**TUGAS AKHIR**

# PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN BEBAN DAYA LISTRIK

**Diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi jenjang Strata I (S1)**

**Program Studi Teknik Elektro**


**Oleh :**

**ENCEP HOLILUROHMAN**

**(13104041)**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA**

**BANDUNG**


**2009**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

# PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN

# BEBAN DAYA LISTRIK

**Oleh :**

**ENCEP HOLILUROHMAN**
**13104041**

Disetujui dan disahkan di Bandung pada tanggal:

_____

Pembimbing

**Levy Olivia Nur, MT.**
**NIP. 4127.70.04.014**

Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Muhammad Aria, MT.**
**NIP. 4127.70.04.008**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

# PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN

# BEBAN DAYA LISTRIK

**Oleh :**

**ENCEP HOLILUROHMAN**
**13104041**

Disetujui dan disahkan di Bandung pada tanggal:

_____

| Penguji I | Penguji II |
|---|---|
| **Muhammad Aria, MT.** | **Tri Rahajoeningroem, MT.** |
| **NIP. 4127.70.04.008** | **NIP. 4127.70.04.015** |

# ABSTRAK


## PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN BEBAN DAYA LISTRIK

**Oleh:**

**Encep Holilurohman (13104041)**

Sistem Pengontrol Beban Daya Listrik merupakan salah satu dari banyak sistem otomatis yang digunakan untuk aplikasi kontrol listrik. Hasil dari perancangan sistem ini yaitu dapat melakukan pengawasan, pembatasan dan penyimpanan data penggunaan daya listrik yang kemudian hasilnya dapat dilihat melalui *display* LCD. Sistem yang telah dirancang memiliki *range* pengukuran daya antara 0-80 watt atau sebesar 364 miliampere pada tegangan 220 volt.

Kerja dari sistem kontrol ini adalah dengan membandingkan nilai *set point* dengan *input* ADC pada mikrokontroler. Apabila nilai *input* dari ADC melebihi nilai *set point,* maka triac akan memberikan aksi ke beban sebagai isyarat bahwa *input* beban melebihi dari *setting point*. Sistem ini dirancang yaitu untuk mencegah terjadinya pemutusan listrik secara seketika ketika melewati batas maksimum.

Trafo arus digunakan untuk mengukur arus yang mengalir. Sehingga arus yang didapat akan diolah dan diproses oleh sistem pengontrol untuk melakukan kerja sistem. Aksi dari sistem ini adalah bila arus yang mengalir melebihi daya maksimum, maka triac akan melakukan aksi nyala-mati *(on-off).*



***Kata kunci:*** *kontrol daya listrik, trafo arus, mikrokontroler, triac*

# *ABSTRACT*

## *DESIGN OF ELECTRICITY POWER CONTROLLER SYSTEMS*

***By:***

***Encep Holilurohman (13104041)***

*Electricity Power Controller Systems is one of the much automatic systems that used for application of electrics control. The result of this designed system are to monitor, to limit and the data saving that used of electricity power were the usage of the next result can be seen pass by LCD display. System that has been designed have range power measurement between 0-80 watts or around 364 miliamperes at voltage 220 volts.*

*The job of this controller systems is the by compare to set value point by input ADC at microcontroller. If input value from ADC exceeded set value point, then triac will give action to burden as the signal that burden input has limited by setting point. This System is designed that is to prevent the happening of electrics disconnection was in instant when pass maximum limit.*

*Current Transformer is used to measure current that flow. Until current that got will be processed by controller system to conduct system. The act from this system is if the current is higher than the allowed current (maximum limit), then triac will do on-off control action.*

***Keywords:*** *electricity power control, current transformer, microcontroller, triac*

*"Kasih Sayang"*

*Kasih sayang*

*Tidak mesti hanya pada satu hari,*

*Kasih sayang*

*Tidak mesti hanya dimiliki pada satu hati,*

*Kasih sayang*

*Adalah bentuk ketulusan hati,*

*Cinta kepada semua insani,*

*Sebagai kasih sang Illahi.*

*Kasih sayang*

*Adalah ungkapan hati dalam diri,*

*Tersatu dalam nadi,*

*Untuk meraih cinta yang hakiki.*

*Ku persembahkan untuk:*

*Ibunda, Ayahanda dan kakak-kakakku tercinta…*

*"Perbuatlah olehmu kebaikan,*

*Agar kamu mendapat kemenangan…"*

*(QS. Al-Hajj : 77)*

*Perjalanan karir dan kehidupan adalah sebuah proses perpindahan,*

*Dari satu pemberhentian ke pemberhentian berikutnya.*

*Kita hanya akan segera sampai, jika kita*

*Menyegerakan sebuah pemberangkatan untuk setiap pemberhentian.*

*Mereka yang mencapai hasil yang banyak*

*Dan yang besar dan yang tinggi, adalah mereka yang berhenti*

*Saat mereka harus berhenti, tetapi yang segera memulai lagi.*

*Sebaliknya, mereka yang lambat dalam mencapai haknya untuk berhasil,*

*Adalah biasanya orang-orang yang memperlakukan*

*Tempat-tempat berhenti sebagai pemberhentian,*

*Atau bahkan betul-betul sebagai penghentian.*

*Padahal, sebuah tempat berhenti*

*Adalah tempat transisi antara satu perjalanan ke perjalanan berikutnya.*

*Dipemberhentian itulah kita harus membangun*

*Kesiapan yang lebih baik bagi perjalanan berikutnya.*

*(Mario Teguh)*

# KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim,

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt. pemberi berkah dan anugerah kepada hamba-hamba-Nya yang selalu memohon rahmat dan hidayah-Nya. Salam hormat dan shalawat bagi pemimpin ummat, baginda Muhammad saw. Alhamdulillah atas segala karunia dan bimbingan-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, akhirnya dapat terselesaikanlah laporan tugas akhir ini dengan judul "***Perancangan Sistem Pengontrolan Beban Daya Listrik***".

Tugas akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan jenjang program Strata I (S1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM).

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak memperoleh dorongan dan bantuan baik berupa bimbingan, bantuan, serta data-data dan saran-saran dari banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah swt. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang selalu memberikan cinta, do'a dan dukungannya baik moril maupun materilnya yang tiada henti. Serta kakak-kakakku, Akang dan Teteh, yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan, dan nasihat-nasihatnya.

3. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Suryanto Soegoto, M.Sc. selaku Rektor Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) Bandung.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Ukun Sastraprawira, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) Bandung.
5. Bapak Muhammad Aria, MT. selaku Ketua Jurusan dan Dosen Wali Teknik Elektro Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) Bandung.
6. Ibu Tri Rahajoeningroem, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir.
7. Ibu Levy Olivia Nur, MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan-bimbingan dan masukannya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
8. Tim Penguji Tugas Akhir (Bapak Muhammad Aria, MT. dan Ibu Tri Rahajoeningroem, MT.).
9. Semua dosen-dosen Teknik Elektro, Bapak Budi Herdiana yang telah memberi masukan-masukannya kepada penulis semenjak menjadi asisten laboratorium, beserta juga Bapak Joko, dan Staf jurusan Teknik Elektro Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM).
10. Rekan-rekan seperjuangan yang selalu berbagi dalam suka dan duka, Ade Syakir, Novie, Dhi Cas, Alee dan semuanya yang gak bisa disebutkan satu-persatu.
11. Sahabat-sahabatku Ririe, Rossi, Etiek yang selalu berbagi dan memberikan dukungan, bantuan dan pengertian, memberikan semangat disaat ku bersedih, memberikan petunjuk dan peringatan dalam kealpaanku.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini bukanlah tanpa kelemahan dan kekurangan-kekurangan, baik itu yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Oleh karena itu, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan saran dan kritiknya.

Bandung, Agustus 2009

Penulis

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** ..... **i**

**LEMBAR PENGESAHAN I** ..... **ii**

**LEMBAR PENGESAHAN II** ..... **iii**

**ABSTRAK** ..... **iv**

***ABSTRACT*** ..... **v**

**KATA PENGANTAR** ..... **viii**

**DAFTAR ISI** ..... **xi**

**DAFTAR GAMBAR** ..... **xiv**

**DAFTAR TABEL** ..... **xvi**

**DAFTAR LAMPIRAN** ..... **xvii**

**BAB I PENDAHULUAN** ..... **1**

1.1 Latar Balakang ..... 1

1.2 Tujuan ..... 2

1.3 Perumusan Masalah ..... 3

1.4 Batasan Masalah ..... 3

1.5 Metodologi Penelitian ..... 3

1.6 Sistematika Penulisan ..... 4

**BAB II LANDASAN TEORI** ..... **5**

2.1 Pendahuluan ..... 5

2.2 Komponen-komponen Pendukung ..... 8

2.2.1 *Transformator* ..... 8

2.2.2 Pengkondisi Sinyal ..... 11

2.2.3 *Analog to Digital Converter (ADC)* .....12

2.2.4 Mikrokontroler .....13

2.2.5 Triac dan Opto-triac .....16

2.2.6 *Real-Time Clock (RTC)* .....18

2.2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)* .....19

2.3 Konsep *Smart Home* .....20

2.3.1 Keamanan .....21

2.3.2 Kenyamanan .....22

2.3.3 Penghematan Energi .....22

2.2.4 Monitoring .....23

**BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGONTROL BEBAN DAYA LISTRIK .....24**

3.1 Perancangan Sistem .....24

3.1.1 *Power Outlet* .....24

3.1.2 Sistem Pengawasan .....25

3.2 Pembuatan Sistem .....26

3.2.1 Trafo Arus *(Current Transformer)* .....26

3.2.2 Rangkaian Pengkondisi Sinyal .....28

3.2.3 Rangkaian *Analog to Digital Converter (ADC)* .....28

3.2.4 Rangkaian Pengontrol (Mikrokontroler) .....30

3.2.5 Rangkaian *Driver* dan *Actuator* (Triac dan Opto-triac) .....31

3.2.5 Rangkaian *Keypad* .....32

3.2.7 Rangkaian *Real-Time Clock (RTC)* .....33

3.2.8 Rangkaian *Liquid Crystal Display (LCD)* .....34

3.2.9 Rangkaian Catu Daya .....35
3.3 Flowchart Sistem .....35
**BAB IV HASIL PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT SISTEM PENGONTROL BEBAN DAYA LISRIK .....37**
4.1 Pengukuran Alat .....37
4.1.1 Pengukuran Output Catu Daya .....37
4.1.2 Pengukuran ADC0809 .....38
4.1.3 Pengukuran Mikrokontroler AT89C52 .....38
4.2 Pengujian Alat .....39
4.2.1 Pengujian Perangkat Keras *(Hardware)* .....39
4.2.1.1 Pengujian Modul Mikrokontroler .....40
4.2.1.2 Pengujian Modul *Analog to Digital Converter* .....41
4.2.1.3 Pengujian *Liquid Crystal Display (LCD)* .....41
4.2.1.4 Pengujian *Real Time Clock (RTC)* .....42
4.2.2 Pengujian Perangkat Lunak *(Software)* .....44
4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem .....47
**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....51**
5.1 Kesimpulan .....51
5.2 Saran .....52
**DAFTAR PUSTAKA .....53**
**LAMPIRAN-LAMPIRAN .....54**

# DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2.1** *Transformator* .....9

**Gambar 2.2** *Transformator* Berdasarkan Instrumentasinya

(a) *Transformator* Arus .....10

(b) *Transformator* Tegangan .....10

**Gambar 2.3** *Transformator* Berdasarkan Jenis Penggunaan Masukan Tegangannya

(a) *Transformator Step-Up* .....11

(b) *Transformator Step-Down* .....11

**Gambar 2.4** Penyearah Sinyal

(a) Sinyal dari Sensor .....11

(b) Sinyal yang di Searahkan.....11

**Gambar 2.5** Blok Diagram ADC0809 .....12

**Gambar 2.6** Diagram Unit Mikrokontroler .....13

**Gambar 2.7** Blok Diagram Mikrokontroler AT89C52 .....15

**Gambar 2.8** Skematik Triac .....16

**Gambar 2.9** Skematik Opto-triac .....17

**Gambar 2.10** Blok Diagram RTC DS1307 .....18

**Gambar 2.11** *Liquid Crystal Display (LCD)* .....19

**Gambar 2.12** Diagram Sistem *Smart Home* .....21

**Gambar 3.1** Blok Perancangan Sistem.....24

**Gambar 3.2** *Current Transformer (CT)* .....27

**Gambar 3.3** Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....28

**Gambar 3.4** Rangkaian ADC0809 .....29

**Gambar 3.5** Rangkaian Mikrokontroler AT89C52 .....30

**Gambar 3.6** Rangkaian Triac dan Opto-triac .....32

**Gambar 3.7** Rangkaian *Keypad* 3x4 .....32

**Gambar 3.8** Rangkaian RTC .....33

**Gambar 3.9** Rangkaian LCD .....34

**Gambar 3.10** Rangkaian Catu Daya .....35

**Gambar 3.11** Flowchart Sistem .....36

**Gambar 4.1** Tampilan Pengujian LCD .....42

**Gambar 4.2** Tampilan LCD pada Pengujian RTC .....43

**Gambar 4.3** Program EZ *Uploader* .....46

**Gambar 4.4** Pemanggilan File HEX .....46

**Gambar 4.5** Pesan Complete Pada EZ 3.0 .....46

**Gambar 4.6** Rangkaian Sistem Pengontrol .....47

**Gambar 4.7** *Display* Pengontrol Daya .....48

# DAFTAR TABEL

**Tabel 2.1** Konfigurasi pin-pin *Liquid Crystal Display (LCD)* .....20

**Tabel 4.1** Hasil Pengukuran *Output* Catu Daya .....37

**Tabel 4.2** Hasil Pengukuran ADC0809.....38

**Tabel 4.3** Hasil Pengukuran Mikrokontroler AT89C52 .....39

**Tabel 4.4** Aksi Kontrol Daya Pada Penggunaan 80 watt .....49

**Tabel 4.5** Aksi Kontrol Daya Pada Penggunaan Lebih dari *Setting Point*.....50

# DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran A** Rangkaian Sistem Pengontrol Beban Daya Listrik

**Lampiran B** *Datasheet* ADC0809

**Lampiran C** *Datasheet* AT89C52

**Lampiran D** *Datasheet* BT139

**Lampiran E** *Datasheet* MOC3041

**Lampiran F** *Datasheet* LCD

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telah banyak membantu dalam meningkatkan kualitas dan kesejahteraan hidup manusia. Seiring dengan perkembangan tersebut, menghadirkan beberapa teknologi yang mampu diterapkan dalam kehidupan masyarakat luas untuk membantu dalam setiap aktifitas manusia. Salah satu sistemnya yaitu alat yang mampu memonitoring dan mengontrol penggunaan energi listrik. Suatu teknologi yang mampu memonitoring penggunaan energi listrik serta kinerjanya menjadi hal yang dibutuhkan dalam meningkatkan sistem keamanan dan kenyamanan bagi para penggunanya. Dalam kajiannya sistem tersebut termasuk kedalam sistem *smart home* yang memenuhi beberapa point-nya, diantaranya dalam hal keamanan, kenyamanan dan penggunaan energi.

