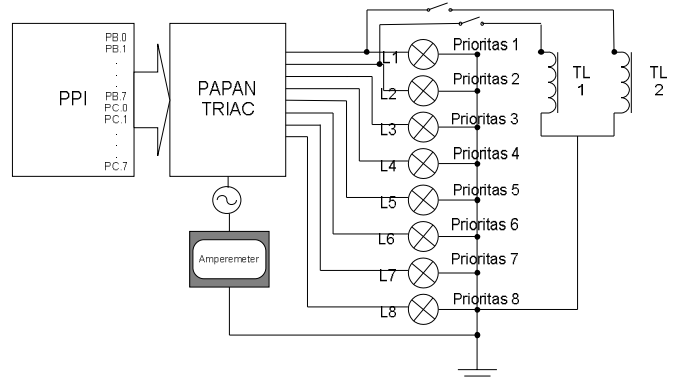
a. Beban yang digunakan

Tabel 4.1 Beban yg digunakan dalam pengujian

Beban	Urutan prioritas
100 W L.Pijar + 25W L.TL	Prioritas 1
100 W L. Pijar + 25 W L. TL	Prioritas 2
75 W L. Pijar	Prioritas 3
25 W L. Pijar	Prioritas 4
40 W L. Pijar	Prioritas 5
100 W L. Pijar	Prioritas 6
25 W L. Pijar	Prioritas 7
100 W L.Pijar	Prioritas 8



Gambar 3.10 Proses pengambilan data dari penyearah presisi



Gambar 4.1 Blok pengujian sistem interupsi daya otomatis

b. Arus maksimal

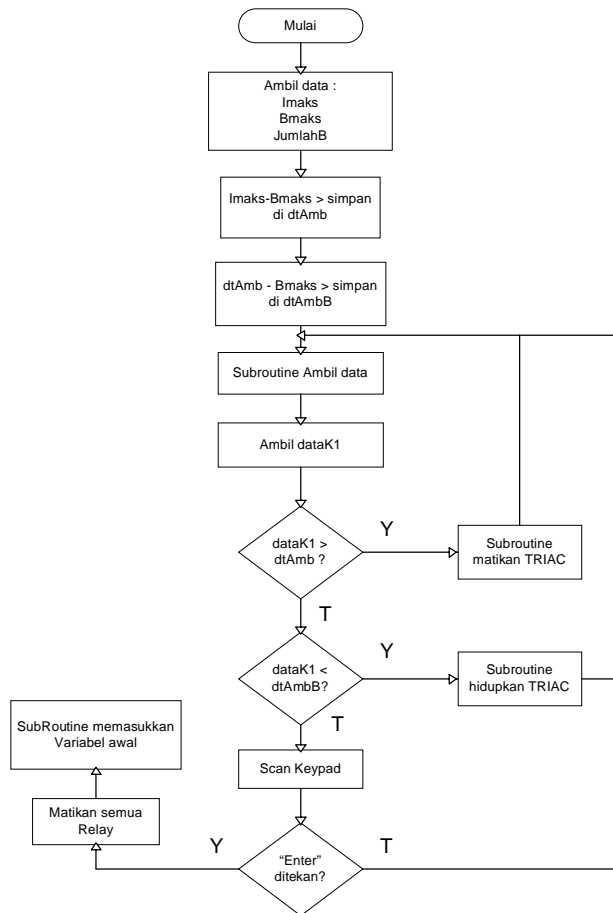
Tabel 4.2 Variasi arus maksimal

I maksimal (A)
1
1,5
2
2,5

c. Arus beban maksimal (pilihan manual):

Tabel 4.3 Variasi arus beban maksimal

I beban Maks (A)
0,35
0,45
0,55
0,68



Gambar 3.11 Proses pengolahan data

Dalam pengujian masing-masing variabel diubah dua kali. Dalam tabel 4.4 diperlihatkan nilai variabel yang digunakan.

Dari tabel tersebut maka dapat diketahui bahwa terdapat 6 kali pengujian untuk nilai-nilai input yang berbeda. Tujuan pengujian alat ini untuk membuktikan apakah alat telah memenuhi tujuan awal yang ingin dicapai.