Penggunaan energi listrik dapat dilakukan dengan melalui jalur stop kontak *(power outlet)* dan melalui sakelar. Sedangkan untuk membatasi penggunaan jumlah daya yang digunakan dalam suatu instalasi pada umumnya digunakan alat *Miniature Circuit Breaker (MCB)*. MCB akan memutuskan arus listrik secara seketika ketika daya yang digunakan dalam suatu instalasi melewati batas daya yang tertera pada MCB seperti 450 watt, 900 watt atau 1300 watt. Terjadinya pemutusan seketika tersebut akan menyebabkan penurunan kualitas peralatan-peralatan elektronik dan peralatan-peralatan listrik, serta dapat menimbulkan terjadinya peningkatan jumlah penggunaan daya ketika proses nyala-mati *(on-off)*

terlalu sering dilakukan. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang mampu memantau dan membatasi penggunaan daya agar dapat mencegah terjadinya pemutusan aliran listrik secara seketika.

Selain dapat membatasi penggunaan jumlah daya, sistem juga harus mampu memonitoring seberapa besar penggunaan daya yang terpakai, sehingga si pengguna listrik dapat mengawasi besar penggunaan daya agar tidak terjadinya biaya yang terlalu besar saat pembayaran tagihan listrik.

Berdasarkan hal tersebut, maka pada tugas akhir ini dirancang suatu sistem untuk dapat mengontrol dan mengawasi penggunaan energi listrik. *Sistem Pengontrolan Beban Daya Listrik* dirancang untuk membatasi penggunaan peralatan-peralatan elektronik maupun peralatan-peralatan listrik yang akan digunakan apabila penggunaan energi listrik melewati batas daya maksimum, dan juga mampu memantau pengunaan daya listrik yang terpakai.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui dan memahami mekanisme perancangan dan realisasi sistem pengawasan dan pembatasan penggunaan daya.
2. Merancang sistem pemantau penggunaan energi listrik dan dapat membatasi penggunaan daya, serta memberikan peringatan ketika energi listrik yang terpakai melewati batas daya maksimum *(setting point)*.

## 1.3 Perumusan Masalah

*Perancangan Sistem Pengontrolan Beban Daya Listrik* ini meliputi beberapa perumusan permasalahan, yaitu bagaimana membuat sistem pengontrol pembatas daya dan pemantauannya, serta bagaimana agar ketika pemakaian energi listrik berlebih tidak memutuskan aliran listrik secara seketika.

## 1.4 Batasan Masalah

1. Rancangan sistem melalui tiga buah titik stop kontak *(power outlet)* dengan tiga buah lampu sebagai bebannya.
2. Sistem ini hanya mampu untuk mengontrol jumlah daya sebesar 80 watt.
3. Sistem bekerja apabila ketika ada penambahan beban dan apabila melebihi daya maksimum, maka beban (lampu) akan berkedip sebagai isyarat atau tanda peringatan bahwa beban telah melebihi daya maksimumnya *(setting point)* pada mikrokontroler.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah dengan mencari studi literatur mengenai sistem dan komponen yang digunakan; tugas akhir, makalah, buku-buku, maupun referensi dari internet; menentukan spesifikasi serta perancangan dan pembuatan sistem; analisa hasil pengukuran dan pengujian sistem; pelaporan hasil penelitian serta kesimpulan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini meliputi:

1. BAB I. PENDAHULUAN, membahas tentang latar belakang, tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.
2. BAB II. LANDASAN TEORI, berisi pendahuluan tentang beban daya listrik, membahas konsep *smart home*, dan teori-teori tentang komponen-komponen penunjang yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan sistem.
3. BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGONTROL BEBAN DAYA LISTRIK, meliputi langkah-langkah perancangan dan pembuatan sistem.
4. BAB IV. HASIL PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT SISTEM PENGONTROL BEBAN DAYA LISTRIK, membahas hasil pengukuran dan pengujian sistem.
5. BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN, berisi kesimpulan dari sistem yang telah dibuat, dan saran-saran untuk perbaikan dan pengembangan tugas akhir berikutnya untuk perancangan sistem ini.
6. DAFTAR PUSTAKA, berisi referensi-referensi yang digunakan pada tugas akhir ini.

# BAB II

# LANDASAN TEORI

## 2.1 Pendahuluan

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan Internasional (SI) daya listrik adalah watt. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Piranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas (seperti pada pemanas listrik), cahaya (seperti pada bola lampu), energi kinetik (motor listrik), dan suara (loudspeaker). Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpan energi seperti baterai.

Listrik arus bolak-balik *(Alternating Current/AC)* adalah arus listrik dimana besar dan arahnya arus berubah-ubah secara bolak-balik. Berbeda dengan listrik arus searah *(Direct Current/DC)* dimana arah arus yang mengalir tidak berubah-ubah dengan waktu. Bentuk gelombang dari listrik arus bolak-balik biasanya berbentuk gelombang sinusoida, karena ini yang memungkinkan pengaliran energi yang paling efisien. Namun dalam aplikasi-aplikasi spesifik yang lain, bentuk gelombang lain pun dapat digunakan, misalnya bentuk gelombang segitiga *(triangular wave)* atau bentuk gelombang segi empat *(square wave).*

Dalam sistem listrik arus bolak-balik (AC) ada tiga jenis daya yang dikenal, khususnya untuk beban yang memiliki impedansi, yaitu:

1. Daya aktif

   Pada rangkaian listrik AC bentuk gelombangnya berubah-ubah setiap waktu, dan besarnya daya setiap saat tidak sama. Daya yang merupakan daya rata-rata diukur dengan satuan watt (W), daya ini membentuk energi aktif persatuan waktu dan dapat diukur dengan kwh meter dan juga merupakan daya nyata atau daya aktif (daya poros, daya yang sebenarnya) yang digunakan oleh beban untuk melakukan tugas tertentu.

2. Daya semu

   Daya semu dinyatakan dengan satuan volt-ampere (VA), menyatakan kapasitas peralatan listrik, seperti yang tertera pada peralatan generator dan transformator.

3. Daya reaktif

   Pada suatu instalasi, khususnya di pabrik/industri juga terdapat beban tertentu seperti motor listrik, yang memerlukan bentuk lain dari daya yaitu daya reaktif (VAR) untuk membuat medan magnet, atau dengan kata lain daya reaktif adalah daya yang terpakai sebagai energi pembangkitan *flux* magnetik sehingga timbul magnetisasi dan daya ini dikembalikan ke sistem karena efek induksi elektromagnetik itu sendiri, sehingga daya ini sebenarnya merupakan beban (kebutuhan) pada suatu sistem tenaga listrik.

Daya listrik dilambangkan oleh huruf P dalam persamaan listrik. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan hukum joule, sesuai nama fisikawan Britania James Joule, yang pertama kali menunjukkan bahwa energi listrik dapat berubah menjadi energi mekanik, dan sebaliknya.

$P = V I$

Dimana:

P adalah daya, dengan satuan watt (W)

V adalah tegangan, dengan satuan volt (V)

I adalah arus, dengan satuan ampere (A)

Dari rumus dasar tersebut, dapat disangkutkan dan disimpulkan dengan tugas akhir yang dikerjakan, bahwa jika beban yang digunakan memiliki tegangan V dan arus I, maka akan menghasilkan suatu besaran daya W.

Untuk penggunaan daya yang sering di gunakan yaitu seperti yang tertera di MCB yaitu 450 watt, 900 watt dan 1300 watt. Jika daya yang digunakan sebesar 450 watt dengan asumsi tegangan sebesar 220 volt, maka arus yang didapat sebesar 2 ampere. Begitupun dengan daya 900 watt dan 1300 watt dengan menggunakan asumsi tegangan 220 volt maka dapat diketahui juga berapa besar arusnya.

Dari keterangan diatas, disimpulkan bahwa jika beban yang digunakan melebihi batas daya yang tertera di MCB maka listrik akan secara seketika memutuskan aliran arusnya. Untuk itu agar aliran listrik tidak putus secara seketika, diperlukan suatu sistem pengontrol untuk membatasi jumlah penggunaan daya dan juga mampu diterapkan untuk membantu mengefisiensi penggunaan daya listrik.

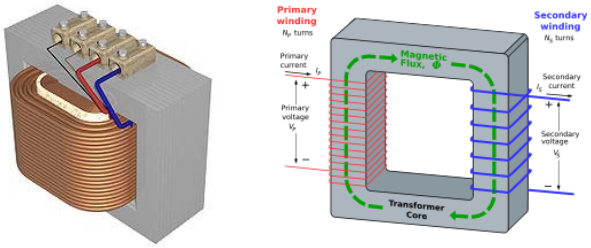
## 2.2 Komponen-komponen Pendukung

Dalam pengaplikasian suatu sistem, diperlukan instrumentasi pendukung untuk mewujudkannya. Pada subbab ini selanjutnya akan dibahas mengenai rangkaian dan komponen-komponen pendukung yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

### 2.2.1 *Transformator*

*Transformator* atau lebih dikenal dengan nama *transformer* atau *trafo* adalah suatu komponen elektromagnetik yang dapat mengubah daya listrik AC pada satu level tegangan yang satu ke level tegangan lain berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tranformator biasa digunakan untuk mentransformasikan tegangan (menaikkan atau menurunkan tegangan AC). Selain itu, *transformator* juga dapat digunakan untuk *sampling* tegangan, *sampling* arus, dan juga mentransformasi impedansi.

*Transformator* terdiri dari dua atau lebih kumparan yang membungkus inti besi feromagnetik. Kumparan-kumparan tersebut biasanya satu sama lain tidak dihubungkan secara langsung. Kumparan yang satu dihubungkan dengan sumber listrik AC (kumparan primer) dan kumparan yang lain mensuplai listrik ke beban (kumparan sekunder). Bila terdapat lebih dari dua kumparan maka kumparan tersebut akan disebut sebagai kumparan tersier, kuarter, dan lainnya.



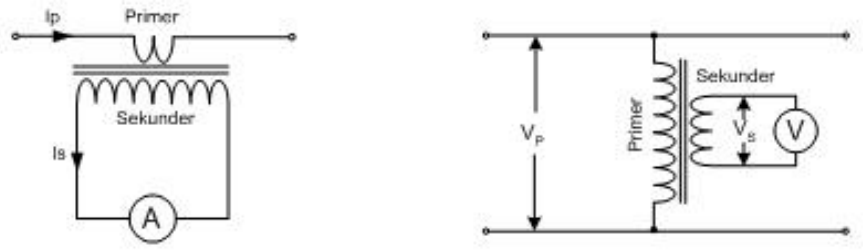

Gambar 2.1 *Transformator*

*Transformator* bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Ketika Kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan perubahan medan magnet. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi. Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan *fluks* yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan, sehingga *fluks* magnet yang timbulkan akan mengalir ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*). Bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaian beban) maka akan mengalir arus pada kumparan sekunder.

Pada instrumentasinya *transformator* terdiri dari *Current Transformer (CT)* dan *Potential Transformer (PT). Current Transformer (CT)* adalah suatu perangkat listrik yang berfungsi menurunkan arus yang besar menjadi arus dengan ukuran yang lebih kecil. *Current transformer* atau disebut juga dengan trafo arus digunakan karena dalam pengukuran arus tidak mungkin dilakukan langsung pada arus beban atau arus gangguan, hal ini disebabkan arus sangat besar dan bertegangan sangat tinggi. Karakteristik CT ditandai oleh *Current Transformer*

*Ratio (CTR)* yang merupakan perbandingan antara arus yang dilewatkan oleh sisi primer dengan arus yang dilewatkan oleh sisi sekunder.

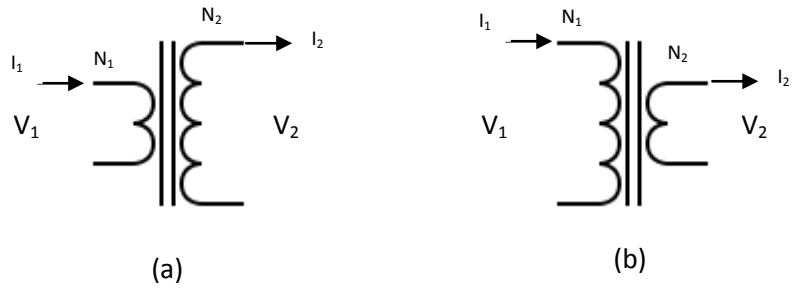
*Potential Transformer (PT)* adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi menurunkan tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah yang sesuai dengan *setting* relay. Trafo ini juga memiliki angka perbandingan lilitan/tegangan primer dan sekunder yang menunjukkan kelasnya.