Tabel 4.4 Nilai variabel yang akan digunakan dalam pengujian

I Maks	Jumlah Beban	I beban Maks
1	8	0,45
2	8	0,45
1,5	6	0,45
1,5	4	0,45
1,5	8	0,35
1,5	8	0,68

Dalam Bab I dijelaskan bahwa tujuan pertama pembuatan alat ini adalah untuk pembatasan arus, yang kedua adalah prioritas beban yang akan dimatikan bila terjadi beban lebih, dan yang ketiga membuat alat yang memiliki fleksibilitas dalam hal besar arus maksimal dan jumlah prioritas (jumlah maksimal = 8 prioritas).

Untuk dapat membuktikan bahwa ketiga tujuan tersebut telah tercapai maka dalam pengujian akan

diukur besarnya arus yang dapat masuk ke sistem dan dibandingkan dengan arus maksimal yang dikehendaki.

Beban mana yang akan dimatikan saat terjadi beban lebih. Dan untuk membuktikan tujuan ketiga tercapai maka variabel arus maksimal dan jumlah beban yang diinginkan diubah-ubah. Untuk pengujian, kondisi awal semua beban mati.

#### 4.5.1 I maks = 1 A, jumlah beban = 8, I beban Maks = 0,45 A

Setelah alat dinyalakan maka semua variabel input dimasukan. Nilai I maksimalnya 1 A, jumlah prioritas beban 8 dan arus beban maksimalnya 0,45 A. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

##### Kondisi semua beban mati

Urutan penyalaan : prioritas 1 sampai prioritas 8.  
 Triac : semua hidup  
 Tampilan : 1 2 3 4 5 6 7 8, Aman.  
 Arus : 0 A

##### Kondisi semua beban dihidupkan

Urutan mati : prioritas 8 sampai 2  
 Triac : 1  
 Tampilan : 1, Ambang!  
 Arus akhir : 0,40 A

#### 4.5.2 I maks = 2 A, jumlah beban = 8, I beban Maks = 0,45 A

Setelah semua variabel masuk dan program dijalankan maka:

##### Kondisi semua beban mati

Urutan penyalaan : Prioritas 1 sampai prioritas 8  
 Triac : semua hidup  
 Tampilan : 1 2 3 4 5 6 7 8, Aman  
 Arus : 0 A

##### Kondisi semua beban dihidupkan

Urutan mati : Prioritas 8 sampai 7  
 Triac : 1 sampai 6  
 Tampilan : 1 2 3 4 5 6, Ambang!  
 Arus : 1,3 A

#### 4.5.3 I maks = 1,5 A, jumlah beban = 6, I beban Maks = 0,45 A

##### Kondisi semua beban mati

Urutan penyalaan : prioritas 1 sampai prioritas 6  
 Triac : 1 sampai 6 hidup  
 Tampilan : 1 2 3 4 5 6, Aman  
 Arus : 0 A

##### Kondisi semua beban dihidupkan

Urutan mati : prioritas 6,5, dan 4  
 Triac : 1,2, dan 3 hidup  
 Tampilan : 1 2 3, Ambang!  
 Arus : 1,16 A

#### 4.5.4 I maks = 1,5 A, jumlah beban = 4, I beban Maks = 0,45 A

##### Kondisi semua beban mati

Urutan penyalaaan : prioritas 1 sampai prioritas 4  
Triac : 1 sampai 4 hidup  
Tampilan : 1 2 3 4, Aman  
Arus : 0 A

##### Kondisi semua beban dihidupkan

Urutan mati : prioritas 4  
Triac : 1 sampai 3 hidup  
Tampilan : 1 2 3, Ambang!  
Arus : 1,16 A

#### 4.5.5 I maks = 1,5 A, jumlah beban = 8, I beban Maks = 0,35 A

##### Kondisi semua beban mati

Urutan penyalaaan : prioritas 1 sampai prioritas 8  
Triac : 1 sampai 8 hidup  
Tampilan : 1 2 3 4 5 6 7 8, Aman  
Arus : 0 A

##### Kondisi semua beban dihidupkan

Urutan mati : prioritas 8 sampai 4  
Triac : 1,2, dan 3 hidup  
Tampilan : 1 2 3, Ambang!  
Arus : 1,16 A