(a) (b)

Gambar 2.2 *Transformator* Berdasarkan Instrumentasinya
(a) *Transformator* Arus (b) *Transformator* Tegangan

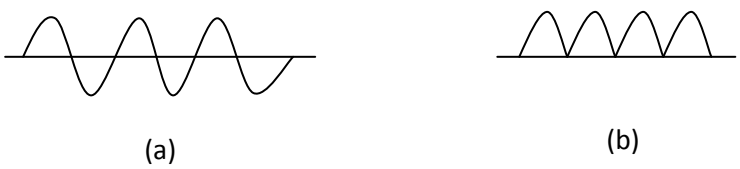
Adapun jenis-jenis *transformator* berdasarkan penggunaan masukan tegangannya yaitu *transformator step-up* dan *transformator step-down*. *Transformator step-up* (penaik tegangan) adalah *transformator* yang memiliki jumlah lilitan sekunder lebih banyak daripada jumlah lilitan primernya. Akibat dari tegangan ini adalah akan banyaknya tegangan yang dibangkitkan pada sisi sekunder lebih besar atau N2:N1 lebih besar dari 1. Sedangkan *transformator step-down* (penurun tagangan) adalah kebalikan dari *transformator step-up*, dimana jumlah lilitan sekundernya lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah lilitan primer. Sehingga tegangan yang dibangkitkan pada sisi sekunder lebih kecil atau N2:N1 lebih kecil dari 1.




Gambar 2.3 *Transformator* Berdasarkan Jenis Penggunaan Masukan Tegangannya (a) *Transformator Step-Up* (b) *Transformator Step-Down*

### 2.2.2 Pengkondisi sinyal

Fungsi rangkaian pengkondisi sinyal adalah untuk menyesuaikan sinyal yang dihasilkan sensor arus (dalam hal ini adalah trafo arus) menjadi sinyal yang mudah untuk diolah dan terpilah dari sinyal gangguan. Sinyal yang dapat diolah dalam rangkaian elektronika terutama IC adalah sinyal yang searah, sehingga apabila sinyal yang dihasilkan oleh sensor tidak atau belum searah, maka perlu disearahkan menggunakan penyearah.



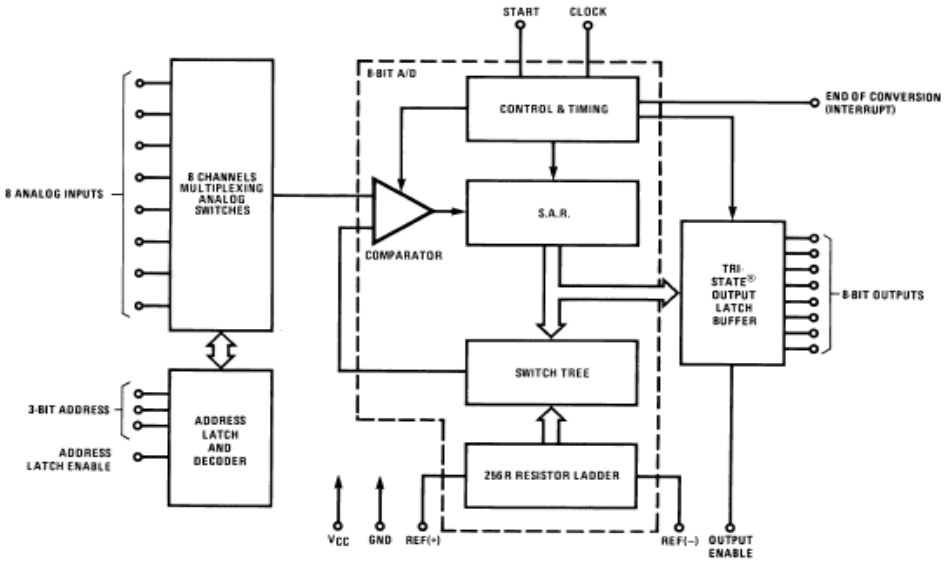

Gambar 2.4 Penyearah Sinyal (a) Sinyal dari Sensor (b) Sinyal yang Disearahkan

Sinyal yang telah disearahkan, selanjutnya disaring agar terpisah dari gangguan. Proses penyaringan ini dapat dilakukan sebelum proses penyearahan maupun setelah proses penyearahan, namun pada umumnya rangkaian *filter* telah terintegrasi beserta rangkaian penguat. Sedangkan pemasangan rangkaian penguat diawal penerimaan sinyal dari sensor dikhawatirkan akan menyebabkan

penguatan terhadap *noise*. Rangkaian penguat diperlukan karena keluaran dari sensor umumnya dalam orde milivolt, sedangkan rangkaian elektronik pengolah data dan IC yang digunakan bekerja pada tegangan dengan orde volt atau tegangan TTL 0-5 volt.

### 2.2.3 *Analog to Digital Converter (ADC)*

Setelah sinyal diproses, pengolahan selanjutnya yang berhubungan dengan kepentingan tujuan sistem adalah mengkonversinya kedalam sinyal atau data digital karena sinyal yang dihasilkan masih berupa sinyal analog. Karena data yang dapat diolah oleh mikrokontroler berupa sinyal atau data digital maka untuk melakukan proses konversi ini digunakan *Analog to Digital Converter* (ADC). ADC berfungsi mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, dimana ADC yang digunakan dalam tugas akhir ini sudah memiliki multiplekser didalamnya.



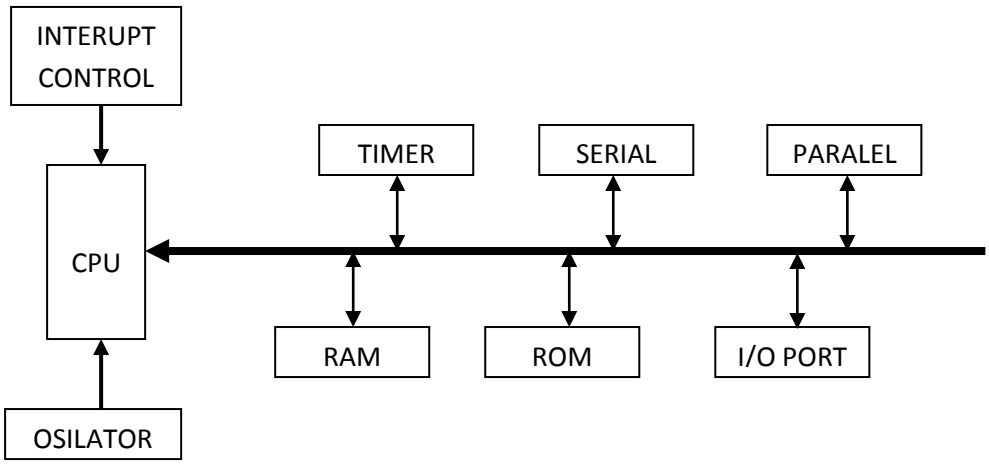

Gambar 2.5 Blok Diagram ADC0809

ADC yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah ADC0809. ADC ini dipilih karena memiliki akuisisi data CMOS 8 bit dan 8 channel multiplekser. ADC0809 memiliki kecepatan tinggi, ketelitian tinggi, temperatur minimal, dan konsumsi energi yang minimal. Konversi ADC0809 ini sekitar 100 mikro detik untuk clock 640 KHz, tegangan input 0-5 volt (1 channel) dan tegangan acuan 2,5 volt dengan ketelitian ±0.5 *Least Significant Bit (LSB)* dan ±1 LSB.

### 2.2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu piranti yang digunakan untuk pengolahan data-data biner *(digital)* yang didalamnya merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian elektronik yang dikemas dalam satu *chip IC (Integrated Circuit),* yang aplikasinya berorientasi pada pengontrolan piranti *input/output*. Didalam mikrokontroler terdapat CPU, RAM, ROM, Register-register dan unit-unit penunjang lainnya.

Pada umumnya unit-unit yang terintegrasi dalam mikrokontroler adalah:




Gambar 2.6 Diagram Unit Mikrokontroler

CPU: *Central Processing Unit*, berfungsi untuk memproses dan mengkalkulasi semua data dan program yang dimiliki olek mikrokontroler.

OSILATOR: berfungsi untuk memberi acuan nol/satu pada mikrokontroler.

INTERUPT CONTROL: digunakan untuk menginterupsi program yang sedang berjalan dengan suatu aplikasi.

ROM: *Read Only Memory*, yaitu memori yang disediakan oleh mikrokontroler untuk menyimpan program. ROM hanya bisa dibaca dan tidak bisa ditulis pada saat eksekusi program. ROM ini ada dua macam, yaitu *Eraseable Programable ROM (EPROM)* yang dapat dihapus programnya dengan cara menggunakan sinar ultraviolet dan dapat kembali diisi dengan menggunakan EPROM programmer. Yang kedua adalah *Electric Eraseable Programmable ROM (EEPROM)* yang dapat dihapus dengan memberi tegangan 5 volt selama beberapa menit, dan dapat diisi kembali menggunakan EEPROM maupun EPROM programmer. Program ini tidak hilang ketika mikrokontroler tidak diberi Vcc (tegangan input). Pada tugas akhir ini EEPROM yang digunakan yaitu 24C256.

RAM: *Random Access Memory*, berfungsi sebagai tempat menyimpanan data sementara. Program akan hilang ketika mikrokontroler tidak diberi Vcc.

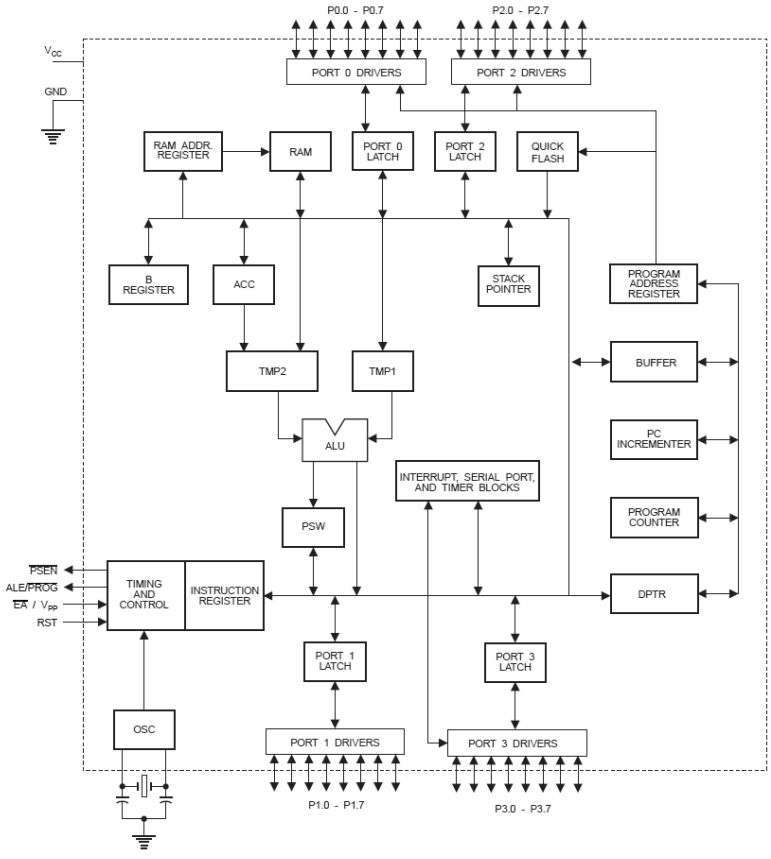
TIMER: timer terbagi menjadi empat macam, yaitu Timer 0, Timer 1, Timer 2 dan Timer 3.

SERIAL INTERFACE: berfungsi untuk melakukan komunikasi serial, yaitu data dikirim secara antri (satu persatu).

PARALEL INTERFACE: berfungsi untuk melakukan komunikasi paralel, yaitu data dikirim secara bersamaan. Selain itu paralel interface ini dapat digunakan untuk memprogram mikrokontroler.

I/O PORT: port input/output ini digunakan untuk melakukan penerimaan atau pengiriman data dari dan keluar mikrokontroler. Pada mikrokontroler terdapat empat buah port, yaitu port 0, port 1, port 2 dan port 3.

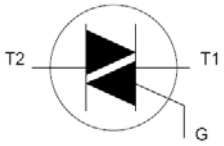
Mikrokontroler yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah mikrokontroler AT89C52. Mikrokontroler AT89C52 memiliki 40 pin yang terbagi atas empat buah port 8 bit, *Program Store Enable* (PSEN), *Address Latch Enable* (ALE), *External Access* (EA), *Reset* (RST), dan *Power Connection*.




Gambar 2.7 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C52

### 2.2.5 Triac dan Opto-triac

Triac *(Triode AC Switch)* merupakan thyristor dengan elektroda picu yang mampu mengalirkan arus bolak-balik (AC). Triac terdiri dari tiga terminal semikonduktor yang terpasang anti paralel yang digunakan untuk mengontrol arus pada salah satu arah. Skematik triac dapat dilihat pada Gambar 2.9, dimana terminal utama/terminal *power* ditunjukkan oleh T1 dan T2.