#### 4.5.6 I maks = 1,5 A, jumlah beban = 8, I beban Maks = 0,68 A

##### Kondisi semua beban mati

Urutan penyalaaan : prioritas 1 sampai 8  
Triac : 1 sampai 8 hidup  
Tampilan : 1 2 3 4 5 6 7 8, Aman  
Arus : 0 A

##### Kondisi semua beban dihidupkan

Urutan mati : prioritas 8 sampai prioritas 2  
Triac : hanya 1 yang hidup  
Tampilan : 1, Ambang!  
Arus : 0,39 A

Pengujian 4.5.1 dan 4.5.2 digunakan untuk mengetahui pengaruh bila variabel I maks berbeda. Hasilnya untuk I maks 1 A maka hanya 1 triac yang menyala dengan besar arus yang mengalir 0,4 A. Sedangkan untuk I maks 2 A, maka ada enam triac yang menyala dengan besar arus 1,3 A. Urutan penyalaaan sudah benar yaitu dari prioritas yang pertama sampai dengan prioritas terakhir. Saat terjadi beban lebih urutan mematikan beban juga sudah benar. Pertama-tama prioritas terakhir (prioritas 8) dimatikan sampai dengan prioritas 7. setelah mencapai nilai aman maka prioritas yang lebih tinggi tidak perlu lagi dimatikan.

Pengujian 4.5.3 dan 4.5.4 digunakan untuk mengetahui pengaruh pengaturan jumlah beban yang berbeda. Saat kondisi semua beban dimatikan maka

akan terlihat pengaruhnya. Untuk jumlah prioritas 6 maka hanya ada 6 triac yang dinyalakan. Dan utk jumlah prioritas beban 4 maka hanya ada 4 triac yang dinyalakan. Saat semua beban dinyalakan maka kembali sistem akan mencari kondisi nilai yang aman. Besar I maks untuk dua pengujian ini adalah 1,5 A. Untuk nilai I maks ini kestabilan terjadi saat prioritas 1 sampai 3 menyala. Besarnya arus yang mengalir 1,16 A.

Dua pengujian terakhir, 4.5.5 dan 4.5.6 digunakan untuk melihat pengaruh saat arus beban maksimal berbeda. Saat arus beban maksimal diatur sebesar 0,35 A

Arus akhir yang bisa masuk ke sistem bisa lebih mendekati I maksimalnya. Saat pengujian besarnya arus yang masuk ke sistem adalah sebesar 1,16 A dengan 4 buah beban yang menyala. Sedangkan untuk arus beban maksimal 0,68 A arus yang bisa masuk ke sistem semakin kecil. Hasil pengujian menunjukkan besar nilai arus yang bisa masuk sebesar 0,39 A dan hanya satu beban yang bisa menyala. Kelebihan yang bisa diperoleh untuk arus beban maksimal yang lebih besar ini adalah kemungkinan adanya lonjakan arus sebesar 0,68 A tidak akan melampaui I beban maksimalnya

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melaksanakan perancangan berikut pengujian dan analisa dari alat yang dibuat, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

- 5.1.1 Sistem interupsi daya bekerja dengan sistem prioritas, dengan model pengontrolan berdasarkan besar arus yang masuk ke sistem. Arus yang masuk dibatasi dan dicegah agar tidak sampai menyentuh arus maksimalnya (Imaks). Arus maksimal dalam perancangan adalah arus yang menyebabkan circuit breaker memutuskan arus sistem.
- 5.1.2 Dalam perancangan, urutan prioritas beban yang tertinggi sampai yang terendah disinkronkan dengan urutan bit dari MSB ke LSB, dengan jumlah bit maksimal 8 bit.
- 5.1.3 Secara keseluruhan model sistem ini telah dapat menunjukkan sistem prioritas beban, akan tetapi penggunaan beban yang masih sedikit arus maksimal yang kecil menyebabkan unjuk kerja sistem yang “kasar”. Hal ini dapat dilihat dari output hasil pengontrolan yang dilakukan yang hampir sama dengan *on-off controller*.
- 5.1.4 Arus *surge* yang terjadi saat beban dihidupkan dapat mempengaruhi hasil dari ADC. Paku arus / *surge* yang timbul akibat kontaktor yang baru dihidupkan bila tidak ditangani dapat mempengaruhi kinerja alat secara keseluruhan.