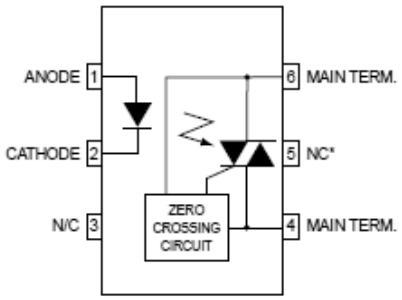



Gambar 2.8 Skematik Triac

Ada dua kaki berfungsi sebagai *anoda* dan *katoda*, sedangkan satu kaki lagi berfungsi sebagai terminal *gate* atau sebagai *trigger* arus. Triac bertindak sebagai sakelar elektronik bergaya tinggi yang mampu untuk mengontrol arus yang bersifat AC.

Triac telah banyak diaplikasikan pada suatu sistem, diantaranya yaitu digunakan sebagai kontrol *fase,* desain *inverter, AC switching,* pengganti relay dan sebagainya. Pada tugas akhir ini triac digunakan sebagai *actuator (AC switching)* untuk memutuskan dan menghubungkan aliran listrik di beban. Adapun hal-hal yang perlu dipertimbangkan untuk memilih triac yaitu, tegangan *breakover* maju atau mundur, arus maksimum, arus penyimpanan minimum, tegangan *gate* dan kebutuhan *trigger* arus *gate*, dan kecepatan *switching*.

Adapun untuk opto-triac ini adalah memanfaatkan masukan dengan arus yang kecil untuk menghidupkan LED di dalam kemasan IC tersebut yang akan menyulut triac yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat melewatkan arus bolak balik, keluaran opto-triac inilah yang akan berhubungan langsung dengan sumber tegangan AC pada beban yang akan dikendalikan. Opto-triac pada sistem ini digunakan sebagai *driver* untuk menyulut triac.

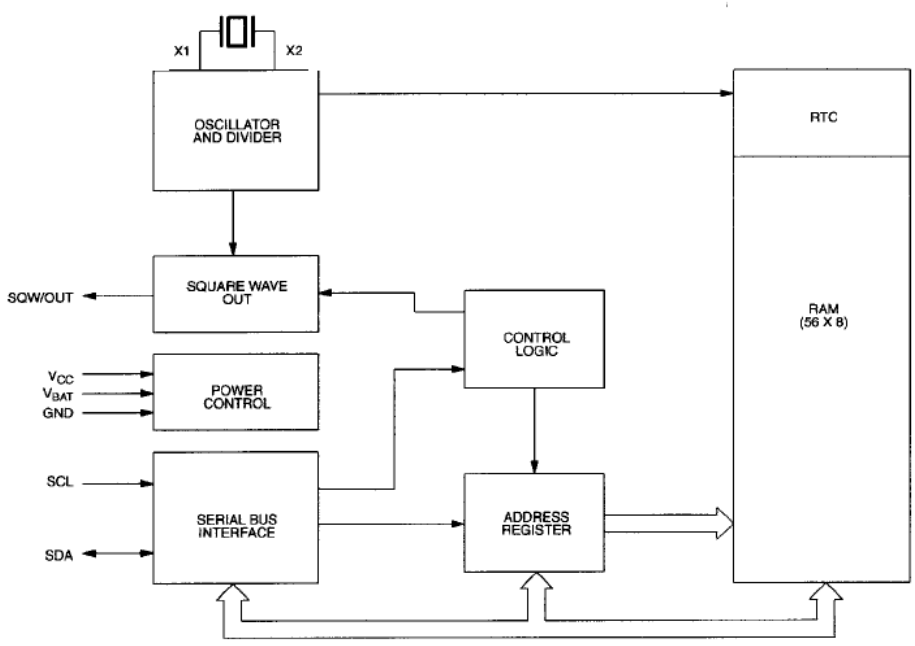



Gambar 2.9 Skematik Opto-triac

Opto-triac yang digunakan yaitu tipe MOC3041 yang dilengkapi dengan rangkaian detektor pelintas nol *(Zero Crossing Detector)* yang mampu membuat *opto*triac ini mulai akan konduksi pada saat siklus tegangan masukannya pada nol. Hal ini akan mencegah terjadinya lonjakan arus yang besar secara tiba-tiba pada beban yang dikendalikan. Keuntungan dengan menggunakan IC ini adalah lebih terjaminnya keamanan rangkaian pengendali dari hubungan langsung terhadap tegangan jala-jala PLN. Hal ini dikarenakan terpisahnya aliran arus antara beban pengendali dengan penggunaan opto-triac. Opto-triac MOC3041 bekerja pada level tegangan AC antara 200-400 Vac dengan tegangan masukan pada LED 2,3 Vdc sedangkan arus kerjanya 200 mA.

### 2.2.6 *Real-Time Clock (RTC)*

*Real-Time Clock (RTC)* digunakan untuk menghitung waktu dan penyimpanan data yang kemudian akan ditampilkan melalui LCD. RTC memiliki fitur yang mampu menghitung waktu mulai dari detik, menit, jam, tanggal, bulan, tahun, dan hari dalam minggu dengan kompensasi tahun kabisat sampai tahun 2100. RTC yang digunakan adalah RTC DS1307 yang memiliki spesifikasi 56 byte memory RAM, 8 pin DIP, 2 kabel serial interface.




Gambar 2.10 Blok Diagram RTC DS1307

Adapun konfigurasi pin-pin dari RTC DS1307 adalah sebagai berikut:

$V_{CC}$ : Primary Power Supply

X1, X2 : Crystal Connection

$V_{BAT}$ : +3V Battery Input

GND : Ground

SDA : Serial Data

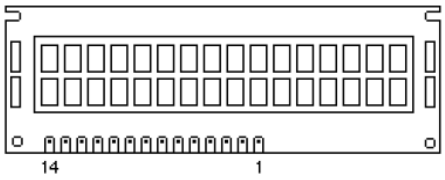
SCL : Serial Clock

SQW/OUT : Square Wave/Output Driver

### 2.2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

*Liquid Crystal Display (LCD)* merupakan sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata *(flat)* dengan memberi sinar pada kristal cair dan *filter* berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan, membentuk susunan kristal yang mempolarisasi cahaya yang melaluinya.

Pada tugas akhir ini LCD digunakan sebagai alat penampil untuk memonitoring seberapa besar daya yang telah digunakan, dan berapa jumlah akumulasi daya perhari dan perbulannya.




Gambar 2.11 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Adapun konfigurasi pin-pin dari LCD dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tablel 2.1 Konfigurasi pin-pin *Liquid Crystal Display (LCD)*

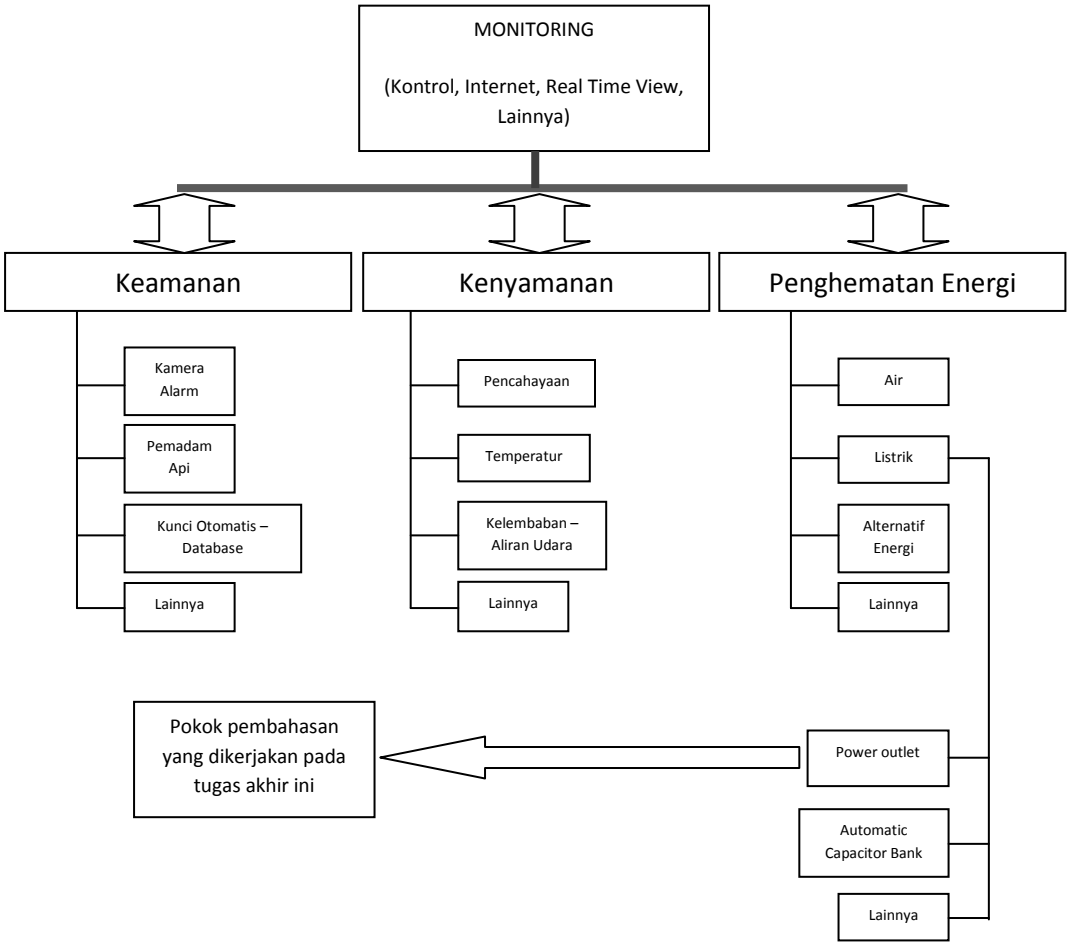
| Pin No | Name | I/O | Description |
|---|---|---|---|
| 1 | Vss | Power | GND |
| 2 | Vdd | Power | +5v |
| 3 | Vo | Analog | Contrast Control |
| 4 | RS | Input | Register Select |
| 5 | R/W | Input | Read/Write |
| 6 | E | Input | Enable *(Strobe)* |
| 7 | D0 | I/O | Data *LSB* |
| 8 | D1 | I/O | Data |
| 9 | D2 | I/O | Data |
| 10 | D3 | I/O | Data |
| 11 | D4 | I/O | Data |
| 12 | D5 | I/O | Data |
| 13 | D6 | I/O | Data |
| 14 | D7 | I/O | Data *MSB* |

## 2.3 Konsep *Smart Home*

*Smart home* atau rumah cerdas adalah sebuah sistem yang digunakan dan diaplikasikan pada rumah/gedung, bangunan atau ruangan untuk menjamin dan memberi keamanan, kenyamanan pemilik atau penggunanya dengan menggunakan sistem pengontrol otomatis *(automatic control system)*. Dalam kajiannya, *smart home* ini dipaparkan dalam beberapa point, diantaranya mengenai keamanan, kenyamanan dan penghematan energi.

Ketiga point tersebut harus dapat dikontrol dan harus dapat diinformasikan kepada pengguna melalui sistem kontrol dan sistem monitoring. Adapun gambaran umum sistem *smart home* dan pokok bahasan yang dikerjakan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Pada gambaran tersebut, dapat dilihat bahwa sistem yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu sistem penghematan energi listrik yang meliputi pengontrolan penggunaan daya serta monitoring penggunaan daya.




Gambar 2.12 Diagram Sistem *Smart Home*

### 2.3.1 Keamanan

Sistem keamanan yang dibangun dalam suatu sistem *smart home* diantaranya ditujukan untuk melakukan tindakan pencegahan terhadap kejadian yang dapat membahayakan penghuni maupun *property* penghuni. Hal yang dapat membahayakan tersebut seperti pencurian dan kebakaran. Untuk mencegah hal

tersebut dapat dibuat suatu sistem keamanan meliputi sistem kunci otomatis, kamera pengawas, pendeteksi maling maupun pendeteksi kebakaran dan lainnya. Tindak lanjut dari sistem keamanan dapat dilakukan oleh sistem *smart home* itu sendiri maupun diteruskan ke sistem lain, misalnya sistem keamanan lingkungan seperti pihak kepolisian atau satpam.

### 2.3.2 Kenyamanan

Sistem kenyamanan diantaranya ditujukan untuk membuat penghuni menjadi lebih nyaman berada didalam ruangan dan dapat lebih berkonsentrasi dalam mengerjakan aktifitasnya. Sistem kenyamanan dapat meliputi pengaturan temperatur udara, kelembaban udara, aliran udara dan intensitas cahaya. Proses kontrol dalam sistem ini sangat penting dalam mengatur parameter yang dikontrol agar memlikiki kondisi yang stabil sesuai dengan yang diinginkan.

### 2.3.3 Penghematan Energi

Selain keamanan dan kenyamanan, penghematan energi menjadi hal yang sangat penting karena semua sistem dalam *smart home* akan menjadi tidak efisien apabila tidak mempertimbangkan penghematan. Diantara objek penghematan yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia adalah listrik dan air, selain itu banyak juga dikaji bagaimana mencari dan menggunakan alternatif energi dalam suatu sistem seperti *smart home*, seperti penggunaan cahaya matahari atau angin.

### 2.3.4 Monitoring

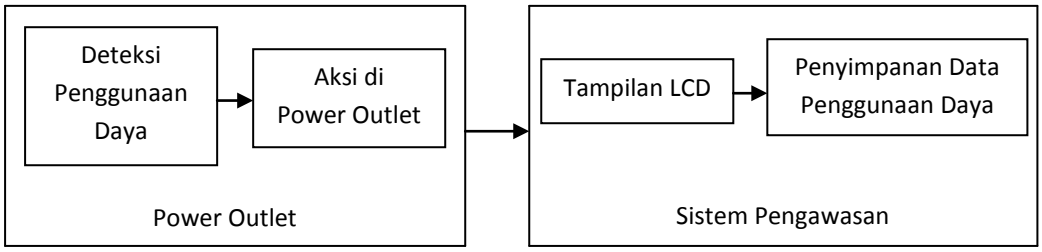
Sistem keamanan, kenyamanan dan penghematan energi harus dapat diinformasikan dan dikomunikasikan dengan pengguna. Sistem monitoring yang dikembangkan dalam *smart home* dapat berupa penyimpanan data yang sewaktu-waktu dapat dilihat untuk dianalisa atau dapat pula berupa tampilan data dari kondisi keamanan, kenyamanan dan penggunaan energi. Sistem monitoring dalam *smart home* dapat dikembangkan melalui internet dan handphone. Sistem monitoring melalui internet dan handphone ini memungkinkan pengguna untuk dapat mengawasi atau memonitoring keadaan ruangan, bangunan atau tempat tinggalnya walaupun tidak berada ditempat. Sistem monitoring ini pula dapat digunakan sebagai media untuk mengontrol keamanan, kenyamanan maupun penghematan energi.

# BAB III

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGONTROL BEBAN DAYA LISTRIK

## 3.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang dibuat pada tugas akhir ini terlihat pada Gambar 3.1.




Gambar 3.1 Blok Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dimaksudkan untuk membatasi jumlah penggunaan daya listrik dengan memberikan tanda peringatan apabila jumlah penggunaan daya melebihi batas maksimum, dan juga mampu mengawasi penggunaan daya yang digunakan yang dapat dipantau atau dimonitoring melalui tampilan LCD.

Pada gambar blok perancangan sistem diatas, akan dijelaskan bagaimana perancangan sistem dari masing-masing blok tersebut.

### 3.1.1 *Power Outlet*

Pada blok *power outlet,* perancangan akan dilakukan pada tiga buah titik *power outlet*. Ketiga titik *power outlet* tersebut masing-masing dipasang satu buah *current transformer* yang digunakan sebagai sensor arus, yang akan mendeteksi

arus yang digunakan pada masing-masing titik tersebut. Kemudian, sinyal yang dihasilkan oleh trafo arus *(current transformer)* kemudian diolah menjadi sinyal analog dan kemudian masuk ke multiplekser. Masing-masing sinyal dari ketiga sensor tersebut kemudian diubah menjadi sinyal digital oleh *Analog to Digital Converter (ADC)* yang seterusnya digunakan sebagai data yang dapat diolah oleh mikrokontroler.

Sistem tersebut akan bekerja apabila jumlah daya yang dipakai terdeteksi oleh ketiga trafo arus melebihi *setting point* yang ditentukan oleh mikrokontroler, maka mikrokontroler akan melakukan aksi pada triac untuk mengendalikan *power outlet*. Dan apabila pada ketiga *power outlet* tersebut masih ada titik yang kosong, trafo arus akan tetap mendeteksi dan diproses serta dianalisa oleh mikrokontroler untuk mengakumulasi apakah *power outlet* yang kosong masih bisa ditambah lagi oleh beban atau tidak. Apabila titik yang kosong ditambah beban dan ternyata melebihi batas daya maksimum, maka mikrokontroler akan melakukan aksi pada triac dan lampu akan berkedip-kedip sebagai tanda bahwa penggunaan energi listrik telah melewati batas maksimumnya.

### 3.1.2 Sistem Pengawasan

Agar suatu sistem dapat diawasi pengontrolan dan penggunaannya, maka sistem harus mampu mengkomunikasikannya kepada si pengguna berupa informasi penyimpanan data yang sewaktu-waktu dapat dibaca atau ditampilkan, dan dapat pula diinformasikan dalam bentuk komunikasi jarak jauh yaitu melalui media handphone maupun internet. Informasi tersebut diharapkan dapat memudahkan si pengguna untuk memantau fungsi dari sistem tersebut.

Pada tugas akhir ini, sistem penampil informasi digunakan sebuah *display* LCD. Dimana fungsi dari *display* ini yaitu untuk menampilkan jam, menit, detik, hari dalam minggu, tanggal, bulan, dan tahun. Selain itu juga mampu untuk menampilkan berapa besar penggunaan daya listrik yang telah terpakai di masing-masing *power outlet,* maupun penggunaan listrik perhari dan perbulannya. Sistem pengawasan ini diharapkan mampu untuk membantu si pengguna untuk mengamati dan menganalisa besar penggunaan daya listriknya yang telah digunakan, sehingga dapat menjadi suatu acuan atau perbandingan berapa besar jumlah biaya yang akan dikeluarkan ketika akan melakukan pembayaran tarif daya listrik.

## 3.2 Pembuatan Sistem

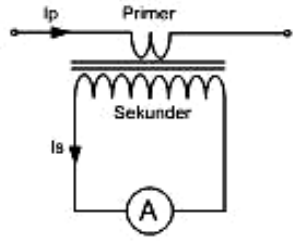
Pembuatan *Sistem Pengontrol Beban Daya Listrik* meliputi beberapa tahapan, diantaranya pembuatan perangkat keras *(hardware)* dan pembuatan perangkat lunak *(software).* Dalam pembuatan perangkat keras, yaitu meliputi pemilihan komponen-komponen dan perangkat-perangkat pendukung lainnya, serta pembuatan rangkaiannya. Untuk perangkat lunaknya yaitu dengan melakukan pemrograman sistem menggunakan *software*. Agar sistem dapat bekerja sesuai fungsinya maka diperlukan suatu pemrograman untuk menjalankannya, dalam hal ini pemrograman yang digunakan adalah dengan menggunakan bahasa *assembly.*

### 3.2.1 Trafo Arus *(Current Transformer)*

*Current transformer (CT)* atau trafo arus adalah peralatan pada sistem tenaga listrik yang berupa trafo yang digunakan untuk pengukuran arus yang besarnya

hingga ratusan ampere dan arus yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Di samping untuk pengukuran arus, trafo arus juga digunakan untuk pengukuran daya dan energi, pengukuran jarak jauh, dan relay proteksi. Kumparan primer trafo dihubungkan seri dengan rangkaian atau jaringan yang akan diukur arusnya sedangkan kumparan sekunder dihubungkan dengan meter atau dengan relay proteksi. CT bekerja dengan melakukan perbandingan antara arus yang dilewatkan oleh sisi primer dengan arus yang dilewatkan oleh sisi sekunder.

Pada umumnya peralatan ukur dan relay membutuhkan arus 1 atau 5 A. Trafo arus bekerja sebagai trafo yang terhubung singkat, kawasan trafo arus yang digunakan untuk pengukuran biasanya 0,05 s/d 1,2 kali arus yang akan diukur. Sedangkan trafo arus untuk proteksi harus mampu bekerja lebih dari 10 kali arus pengenalnya.

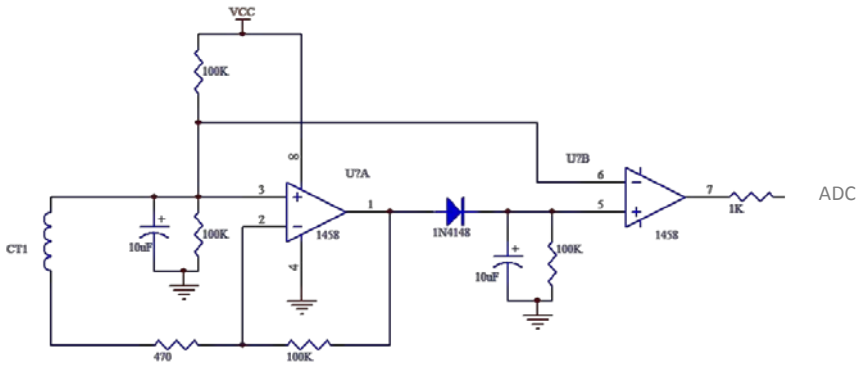



Gambar 3.2 *Current Transformer (CT)*

Dalam penggunaannya trafo arus *(current transformer)* dihubungkan seri dengan konduktor pembawa arus AC, sama halnya dengan alat pengukur arus lainnya (amperemeter). Namun untuk digunakan dalam suatu aplikasi, sinyal yang didapat dari sensor tidak dapat langsung digunakan. Karenanya diperlukan rangkaian tambahan yang disebut dengan rangkaian pengkondisi sinyal.

### 3.2.2 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal digunakan untuk mengolah sinyal dan melakukan penguatan, karena pada umumnya keluaran dari sensor masih dalam jangka *orde* milivolt. Penguatan dilakukan dengan menggunakan *op-amp* LM1458, dimana *op-amp* ini merupakan *dual operational amplifiers* yang memiliki proteksi hubungan singkat dan tidak memerlukan komponen lain untuk kompensasi frekuensi. Jangkauan tegangan yang tinggi dan tidak adanya palang pintu atas *(latch up)* membuat LM1458 ideal untuk penggunaan sebagai pengikut tegangan. Sehingga keluaran dari pengkondisi sinyal ini dapat digunakan untuk daerah masukan ADC yang memiliki tegangan referensi sebesar 5 volt.

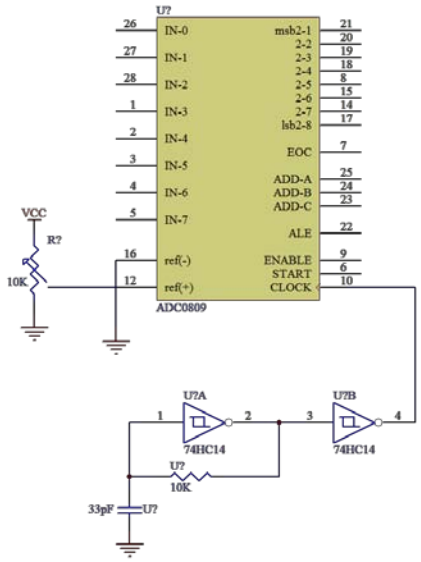



Gambar 3.3 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

### 3.2.3 Rangkaian *Analog to Digital Converter (ADC)*

ADC0809 merupakan produk komponen pengubah data analog ke digital dengan komposisi paling lengkap, hal ini karena pada ADC0809 juga dilengkapi dengan 8 chanel multiplekser selain dari 8 bit data digital peubah analog yang kompatibel terhadap port pada mikrokontroler. Dengan adanya 8 chanel multiplekser ini maka input ADC0809 bisa membaca 8 data analog masukannya yang akan dibaca

secara bergantian berdasar alamat chanel yang dipanggil oleh multiplekser. Aplikasi ADC jenis ini memang sangat tepat pada sistem mikrokontroler hal ini karena sistem kerja setiap data proses konversi ADC0809 harus digerakkan melalui pulsa-pulsa digital yang akan lebih mudah jika dikontrol melalui mikrokontroler.

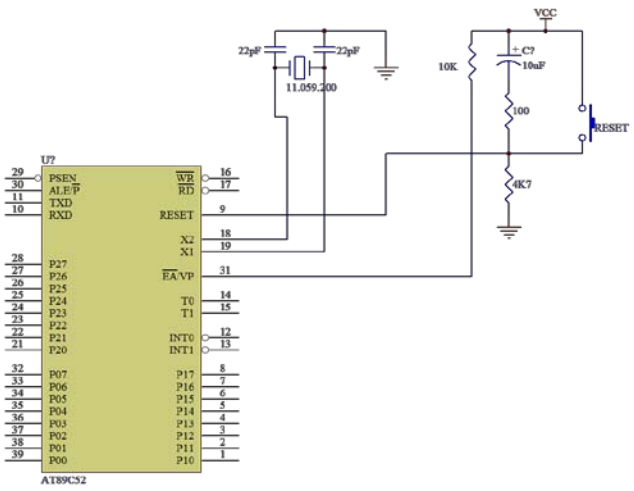



Gambar 3.4 Rangkaian ADC0809

Pada gambar diatas menunjukkan sistem kerja yang saling melengkapi dari ADC0809 terhadap fungsi-fungsi port pada mikrokontroler. Sejumlah data analog dari rangkaian pengkondisi sinyal yang akan dibaca terhubung pada pin IN-0 hingga pin IN-7 tepatnya pin IN-0, IN-1 dan IN-2 dengan metode pembacaan berdasar logika data pada ADD-A, ADD-B dan ADD-C. Sedangkan pin-pin 2-1 sampai 2-7 dihubungkan dengan port 0 pada mikrokontroler yang merupakan saluran data *(data bus)* dan juga terhubung ke display LCD.

### 3.2.4 Rangkaian Pengontrol (Mikrokontroler)

Pada perancangan tugas akhir ini digunakan mikrokontroler AT89C52, dimana mikrokontroler ini dipilih karena memiliki kapasitas memori program dua kali lebih besar yaitu 8 kilobyte *flash* PEROM daripada AT89C51 yang hanya memiliki 4 kilobyte saja. Pada penggunaannya, port yang digunakan AT89C52 untuk menerima masukan digital dari ADC adalah port 0 yang merupakan sebagai saluran data *(data bus)*. Sedangkan port yang digunakan untuk menerima masukan analog dari *current transformer* adalah port 2, tepatnya P2.5, P2.6, dan P2.7, selain itu juga port 2 digunakan untuk melakukan aksi pada rangkaian triac yaitu untuk memutus atau menghubungkan *power outlet* tepatnya pada masing-masing P2.1, P2.2, dan P2.3 yang merupakan saluran alamat *(address bus)*. Adapun untuk port 1 yang juga merupakan saluran alamat *(address bus)* digunakan untuk melakukan komunikasi dengan *keypad* yang berfungsi sebagai inputannya. Sedangkan port 3 yakni P3.0 dan P3.1 digunakan sebagai saluran *input/output* data pada *display* LCD.