5.1.5 Pergeseran fasa akibat beban induktif atau kapasitif tidak akan berpengaruh terhadap kinerja sistem.

## 5.2 Saran

Dalam perancangan sampai terwujud dalam model sistem yang jadi terdapat beberapa kelemahan yang menurut penulis dapat diperbaiki. Kelemahan-kelemahan tersebut penulis wujudkan dalam saran-saran sebagai berikut:

- 5.2.1 Trafo arus sebagai sensor arus selain tidak linier juga memiliki kemampuan pengukuran terbatas. Untuk meningkatkan kemampuan pengukuran disarankan menggunakan sensor arus model induksi (seperti pada tang amperemeter).
- 5.2.2 Optimasi sistem dapat ditingkatkan sehingga didapatkan arus ambang (Iamb) yang nilainya sedekat mungkin dengan I maksimal (Imaks). Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan perbandingan secara terus menerus besar arus maksimal tiap beban dengan penambahan arus yang terjadi. Dengan perbandingan tersebut akan selalu diperoleh arus beban maksimal (Bmaks) yang terbaru.
- 5.2.3 Penambahan sistem monitoring sehingga arus yang masuk dapat diketahui secara langsung.
- 5.2.4 Optimasi mikrokontroler M68HC11A1 dapat lebih ditingkatkan dengan menggunakan seluruh input ADC. Dengan demikian sistem monitoring arus dapat melihat arus tiap-tiap prioritas secara lebih terperinci.
- 5.2.5 Kemampuan program yang dapat mengatur jumlah beban yang tidak terbatas hanya dapat diwujudkan dengan pengembangan perangkat keras yang ada. Hal ini yang menjadi saran utama dari penulis sehingga model sistem ini dapat diterapkan di sistem yang sebenarnya.

6. J. P. M Steeman, Data Sheet Book 2, PT. Elex media Komputindo, Gramedia, Jakarta 1996
7. Hartono Partohasrodjo, Tuntunan Praktis Pemrograman Bahasa Assembly : Menggunakan Turbo Assembler pada BIOS IBM PC, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 1993.
8. Cooper, William David, Intrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran, Erlangga, Jakarta, 1991.
9. Coughlin, Robert F, Perangkat Operational dan Rangka Terpadu Linier, Erlangga, Jakarta, 1994.
10. Rao, S, Power Transformer and Special Transformers, Khana Publishers, New Delhi, 1996.
11. Ramakant A. Gayakwad, Op-Amps and Linier Integrated Circuits, Prentice-Hall International.
12. Wilson, Warren E., Concepts of Engineering System Design, McGraw-Hill Inc, 1965.
13. Joseph A. Edminister, M.S.E. Alih Bahasa, Ir Sahat Pakpahan, Rangkaian Listrik, Edisi Kedua, Erlanga Jakarta, 1990
14. DR. Soedjana Sapiie, DR. Osamu Nishino, Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta, 1986.
15. Chi Kong Tse, Analisis Rangkaian Linier, Erlangga, Jakarta, 2002.
16. Charles A. Schuler, Willia L. McNamee, Industrial Electronic and Robotics, McGraw-Hill Book Company, 1986.

Endar Suprih W. (L2F098610), lahir di Banjarnegara pada tanggal 14 Februari 1980 saat ini sedang menyelesaikan pendidikan S-1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro dengan konsentrasi kontrol.

## DAFTAR PUSTAKA

1. John C. Skroder, Using the M68HC11 Microcontroller, International Edition, Prentice-Hall International, Inc, U.S of America, 1997.
2. \_\_\_\_\_ HC11, Refference Manual, Motorola Inc, 1991.
3. Tocci, Digital System : Principles and Aplication, Prentice Hall, 1988
4. M. E. Van Valkenburg Prof, Alih Bahasa, S. H Nasution, Ir. MSc, Analisis Jaringan Listrik, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, 1994
5. Zuhail, Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, Gramedia, Jakarta 1993.

Menyetujui/Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Agung Warsito, DHET  
NIP. 131 668 485

Rachmat A. ST  
NIP. 132 163 758