Gambar 3.5 Rangkaian Mikrokontroler AT89C52

### 3.2.5 Rangkaian *Driver* dan *Actuator* (Triac dan Opto-triac)

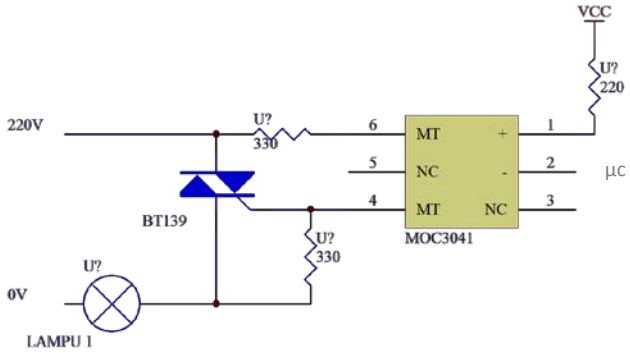
Triac digunakan sebagai saklar untuk memutus atau menghubungkan arus pada *power outlet*. Triac ini bekerja ketika daya listrik yang digunakan melewati batas maksimum *(setting point),* dan hanya akan aktif ketika polaritas pada anoda lebih positif dibandingkan katodanya dan *gate*-nya diberi polaritas positif, begitu juga sebaliknya. Setelah terkonduksi, sebuah triac akan tetap bekerja selama arus yang mengalir pada triac (IT) lebih besar dari arus penahan (IH) walaupun arus *gate* dihilangkan. Satu-satunya cara untuk membuka (meng-*off*-kan) triac adalah dengan mengurangi arus IT di bawah arus IH.

Namun, sinyal yang dihasilkan oleh mikrokontroler tidak dapat langsung diumpankan ke *actuator* (triac) karena *input* digital mikrokontroler tidak dapat memicu *gate* pada triac. Karenanya diperlukan *driver* yang mampu menghubungkan mikrokontroler dengan triac. *Driver* triac yang digunakan dalam perancangan sistem ini yaitu opto-triac MOC3041.

MOC3041 merupakan *driver* triac yang bersifat *optoisolator*, elemen-elemen penyusunnya memiliki fungsi seperti triac. MOC3041 didesain khusus untuk menghubungkan kontrol elektronik dengan *power* triac untuk mengontrol beban resistif dan beban induktif yang beroperasi pada tegangan AC 115-220V.

Opto-triac sendiri memiliki prinsip kerja yaitu memanfaatkan masukan dengan arus yang kecil untuk menghidupkan LED di dalam kemasan IC tersebut yang akan menyulut triac yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat

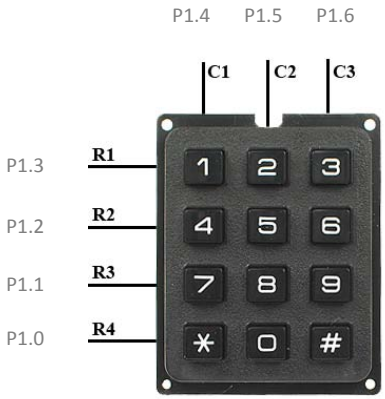
melewatkan arus bolak balik, keluaran opto-triac inilah yang akan berhubungan langsung dengan sumber tegangan AC pada beban yang akan dikendalikan.




Gambar 3.6 Rangkaian Triac dan Opto-triac

### 3.2.6 Rangkaian *Keypad*

*Keypad* 3x4 merupakan suatu modul *keypad* berukuran 3 kolom x 4 baris. Modul ini dapat difungsikan sebagai *input* dalam aplikasi seperti pengaman digital, datalogger, absensi, pengendali kecepatan motor, robotik, dan sebagainya.



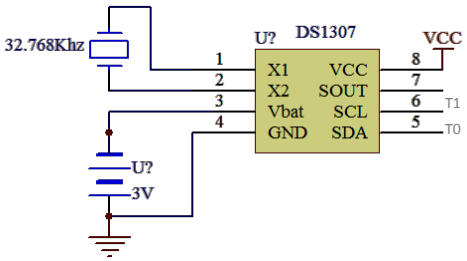

Gambar 3.7 Rangkaian *Keypad* 3x4

*Keypad* 3x4 memiliki 12 tombol dengan 7 buah pin pengontrol. 4 buah baris sebagai *input scanning* dan 3 kolom sebagai *output scanning*.

Cara kerja dari *keypad* ini adalah dengan mengecek tombol yang ditekan dan menterjemahkannya kedalam angka, dimana pin-pin kolom *keypad* diberi logika 0 *(low)* secara bergantian. Saat pin kolom diberi logika 0, setiap pin baris pada kolom tersebut diperiksa. Apabila terdapat nilai logika 0 pada salah satu barisnya, maka angka yang ditekan tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler dan nilainya akan ditampilkan pada peraga LCD.

### 3.2.7 Rangkaian *Real-Time Clock (RTC)*

RTC digunakan untuk melakukan perhitungan waktu untuk ditampilkan pada LCD. Dalam hubungannya, pin SCL digunakan untuk sinkronisasi perubahan data yang dihubungkan dengan port P3.4 (T0) pada mikrokontroler, pin SDA digunakan sebagai input/outputnya yang dihubungkan dengan P3.5 (T1) pada mikrokontroler, pin X1 dan X2 dihubungkan dengan kristal 32.768 KHz.

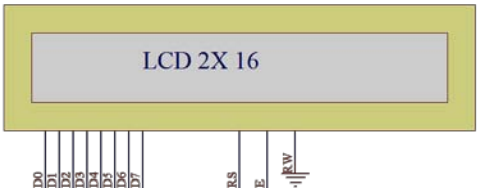



Gambar 3.8 Rangkaian RTC

DS1307 adalah IC serial *Real Time Clock (RTC)* dimana alamat dan data ditransmisikan secara serial melalui sebuah jalur data dua arah I2C. Karena menggunakan jalur data I2C maka hanya memerlukan dua buah pin saja untuk komunikasi, yaitu pin untuk data (SDA) dan pin untuk sinyal clock (SCL).

### 3.2.8 Rangkaian *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah sebuah modul terintegrasi yang tersusun dari bahan *liquid crystal dependent* dan beberapa bahan lain yang terintegrasi menjadi satu modul. Bahkan pada modul ini juga terdapat internal chip mikrokontroler sebagai salah satu piranti kerjanya. Modul LCD bisa menampilkan beberapa perintah berdasarkan karakter yang diinginkan melalui metode pemrograman dari sebuah mikrokontroler.




Gambar 3.9 Rangkaian LCD

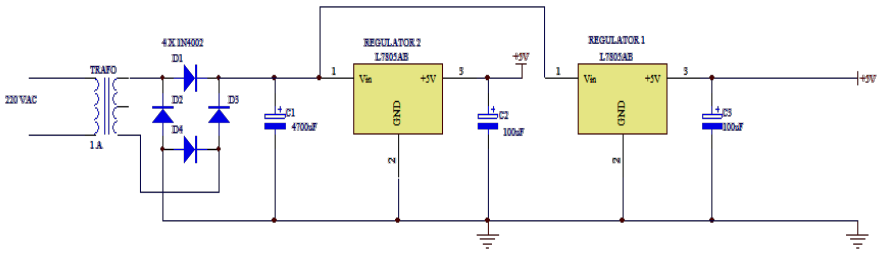
Peraga LCD yang digunakan adalah tipe matrik 2x16 yang dapat menampilkan 16 karakter sebanyak 2 baris. Peraga ini digunakan untuk menampilkan berapa besar penggunaan daya listrik yang sedang aktif, baik penggunaan jumlah daya perharinya maupun akumulasi perbulannya. Selain itu juga peraga ini dapat digunakan untuk mengakses menu dalam konfigurasi sistem. Peraga LCD ini terhubung ke mikrokontroler melalui jalur data yang lebarnya 8 bit (delapan buah pin) serta tiga buah pin untuk kontrol.

Pada aplikasi ini penyambungan LCD dengan mikrokontroler adalah menghubungkan terminal D0 ke P0.0, D1 ke P0.1 dan berturut-turut hingga terminal D7 dengan P0.7. Kemudian terminal RS dihubungkan dengan P3.0

(RXD) dan terminal E dengan P3.1 (TXD), sedangkan terminal RW langsung disambungkan ke GND.

### 3.2.9 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian sistem banyak menggunakan IC yang membutuhkan supply tegangan ($V_{CC}$), karenanya diperlukanlah suatu rangkaian catu daya. Rangkaian catu daya yang didesain adalah rangkaian dengan tegangan keluaran sebesar ±5 volt. Rangkaian catu daya terdiri dari komponen *bridge* (4 buah dioda) yang berfungsi sebagai penyearah tegangan AC, LM7805 yang berfungsi sebagai *regulator* tegangan dengan tegangan *output* sebesar +5 volt, dan beberapa kapasitor. Adapun untuk rangkaian catu daya dapat ditunjukkan pada Gambar 3.10.



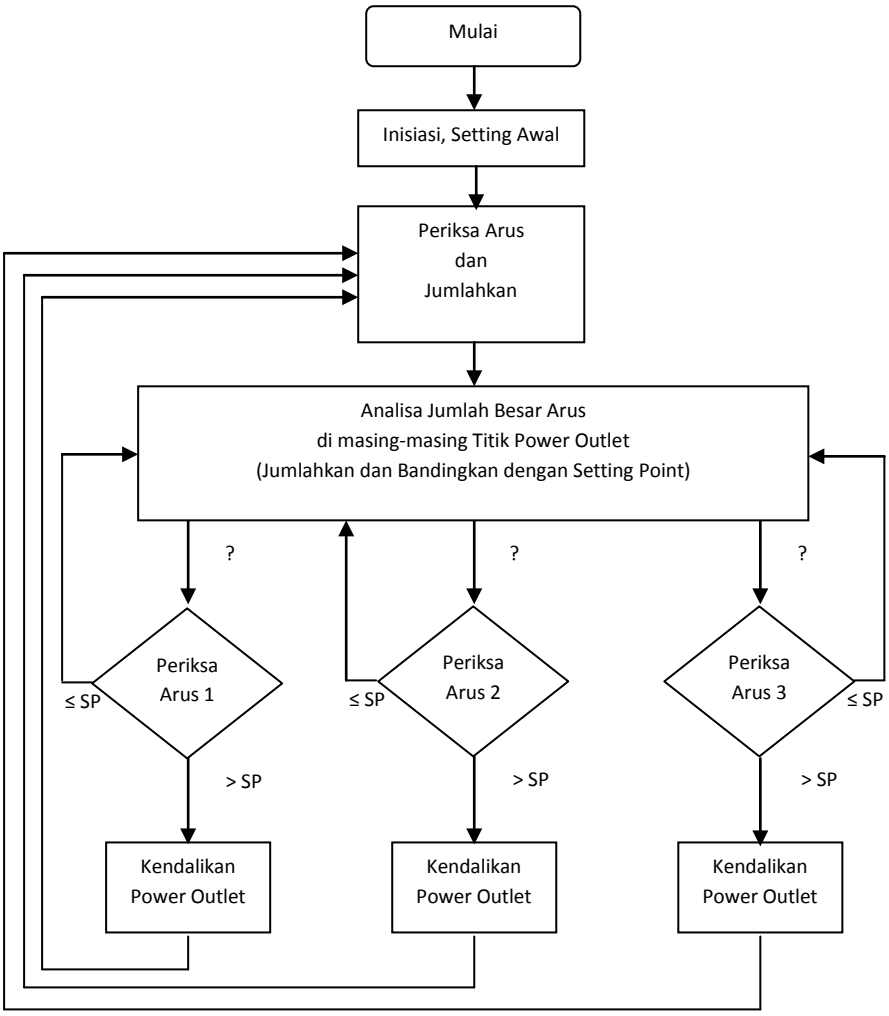

Gambar 3.10 Rangkaian Catu Daya

## 3.3 Flowchart Sistem

Langkah-langkah atau urutan kinerja dari fungsi *Sistem Pengontrol Beban Daya Listrik* ini dapat dilihat pada flowchart di Gambar 3.11.

Pada saat di mulai, sistem akan menginisiasi *setting*-an awal pada mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan memeriksa berapa besar penggunaan arus yang dideteksi oleh *input* ADC melalui ketiga sensor arus. Setelah arus yang digunakan

diketahui berapa jumlahnya, maka mikrokontroler akan membandingkannya dengan *setting point*. Dari perbandingan itu akan dianalisa berapa besar arus dari masing-masing ketiga titik *power outlet* tersebut. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah arus yang digunakan berlebih atau tidak. Apabila dari jumlah ketiga *power outlet* kurang atau sama dengan *setting point*, maka semua lampu akan tetap menyala. Dan apabila jumlahnya melebihi *setting point*, maka mikrokontroler akan memberikan instruksi kepada triac untuk melakukan aksi nyala-mati *(on-off).*




Gambar 3.11 Flowchart Sistem

# BAB IV

# HASIL PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

# SISTEM PENGONTROL BEBAN DAYA LISTRIK

## 4.1 Pengukuran Alat

Pengukuran dilakukan untuk melihat apakah rangkaian dalam sistem yang diukur sesuai dengan spesifikasi perencanaan atau tidak, sehingga dapat dijadikan acuan dalam perbaikan blok rangkaian tersebut.

### 4.1.1 Pengukuran Output Catu Daya

Besar tegangan yang digunakan yaitu 5 volt, dan ini digunakan sebagai sumber tegangan pada modul mikrokontroler AT89C52, ADC0809 dan pengkondisi sinyal (untuk sumber pada regulator 1). Sedangkan untuk sumber tegangan modul *driver* digunakan sumber tegangan pada regulator 2, hal ini untuk menghindari agar tidak terjadinya kerusakan modul lainnya ketika rangkaian *driver* dan *actuator* terjadi kerusakan hubungan tegangan tinggi. Pengukuran bagian regulator dilakukan pada komponen LM7805 pada input dan outputnya.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Output Catu Daya

| LM7805 | Hasil Pengukuran | |
|---|---|---|
| | Input (V) | Output (V) |
| Reg. 1 | 13,78 | 5,01 |
| Reg. 2 | 13,77 | 5,00 |

Dari tabel pengukuran diatas tegangan output yang didapat 5,01 volt dan 5,00 volt. Jadi catu daya ini baik untuk digunakan sebagai sumber tegangan pada modul mikrokontroler, ADC dan pengkondisi sinyal yang memiliki input tegangan sebesar 5 volt.

### 4.1.2 Pengukuran ADC0809

Pengukuran pada bagian modul ADC yaitu dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan yang dicatukan pada ADC, apakah sesuai atau tidak dengan karakteristik dari ADC itu sendiri.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran ADC0809

| Titik Ukur | Hasil Pengukuran (V) |
|---|---|
| $V_{CC}$ | 4,98 |
| $V_{REF}$ | 4,99 |

Dari tabel pengukuran diatas didapatkan hasil tegangan $V_{CC}$ yaitu sebesar 4,98 volt, sedangkan dari karakteristik ADC itu sendiri *range* tegangan *input* $V_{CC}$ yaitu sebesar 0-5 volt dengan tegangan $V_{REF}$ yaitu $V_{CC}$ + 0,1. Jadi dari hasil pengukuran itu menunjukkan hasilnya baik mendekati *range* $V_{CC}$ 5 volt.

### 4.1.3 Pengukuran Mikrokontroler AT89C52

Pengukuran pada bagian modul mikrokontroler dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan yang dicatukan pada mikrokontroler tersebut yaitu tegangan *input* $V_{CC.}$

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Mikrokontroler AT89C52

| Titik Ukur | Kondisi ON (V) | Kondisi OFF (V) |
|---|---|---|
| $V_{CC}$ | 5,00 | 0 |

## 4.2 Pengujian Alat

Pengujian dilakukan terhadap perangkat lunak *(software)* dan perangkat keras *(hardware)*. Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mengetahui kinerja yang ditunjukkan oleh program yang dibuat, dimulai dari pengujian listing program sampai aplikasi program pada perangkat keras. Sedangkan pengujian *hardware* dilakukan untuk menguji fungsi alat apakah sesuai rencana atau tidak, dimulai dari pengujian setiap modul secara terpisah sampai pengujian sebagai suatu sistem terpadu.

### 4.2.1 Pengujian Perangkat Keras *(Hardware)*

Sebelum melakukan pengujian perangkat keras secara keseluruhan, maka dilakukan tes atau pengujian per-modul sehingga kesalahan yang ada pada modul dapat diatasi per-modul. Secara umum pengujian komponen perangkat keras dilakukan dengan pengecekan kaki-kaki komponen yang terhubung dengan komponen yang lainnya, lalu fungsi dari kaki-kaki komponen tersebut apakah sudah sesuai penempatannya atau belum. Setelah pengecekan fungsi kaki-kaki komponen serta hubungan dengan komponen yang lain, dilanjutkan dengan pengukuran tegangan pada kaki-kaki tertentu dari komponen, pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa komponen tersebut berfungsi dengan benar

dan siap untuk diprogram. Selain itu pengecekan jalur yang menghubungkan antar kaki komponen juga diperlukan, hal itu untuk memastikan tidak ada jalur yang terputus yang akan mengakibatkan komponen yang bersangkutan jadi tidak berfungsi dengan baik atau bahkan tidak berfungsi sama sekali pada saat pengoperasian alat.

#### 4.2.1.1 Pengujian Modul Mikrokontroler

Sebelum melangkah pada pemrograman komponen-komponen yang lain, harus menguji komponen utamanya terlebih dahulu yaitu mikrokontrolernya itu sendiri. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa komponen utama dalam sistem ini berfungsi. Pengujian mikrokontroler ini hanya ingin melihat apakah rangkaian *oscillator* dan *reset*-nya bekerja dengan baik atau tidak, serta mikro dalam keadaan baik atau tidak.

Untuk pengujiannya dibuat suatu program sederhana yaitu program untuk menyalakan 8 buah led yang dihubungkan dengan port 1 dari mikrokontroler, kemudian dibuat sebuah rutin kecil yang akan menghidup/matikan ke-8 led tersebut secara bergantian.

```
Mov    P1,#$ff        ; nyalakan 8 led
Lcall  Delay          ; tunda sebentar
Mov    P1,#$00        ; matikan kembali 8 led
```

#### 4.2.1.2 Pengujian Modul *Analog to Digital Converter*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah ADC tersebut bekerja dengan baik atau tidak. Cara pengujiannya dengan menghubungkan sensor arus (trafo arus) pada kanal 0, kemudian pin ADD-A, ADD-B dan ADD-C diberi logika *low* untuk menandakan pemilihan kanal 0. Kemudian pin *start* diaktifkan, maka ADC akan memulai konversi.

#### 4.2.1.3 Pengujian *Liquid Crystal Display (LCD)*

Dalam pengujian LCD dilakukan dengan mengirimkan beberapa karakter huruf pada panel LCD. Sebelum memprogram LCD ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengontrolan LCD ini yaitu RS *(Register Select),* E *(Enable)*, RW (*Read/Write*-aktif rendah). RS berfungsi untuk memilih antara dua *register*, apakah *intruction register* (IR) atau *data register* (DR). Dimana IR berguna mengirimkan data yang berupa perintah terhadap LCD seperti menghapus panel, penempatan kursor, menggeser kursor dan lain-lain. Sedangkan DR berguna untuk mengirimkan data ASCII yang akan ditampilkan dipanel. E *(enable)* berfungsi sebagai pengoperasian sinyal mulai, dan sinyal ini akan mengaktifkan pembacaan atau penulisan data pada LCD. Lalu RW berfungsi sebagai pengaktif operasi pembacaan atau penulisan, dimana jika RW di-*set* maka yang terjadi adalah operasi pembacaan sedangkan jika di-*reset* maka yang terjasi adalah operasi penulisan.

Pada rutin pengujian LCD terdapat sub-rutin kirim perintah dan sub-rutin kirim ASCII. Sub-rutin kirim perintah merupakan rutin untuk pengaturan LCD dan dioperasikan pada saat penginisialisasian LCD atau pada saat lain sesuai

kebutuhan. Sedangkan sub-rutin kirim ASCII dioperasiakan pada saat akan mengirimkan karakter ASCII ke layar LCD, dan pengiriman karakter ASCII ini dilakukan setelah penginisialisasian LCD. Dalam proses pengujian ini dilakukan dengan pengiriman beberapa karakter huruf “KONTROL BEBAN” dan “LISTRIK”. Dan hasil proses pengujian seperti ini menunjukan bahwa LCD ini sudah berfungsi. Hasil pengujian terlihat seperti pada Gambar 4.1, terlihat pada display LCD 2 baris, 16 digit, terlihat pada baris pertama yaitu KONTROL BEBAN dan baris kedua yaitu LISTRIK.



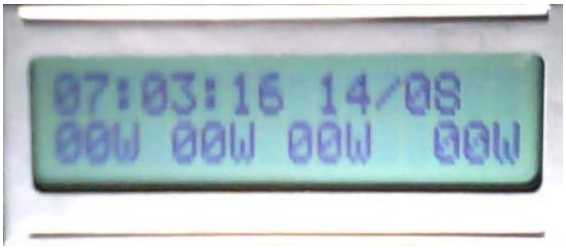

Gambar 4.1 Tampilan Pengujian LCD

#### 4.2.1.4 Pengujian *Real Time Clock (RTC)*

Pengujian RTC dilakukan dengan cara pengiriman beberapa data dalam format BCD. Lalu untuk memastikan bahwa RTC ini berfungsi dengan benar, dilakukan dengan pembacaan kembali data yang sebelumnya dikirimkan dan ditampilkan pada panel LCD.

Pada prinsipnya proses yang terjadi pada rutin pengujian RTC, yaitu pertama kali harus dilakukan pengiriman *start* bit yang menandakan bawa proses pengiriman byte akan dimulai. Lalu dilanjutkan dengan pengiriman byte pertama yang merupakan fungsi kontrol *device* RTC dan sekaligus penentuan mode operasi apakah mode penulisan atau pembacaan. Tapi hal yang perlu diperhatikan bahwa

untuk pertama kali menjalankan RTC, mode penulisan dilakukan sebelum pembacaan, dan juga dilakukan hanya sekali. Byte kedua dikirimkan setelah sinyal *acknowledge* diterima oleh mikrokontroler, byte kedua ini dikirimkan untuk menentukan alamat mana yang akan menjadi tujuan data yang akan ditulisi atau dibaca kemudian. Bila pengiriman byte ini selasai, maka RTC akan mengirimkan *acknowledge* lagi yang menandakan byte kedua ini sudah diterima oleh RTC. Sedangkan untuk byte ketiga dan seterusnya merupakan byte data yang akan ditulis atau dibaca pada/dari RTC, yang masing-masing setelah pengiriman byte data akan diakhiri dengan respon *acknowledge* dari RTC. Dan *stop* bit dikirimkan sebagai tanda akhir dari proses penulisan dan pembacaan byte data. Setelah proses pertama (penulisan byte data) selesai, dilanjutkan dengan proses pembacaan dan seterusnya ditampilkan pada LCD. Komponen RTC dikatakan berfungsi bila data yang dituliskan tersebut dapat dibaca kembali, dari hasil proses pengujian menunjukan bahwa RTC dapat berfungsi. Hasil pengujian terlihat seperti pada Gambar 4.2, terlihat pada *display* LCD baris pertama yaitu 07:03:16 14/08. Sedangkan hasil pengujian modul pembacaan daya, terlihat pada display LCD pada baris kedua yaitu, 00W 00W 00W 00W.




Gambar 4.2 Tampilan LCD pada Pengujian RTC

### 4.2.2 Pengujian Perangkat Lunak *(Software)*

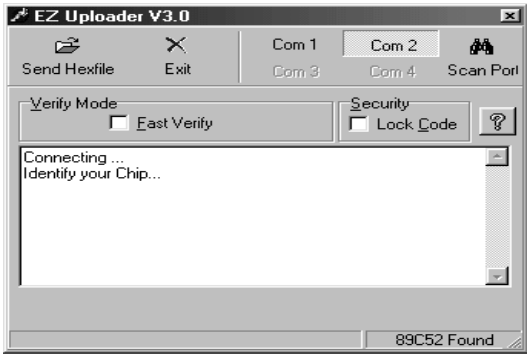
Pengujian perangkat lunak *(software)* pertama kali dilakukan untuk mengetahui apakah listing program yang telah dibuat, masih terdapat kesalahan atau tidak. Selanjutnya pengujian yang dilakukan terhadap perangkat lunak yaitu menguji apakah perangkat lunak tersebut sesuai dengan kinerja perangkat keras yang diinginkan atau tidak. Oleh karena itu, langkah selengkapnya pengujian perangkat lunak dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Membuka MS-DOS prompt dengan bantuan program TASM301 kita bisa mengetahui apakah listing program yang dibuat itu benar atau salah yaitu dengan cara memanggil file program yang dibuat, dengan catatan file yang telah dibuat itu harus satu folder dengan file TASM301, dan tipe file yang digunakan adalah ASM. Langkah ini juga merupakan langkah untuk meng-konversi file ASM kedalam bentuk file HEX.
2. Jika terjadi kesalahan pada listing program yang dibuat maka akan tampil pada layar.
3. Jika terdapat kesalahan maka selanjutnya membuka file dengan ekstensi LST, hal ini dilakukan untuk mengetahui letak kesalahan listing program yang telah dibuat.
4. Setelah letak kesalahan diketahui, maka selanjutnya yang harus dilakukan adalah memperbaiki kesalahan tersebut dengan cara mengedit file tersebut dengan cara membuka kembali nama file dengan ekstensi ASM pada program text editor (notepad/qedit maupun text editor lainnya).

5. Setelah kesalahan diperbaiki seluruhnya lalu lihat kembali apakah hasil perbaikan kita masih terdapat kesalahan, hal ini dilakukan dengan cara membuka MS-DOS prompt dengan bantuan program TASM301 seperti pada langkah nomor 1, dan ini terus menerus dilakukan sampai program menampilkan pesan tidak terdapat kesalahan *(error).*
6. Setelah program yang dibuat tersebut tidak ada kesalahan lagi, maka selanjutnya adalah melakukan proses pengisian IC mikrokontroler AT89C52 dengan program yang telah dibuat tersebut. Proses pengisian program ke dalam mikrokontroler, membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang berfungsi sebagai *downloader*. Sebagai perangkat keras digunakan *downloader* yang terhubung dengan serial port pada PC. Sedangkan perangkat lunak yang mendukung *programer* atau *downloader* yaitu EZ Uploader V3.0.

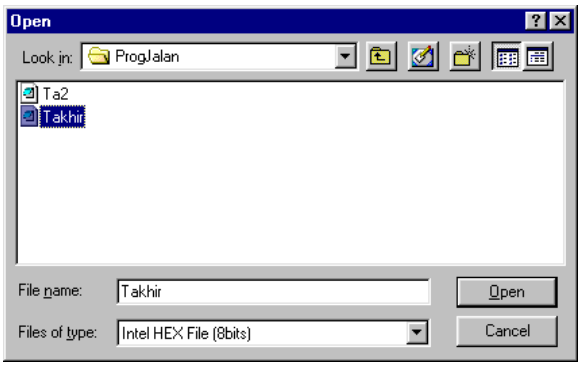
Adapun langkah-langkah yang ditempuh untuk mengisikan program ke dalam IC mikrokontroler yaitu sebagai berikut :

a. Membuka program EZ Uploader V3.0
b. Pilih ada di Com berapa Programmer yang kita pasang.
c. Jika telah dipilih maka pada aplikasi ini akan tampil pesan *Connecting* yang dilanjutkan dengan pencarian IC mikrokontroler yang terhubung dengan *downloader*.
d. Tunggu sampai aplikasi ini menampilkan pesan ditemukannya IC mikrokontroler yang akan kita isi program.



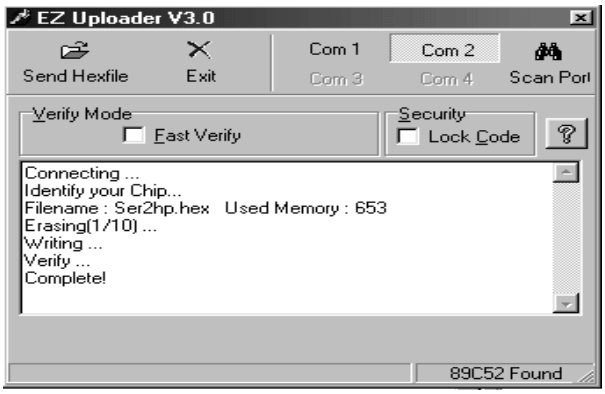

Gambar 4.3 Program EZ Uploader

e. Panggil file HEX yang telah dibuat tersebut dengan cara pada aplikasi EZ Uploader V3.0 ini klik *send Hex File*.




Gambar 4.4 Pemanggilan File HEX

f. Tunggu sampai pada aplikasi ini mengeluarkan pesan *Complete.*

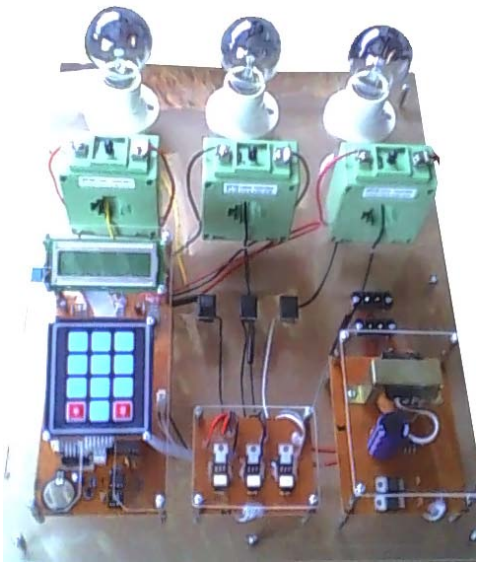



Gambar 4.5 Pesan Complete Pada EZ 3.0

g. Jika telah selesai, berarti IC mikrokontroler telah terisi oleh program yang telah dibuat tadi dan siap untuk diaplikaskan dengan rangkaian sebenarnya.
h. Masukkan IC yang sudah terprogram pada rangkain sistem minimum *(minimum system)* modul yang telah di rancang.
i. Operasikan alat tersebut sesuai dengan rancangan.
j. Bila alat tidak jalan, cek kembali apakah ada kesalahan di program atau perangkat keras, hingga alat dapat bekerja sesuai dengan yang telah di rancang.

## 4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

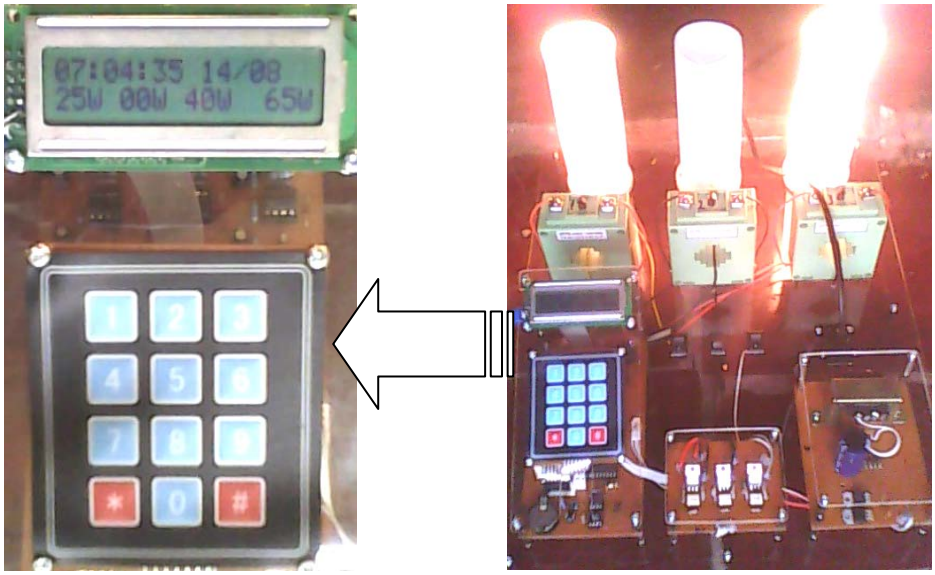
Setelah semuanya dilakukan pengujian baik *hardware* dan *software*-nya, maka dilakukan pengujian sistem secara keseluruhannya. Rangkaian sistem secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 4.6 yang merupakan satu kesatuan dari gabungan rangkaian sensor, pengontrol, peraga, aktuator, dan catu daya.



Gambar 4.6 Rangkaian Sistem Pengontrol

Sistem dikontrol secara otomatis yaitu dengan membandingkan nilai *set point* dan *input* ADC. Apabila nilai *input* dari ADC melebihi dari nilai *set point* pada mikrokontroler, maka triac akan melakukan aksi nyala-mati *(on-off).* Triac akan melakukan aksi ketika saat adanya penambahan beban dan melebihi batas maksimum, maka triac tersebut akan melakukan aksi *on-off* pada beban tersebut sebagai tanda bahwa beban berlebih.

Pengujian sistem pertama dilakukan dengan mengamati sistem pegawasan *display* LCD. Ketika sistem diaktifkan, *display* akan menampilan berapa penggunaan daya di masing-masing *power outlet.* Dan dalam keadaan tidak ada beban yang aktif, maka *display* akan menampilkan angka 00W. Adapun ketika ada salah satu beban atau pun semua beban aktif, *display* akan menunjukkan besar nilai bebannya tersebut. Hal ini dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 4.7.




Gambar 4.7 *Display* Pengontrol Daya

Pada gambar diatas ditunjukkan bahwa nilai di PO1 sebesar 25 watt menunjukkan besar daya aktif 25 watt, PO2 menunjukkan nilai 00 watt dalam artian beban tidak digunakan atau tidak aktif, dan PO3 dengan nilai beban 40 watt. Sedangkan untuk besar penggunaan total daya listrik ditunjukkan sebesar 65 watt dari akumulasi PO1, PO2 dan PO3.

Sedangkan untuk melihat penggunaan daya yang telah terpakai selama perhari maupun perbulannya, dapat dilakukan dengan cara menekan tombol pagar "#" pada *keypad*. Dan untuk mengatur waktu dan tanggal yaitu dengan menekan tombol bintang "*****".

Untuk pengujian sistem utama dilakukan dengan menggunakan tiga buah lampu dengan kemampuan penggunaan maksimum beban sistem sebesar 80 watt *(setting point).*

Tabel 4.4 Aksi Kontrol Daya Pada Penggunaan 80 watt

| Lampu | A | B | C | Σ |
|---|---|---|---|---|
| Daya (W) | 15 | 25 | 40 | 80 |
| Aksi | ON | ON | OFF | 40 |
| | ON | OFF | ON | 55 |
| | OFF | ON | ON | 65 |
| | ON | ON | ON | 80 |

Pada tabel diatas, jika ketiga beban tersebut diaktifkan maka jumlah maksimum dayanya adalah sebesar 80 watt. Dalam keadaan semua beban aktif, sistem tidak

akan memutuskan salah satu beban karena kemampuan dari sistem ini sama yaitu kurang dari dan sama dengan 80 watt.

Sedangkan apabila dari salah satu beban ada yang diganti dengan daya yang lebih besar, berarti jumlah daya juga akan menjadi lebih besar dari 80 watt. Oleh karena itu, jika jumlah daya lebih besar maka harus ada salah satu beban yang dimatikan.

Tabel 4.5 Aksi Kontrol Daya Pada Penggunaan Lebih dari *Setting Point*

| Lampu | A | B | C | Σ |
|---|---|---|---|---|
| Daya (W) | 25 | 25 | 40 | 90 |
| Aksi | ON | ON | OFF | 50 |
| | ON | OFF | ON | 65 |
| | OFF | ON | ON | 65 |
| | ON | ON | ON | 90 |

Terlihat pada tabel diatas bahwa penggunaan beban ketiga akan diaktifkan ketika sudah ada dua beban yang sedang aktif, berarti jumlah akan melebihi dari *setting point.* Maka dari itu, apabila beban ketiga diaktifkan triac akan memberikan aksi *on-off* pada beban tersebut sebagai pertanda bahwa beban daya melebihi *setting point*, dan sebagai peringatan kepada si pengguna agar untuk kembali mematikan beban tersebut.

# BAB V

# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Dari penjelasan-penjelasan dan keterangan baik dari perancangan sistem, pembuatan sistem maupun prinsip kerjanya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Sistem pengontrol beban daya listrik* merupakan salah satu dari banyak sistem otomatis yang digunakan untuk aplikasi kontrol listrik. Sistem ini dapat dirancang dengan merangkaikan sensor arus, rangkaian pengontrol dan aktuator.
2. Sistem ini mampu untuk mengawasi, mambatasi dan menyimpan data penggunaan daya listrik. Sistem yang telah dirancang memiliki *range* pengukuran daya antara 0-80 watt atau sebesar 364 miliampere pada tegangan 220 volt. Kerja dari sistem kontrol ini adalah membandingkan nilai *set point* dengan *input* ADC pada mikrokontroler. Apabila nilai *input* dari ADC melebihi nilai *set point*, maka triac akan memberikan aksi ke beban sebagai isyarat bahwa *input* beban melebihi dari *setting point.*
3. Sistem ini belum dapat melakukan dan menentukan penghematan energi, namun efesiensi energi dapat dilakukan bila telah didapatkan referensi objek yang akan dituju yaitu melalui *display* LCD, sehingga sistem ini dapat dijadikan referensi untuk melakukan tindakan-tindakan efesiensi energi seperti dalam sistem *smart home.*

## 5.2 Saran

Sistem yang dibuat pada tugas akhir ini, masih dapat dikembangkan untuk dapat meningkatkan kualitas dan prinsip kerja yang lebih optimal lagi. Untuk itu, penulis mengajukan beberapa saran untuk pengembangan-pengembangan dari sistem ini kedepan diantaranya:

1. Mengembangkan perancangan program *(software)* agar dihasilkan suatu sistem yang benar-benar lebih memiliki efektifitas yang lebih baik.
2. *Range* kemampuan untuk mengontrol beban daya lebih besar lagi (yaitu yang mendekati daya di MCB sebenarnya).
3. Pada sistem ini hanya baru dikembangankan pada sistem *power outlet* yang berfungsi untuk melakukan pengawasan, pembatasan dan penyimpanan hasil pengukuran. Namun tidak dilakukan pengefektifan daya pada jaringan listrik yang digunakan seperti masalah faktor daya, sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya untuk dapat mengembangkan sistem ini dan juga dapat mengontrol penggunaan daya listrik menggunakan *capasitor bank*.
4. Disarankan untuk mengembangkan sistem pengontrol daya ini agar dapat di *monitoring* melalui jarak jauh seperti handphone dan internet.

# DAFTAR PUSTAKA


Sutrisno, Elektronika Teori dan Penerapannya Jilid 1 dan 2, Penerbit ITB, Bandung, 1987

Daryanto, Pengetahuan Teknik Elektronika, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta, 2000

Malvino Barmawi, Prinsip-Prinsip Elektronika Edisi Ketiga Jilid 1 dan 2, Erlangga, Jakarta, 1986

Budi Herdiana, Penuntun Praktikum Pengukuran Listrik Edisi 2, UNIKOM, Bandung, 2008

http://www.alldatasheet.com

Bonggas L. Tobing, Peralatan Tegangan Tinggi, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Agfianta Eko Putra, Belajar Mikrokontroler AT85C51/52/55 Teori dan Aplikasi Edisi 2, Jakarta

# BIODATA PENULIS



**Encep Holilurohman**

Lahir di Karawang pada tanggal 17 september 1985. Merupakan anak terakhir dari keluarga besar 9 bersaudara, ayahanda KH. Ma'shum Anshori dan ibunda Hj. Habibaturrohmah.

Tidak suka melihat orang yang sukanya cuma banyak bicara, tapi gak ada kerja.

Alamat : Cirawa No. 94 Tegalwaru, Karawang

Hobi : Bersepeda, dan semua yang berhubungan dengan otomotif, mendengarkan musik, and more…

Telepon : +62-81-22-00-919-33

Email : codweb_spider@yahoo.com

Facebook : choliel aya

Riwayat Pendidikan:

- ✓ SDN Cintalanggeng III Tegalwaru
- ✓ MTs. Miftahul Huda Tegalwaru
- ✓ SMKN 1 Karawang *(Jurusan Teknik Mekanik Otomotif)*
- ✓ UNIKOM (Universitas Komputer Indonesia) Bandung *(Jurusan Teknik Elektro – Telekomunikasi)*

*" … Perbuatlah olehmu kebaikan, agar kamu mendapat kemenangan "*

*"… وافعلوا الخير لعلكم تفلحون (الحج:٧٧)"*

Penulis telah mengikuti Sidang Tugas Akhir pada tanggal 4 Agustus 2009, sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST).