

**ALAT PEWAKTU OTOMATIS UNTUK PERANGKAT  
ELEKTRONIK MENUNAKAN RTC (*Real Time Clock*)  
BERBASIS MIKROKOTROLER**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

Asaf :	Had sh	Klass
	Penerimaan	629.8043
Terima tgl :	10 JAN 2007	NAD
No. Induk :		a
Pengkatalog :		

Oleh :

**Achmad Nadip S. B**  
**NIM. 021903102073**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM-PROGRAM STUDI TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2006**



**ALAT PEWAKTU OTOMATIS UNTUK PERANGKAT  
ELEKTRONIK MENUNAKAN RTC (*Real Time Clock*)  
BERBASIS MIKROKOTROLER**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Ahli Madya (A.Md.) Teknik Program Studi Diploma III  
Teknik Jurusan Teknik Elektro pada  
Program-Program Studi Teknik  
Universitas Jember

Oleh :

**Achmad Nadip S. B**  
**NIM. 021903102073**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM-PROGRAM STUDI TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2006**

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA: Achmad Nadip S. B

NIM : 021903102073

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Alat Pewaktu Otomatis Untuk Perangkat Elektronik Menggunakan RTC (*Real Time Clock*) Berbasis Mikrokontroler”** adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Juli 2006

Yang menyatakan,



Achmad Nadip S. B  
021903102073

**PENGESAHAN**

Laporan Proyek Akhir yang berjudul :

**"ALAT PEWAKTU OTOMATIS UNTUK PERANGKAT ELEKTRONIK  
MENGUNAKAN RTC (*Real Time Clock*) BERBASIS MIKROKONTROLER"**

oleh : **A.NADIP S.B, NIM : 021903102073**

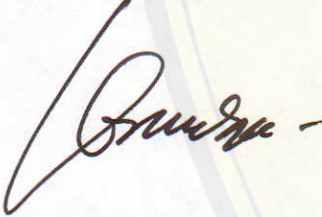
Telah diuji dan dinyatakan lulus pada hari **Kamis**, tanggal **27 Juli 2006** serta telah disetujui, disahkan dan diterima oleh Program-program Studi Teknik Universitas Jember.

**Menyetujui :**  
Ketua (Pembimbing I)



Bambang Supeno, ST  
NIP : 132 133 387

Penguji I



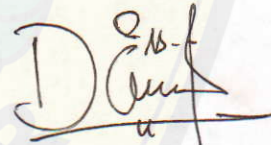
Ir. Bambang Sujanarko, MM  
NIP : 132 085 970

**Penguji :**  
Penguji II



Saiful Bukhori, ST., M. Kom  
NIP : 132 125 681

Penguji III



Dwiretno Istiyadi S., ST  
NIP : 132 304 779

**Mengesahkan :**

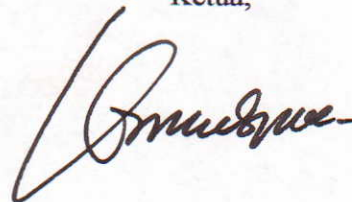
Program-Program Studi Teknik  
Universitas Jember  
Ketua,



Ir. R. Sudaryanto, DEA  
NIP : 320 002 358

**Mengetahui :**

Jurusan Teknik Elektro  
Ketua,



Ir. Bambang Sujanarko, MM  
NIP : 132 085 970

## RINGKASAN

### **Alat Pewaktu Otomatis Untuk Perangkat Elektronik Menggunakan RTC (*Real Time Clock*) Berbasis Mikrokontroler, Achmad Nadip S. B, 2006, 62hlm**

Seiring dengan perkembangan jaman, kebutuhan perangkat elektronik di era modern ini semakin meningkat dan terus berkembang, salah satunya pada kebutuhan sistem pengontrolan untuk perangkat elektronik di industri maupun di luar industri, pada umumnya dilakukan secara manual dan otomatis.

Dalam tugas akhir ini telah dirancang sistem pewaktu otomatis untuk perangkat elektronik, yang memudahkan pemakai untuk penggunaannya di berbagai perangkat elektronik, di industri maupun diluar industri. Sistem pewaktu ini tidak terlalu rumit karena sudah dilengkapi dengan penjelasan yang cukup untuk dipahami sebagai pengatur atau pengendali. Pada alat ini digunakan Mikrokontroler sebagai kontrol sistem dan dilengkapi dengan RTC sebagai data petunjuk waktu yang akurat, serta menggunakan EEPROM untuk penyimpanan data, dan sebagai tampilan data menggunakan LCD. Alat pewaktu otomatis ini cukup sedikit mengikuti perkembangan jaman yang semakin berkembang di era modern saat ini.

Pengerjaan proyek akhir ini dilaksanakan dirumah dan di Ruang Wokshop dimulai April 2006 sampai bulan juni 2006.

Hasil yang diperoleh dari proyek akhir ini adalah bahwa alat pewaktu otomatis yang digunakan, untuk menyalakan dan mematikan perangkat elektronik pada waktu tertentu, sudah cukup mengikuti perkembangan jaman.

## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karuni-Nya sehingga penulisan laporan proyek akhir dengan judul “Alat Pewaktu Otomatis Untuk Perangkat Elektronik Menggunakan RTC (*Real Time Clock*) Berbasis Mikrokontroler” dapat diselesaikan. Karya tulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Elektro, Program-Program Studi Teknik, Universitas Jember.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan kali ini disampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. R. Sudaryanto, DEA., selaku Ketua Program Studi Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Bambang Sujanarko, MM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
3. Bapak Dwiretno Istiyadi Swasono, ST., selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Elektro.
4. Bapak Bambang Supeno, ST., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan perhatian, bimbingan dan pengarahan selama pembuatan penulisan proyek akhir ini.
5. Bapak Atma Yuwana Adi, ST., selaku Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan selama pembuatan proyek akhir ini.
6. Para Dosen beserta seluruh karyawan DIII Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala dukungannya selama ini.
7. Teman-teman Seperjuangan DIII Teknik Elektro 2002.

Demi kesempurnaan penulisan laporan proyek akhir ini, selalu diharapkan segala kritik dan saran dari semua pihak. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua Amin.

Jember, 27 Juli 2006

Penyusun

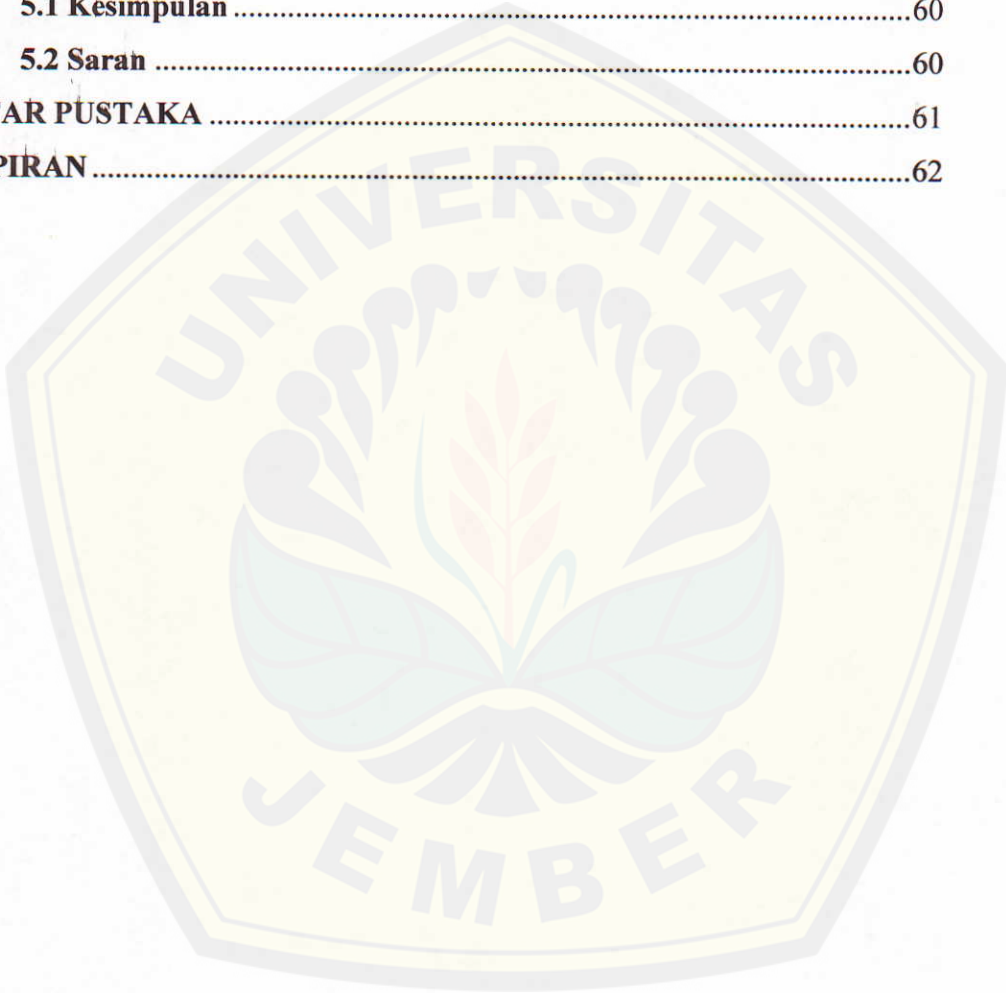


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
RINGKASAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat.....</b>	<b>2</b>
1.4.1 Tujuan .....	3
1.4.2 Manfaat .....	3
<b>1.5 Sistematika Pembahasan .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Serial Alarm RTC (Real-Time Clock) DS1306 .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 LCD (Liquid Crystal Display).....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Mikrokontroler AT89C51 .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Serial EEPROM (Electrically Erasable Programmable     Read Only Memory) AT24C64.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Keypad.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6 Driver Beban .....</b>	<b>21</b>
2.6.1 TRIAC .....	21
2.6.2 SCR (Silicon Controlled Rectifier) .....	24

2.6.3	MOSFET ( <i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i> ) .....	26
2.6.4	Relai.....	31
<b>BAB 3.</b>	<b>PERANCANGAN DAN PEMBUATAN .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Tempat dan Waktu.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2</b>	<b>Perancangan Sistem.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3</b>	<b>Perancangan dan pembuatan Alat.....</b>	<b>34</b>
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras .....	34
a	Modul <i>Serial Alarm RTC</i> .....	34
b	Modul LCD.....	36
c	Modul Modul Minimum Sistem AT89C51 .....	37
d	Modul <i>Serial EEPROM AT24C64</i> .....	39
e	Modul <i>Driver TRIAC</i> .....	40
f	Modul <i>Driver SCR</i> .....	42
g	Modul <i>Driver MOSFET</i> .....	43
h	Modul <i>Driver Relai</i> .....	45
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	46
<b>3.4</b>	<b>Alat dan Bahan.....</b>	<b>52</b>
3.4.1	Alat .....	52
3.4.2	Bahan.....	52
<b>BAB 4.</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISA.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1</b>	<b>Pengujian Perangkat Keras .....</b>	<b>53</b>
4.1.1	Pengujian RTC pada LCD.....	53
4.1.2	Pengujian Rangkaian Mikrontroler AT89C51 .....	54
4.1.3	Pengujian EEPROM <i>Serial</i> .....	56
4.1.4	Pengujian <i>Driver Beban</i> .....	57
a.	Pengujian Rangkaian TRIAC .....	57
b.	Pengujian Rangkaian SCR.....	57
c.	Pengujian Rangkaian MOSFET .....	58

d. Pengujian Rangkaian Relai.....	58
4.1.5 Pengujian Beban keseluruhan .....	59
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>60</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>62</b>



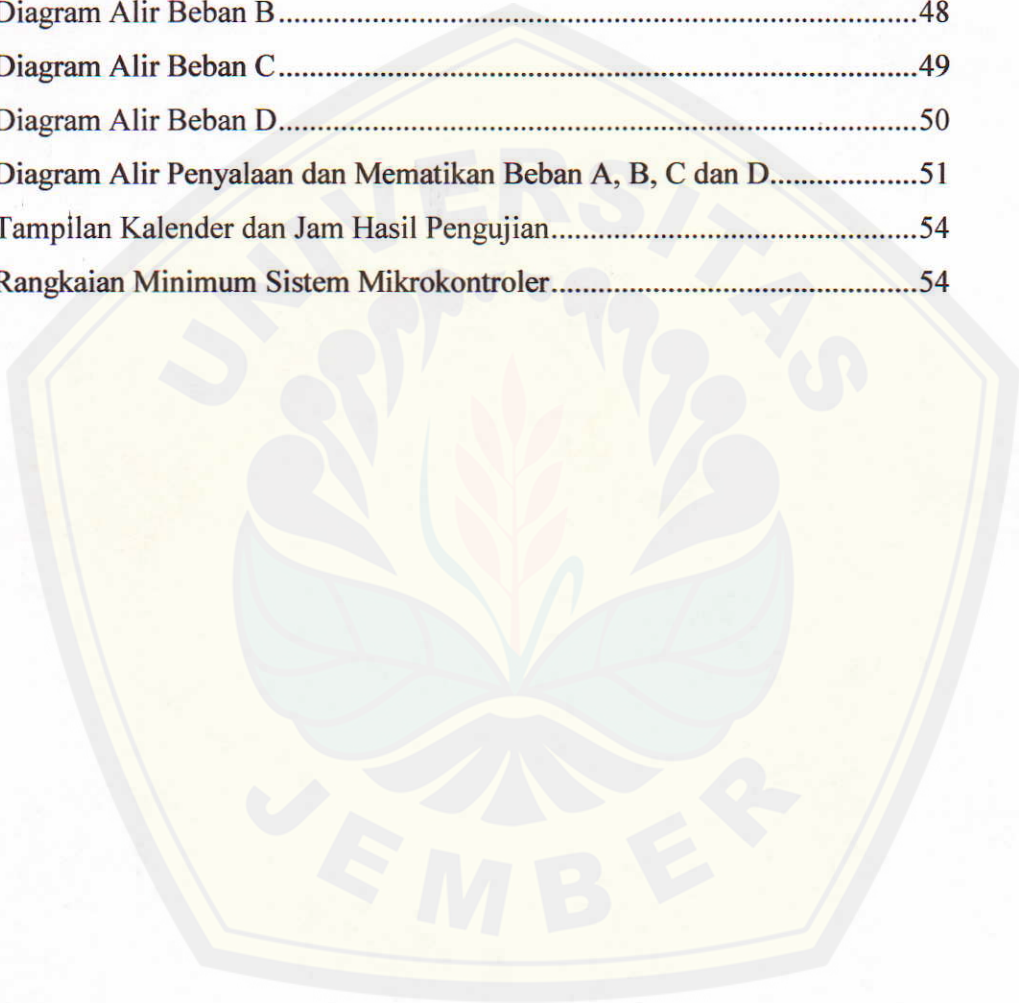
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Susunan dari <i>Register</i> RTC dan <i>Address map</i> .....	7
2.2 Fungsi Masing-masing Kaki LCD .....	9
2.3 Keluarga Mikrokontroler MCS-51 .....	11
2.4 Fungsi Khusus dari Port 3 .....	15
3.1 Daftar Komponen Rangkaian <i>Serial</i> RTC.....	35
3.2 Daftar Pin LCD Karakter 4x20.....	36
3.3 Daftar Komponen Rangkaian Minimum Sistem AT89C51 .....	37
3.4 Daftar Komponen Rangkaian <i>Driver</i> TRIAC.....	40
3.5 Daftar Komponen Rangkaian <i>Driver</i> SCR.....	42
3.6 Daftar Komponen Rangkaian <i>Driver</i> MOSFET .....	43
3.7 Daftar Komponen Rangkaian <i>Driver</i> Relai .....	45
4.1 Hasil Percobaan Pengujian Sistem Mikrokontroler AT89C51.....	54
4.2 Hasil Pengujian <i>Serial</i> EEPROM.....	55
4.3 Hasil Pengujian TRIAC.....	57
4.4 Hasil Pengujian SCR .....	58
4.5 Hasil Pengujian MOSFET .....	58
4.6 Hasil Pengujian Relai .....	59
4.7 Hasil Pengujian Beban Keseluruhan .....	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pin <i>Serial Alarm</i> RTC dan Rangkaian <i>Interface</i> RTC dengan Mikrokontroler .....	5
2.2 Elemen Inti <i>Serial Alarm</i> RTC .....	6
2.3 Koneksi LCD pada Mikrokontroler.....	9
2.4 Diagram Blok AT89C51 .....	13
2.5 Konfigurasi Pin AT89C51.....	14
2.6 <i>Serial</i> EEPROM .....	20
2.7 Simbol TRIAC .....	21
2.8 Kurva Karakteristik TRIAC .....	22
2.9 Pengaturan Daya dengan TRIAC .....	23
2.10 Struktur SCR .....	24
2.11 Karakteristik Kurva I-V SCR .....	25
2.12 Transistor MOSFET .....	26
2.13 Struktur MOSFET <i>Depletion-Mode</i> .....	27
2.14 Kurva <i>Drain</i> MOSFET <i>Depletion-Mode</i> .....	28
2.15 Struktur MOSFET <i>Enhancement-Mode</i> .....	29
2.16 Kurva <i>Drain</i> MOSFET <i>Enhancement-Mode</i> .....	30
2.17 Keadaan Relai Saat NC dan NO.....	31
3.1 Diagram Blok Sistem.....	33
3.2 Rangkaian <i>Serial Alarm</i> RTC.....	35
3.3 LCD Karakter 4x20 .....	36
3.4 Rangkaian Minimum Sistem AT89C51 .....	37
3.5 Rangkain <i>Serial</i> EEPROM.....	40
3.6 Modul <i>Driver</i> TRIAC.....	41
3.7 Modul <i>Driver</i> SCR.....	42
3.8 Modul <i>Driver</i> MOSFET .....	44

3.9 Modul <i>Driver</i> Relai .....	45
3.10 Diagram Alir Utama .....	46
3.11 Diagram Alir Beban A.....	47
3.12 Diagram Alir Beban B.....	48
3.13 Diagram Alir Beban C.....	49
3.14 Diagram Alir Beban D.....	50
3.15 Diagram Alir Penyalaan dan Mematikan Beban A, B, C dan D.....	51
4.1 Tampilan Kalender dan Jam Hasil Pengujian.....	54
4.2 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler.....	54





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hampir seluruh perangkat elektronik pada era modern ini, menggunakan teknologi digital sebagai kontrolnya. Teknologi digital menawarkan sistem otomatis dari aplikasi yang sederhana hingga kompleks. Salah satu bentuk teknologi digital yang saat ini cukup banyak digunakan adalah sistem pewaktu otomatis. Implementasi sistem pewaktu otomatis banyak diterapkan pada perangkat-perangkat yang digunakan didunia industri maupun rumah tangga.

Dalam proyek akhir ini akan dirancang sistem pewaktu otomatis, yang digunakan untuk menyalakan suatu perangkat elektronik secara otomatis pada waktu tertentu, menyala dengan lama waktu tertentu, dan akan mati secara otomatis pada waktu tertentu pula, sesuai dengan *setting* waktu yang diinginkan. Komponen-komponen yang akan digunakan pada proyek akhir ini meliputi: RTC (*Real Time Clock*) sebagai data pewaktu, mikrokontroler sebagai kontrol sistem, LCD untuk menampilkan data, *keypad* untuk memasukkan *setting* waktu, EEPROM untuk penyimpanan data, dan komponen untuk *switching* tegangan 220 V.

## 1.2. Rumusan Masalah

Di dalam uraian tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas pada proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Cara mendesain sistem tampilan data waktu RTC yang meliputi detik, menit dan jam pada LCD dengan mikrokontroler.
2. Cara mendesain penulisan data pada EEPROM.
3. Cara kinerja alat yang dikontrol.

## 1.3. Batasan masalah

Untuk memperjelas, menyederhanakan dan menghindari meluasnya masalah maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Alat digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik yang menggunakan sumber tegangan AC 220 V.
2. *Setting* waktu yang dikeluarkan meliputi, menit dan jam untuk penyalaan dan mematikan Beban 1, 2, 3 dan 4 perangkat elektronik yang dikontrol.

## 1.4. Tujuan dan Manfaat

### 1.4.1 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan penggunaan teknologi pewaktu otomatis dalam aplikasi sistem otomatis.
2. Meningkatkan efisiensi kerja dalam industri maupun di luar industri, karena pengontrolan waktu untuk menyalakan dan mematikan perangkat elektronik tanpa memerlukan operator manusia.



#### 1.4.2 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Alat pewaktu otomatis untuk menyalakan dan mematikan perangkat elektronik akan sangat tepat dalam waktu, sehingga jauh lebih menguntungkan dibandingkan menggunakan operator manusia.
2. Dengan adanya alat ini, bisa dikembangkan dengan pewaktu yang lain yang berkaitan untuk menyalakan dan mematikan secara otomatis.

#### 1.5 Sistematika Pembahasan

Penulisan Laporan Proyek akhir ini secara garis besar dibagi dalam lima bab pembahasan, yaitu sebagai berikut :

##### BAB 1. PENDAHULUAN

Meliputi latar belakang, tinjauan pustaka, batasan masalah, Perumusan masalah sistematika pembahasan.

##### BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori yang mendukung pelaksanaan penelitian dan penyelesaian masalah.

##### BAB 3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Menerangkan urutan langkah perancangan alat yang dibuat.

##### BAB 4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Berisi hasil-hasil pengujian dan pembahasan.

##### BAB 5. KESIMPILAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari seluruh langkah perancangan dan pembuatan



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori dasar yang digunakan pada perancangan dan pembuatan alat pewaktu otomatis untuk perangkat elektronik menggunakan RTC (*Real Time Clock*) berbasis mikrokontroler, meliputi: *Serial Alarm* RTC, LCD, mikrokontroler AT89C51, EEPROM *Serial*, *Keypad* dan Penggerak Beban meliputi: TRIAC, SCR, MOSFET, Relai.

### 2.1 *Serial Alarm* RTC (*Real-Time Clock*) DS1306

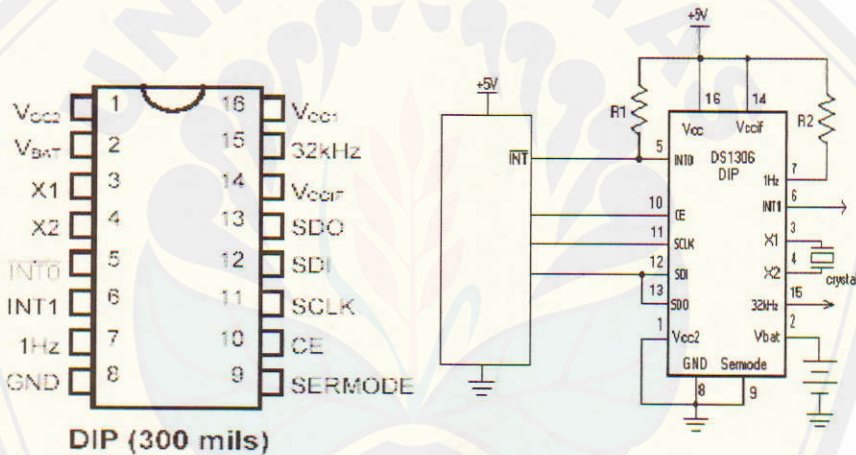
*Serial Alarm* RTC DS1306 menyediakan pewaktu kalender dalam kode BCD (*Binary Coded Decimal*) yang dapat diakses dengan mudah menggunakan *serial interface*. Pewaktu kalender menyediakan informasi berupa detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Setiap tanggal RTC dapat berakhir dengan otomatis dan akan menambahkan nilai bulan dengan nilai maksimal 31, termasuk koreksi pada pergantian tahun. Operasi jam dapat dipilih format 24 atau 12-jam dengan indikator AM/PM. RTC DS1306 dilengkapi dengan 96 byte RAM yang dapat digunakan untuk menyimpan data.

RTC DS1306 memiliki sejumlah keistimewaan sebagai berikut:

- a. RTC meng-*Counter* Detik, Menit, Tanggal pada setiap bulan, Bulan, dan Tahun dengan koreksi kompensasi *valid* sampai 2100.
- b. 96-Byte RAM untuk penyimpanan data.
- c. Dua *Time-of-Day Alarm*, dapat diprogram dengan kombinasi Detik, Menit, Jam, dan Hari pada tiap Minggu.
- d. 1Hz dan 32,768 KHz *Clock Output*

- e. Didukung dengan Motorola SPI (*Serial Peripheral Interface*) Mode 1 dan 3 atau *standard 3-Wire Interface*.
- f. Tipe *Burst* untuk membaca atau menulis ke alamat *Clock/RAM*.
- g. Dua pin *Power Supply* untuk primer dan cadangan *Power Supply*.
- h. 2.0 V – 5.5 V Operasi
- i. Temperatur -40 sampai +85 C<sup>0</sup>

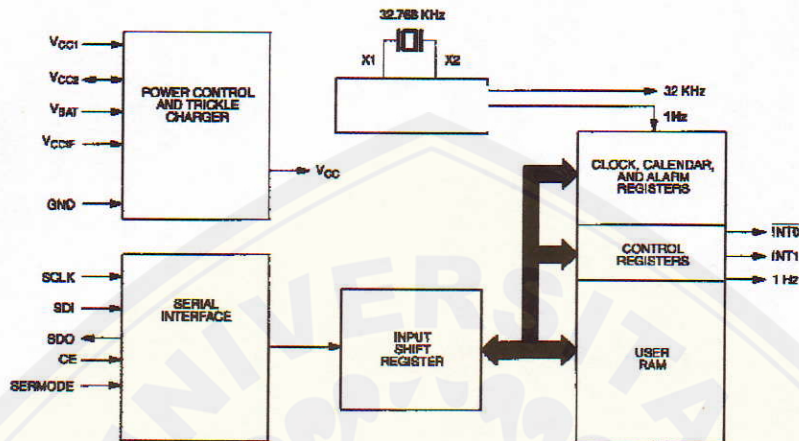
Gambar 2.1 adalah konfigurasi pin dari DS1306, dan rangkaian *interface* (antar muka) dengan sebuah mikrokontroler.



(Sumber [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com))

Gambar 2.1 Pin *Serial Alarm* RTC DS1306 dan Rangkaian *Interface* dengan Mikrokontroler

2.1.1 Berikut ini adalah arsitektur dari RTC DS1306



(Sumber [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com))

Gambar 2.2 Arsitektur RTC DS1306

2.1.2 Menulis ke *Clock Register*

*Register internal* waktu dan tanggal akan terus bertambah selama operasi tulis. Bagaimanapun, rantai counter tersebut akan *reset* ketika *register* telah tertulisi. Penghentian penulisan sebelum *bit* terakhir selesai dikirim akan menyebabkan kegagalan pada *byte* yang ditempatinya.

2.1.3 Membaca dari *Clock Register*

*Buffer* digunakan untuk meng-*copy* waktu dan tanggal pada permulaan pembacaan. Ketika membaca *burst mode*, yang di-*copy* pengguna adalah data statis ketika *register internal* terus bertambah.

Tabel 2.1 Susunan dari Register RTC dan Pemetaan alamat

HEX ADDRESS		Bit 7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	RANGE
READ	WRITE									
00H	80H	0	10 SEC			SEC				00-59
01H	81H	0	10 MIN			MIN				00-59
02H	82H	0	12	P	10-HR	HOURS				01-12 + P/A
				A						00-23
				24						10
03H	83H	0	0	0	0	DAY				01-07
04H	84H	0	0	10-DATE			DATE			1-31
05H	85H	0	0	10-MONTH			MONTH			01-12
06H	86H	10-YEAR			YEAR				00-99	
07H	87H	M	10-SEC ALARM 0			SEC ALARM 0				00-59
08H	88H	M	10-MIN ALARM 0			MIN ALARM 0				00-59
09H	89H	M	12	P	10-HR	HOUR ALARM 0				01-12 + P/A
				A						00-23
				24						10
0AH	8AH	M	0	0	0	DAY ALARM 0				01-07
0BH	8BH	M	10 SEC ALARM 1			SEC ALARM 1				00-59
0CH	8CH	M	10 MIN ALARM 1			MIN ALARM 1				00-59
0DH	8DH	M	12	P	10-HR	HOUR ALARM 1				01-12 + P/A
				A						00-23
				24						10
0EH	8EH	M	0	0	0	DAY ALARM 1				01-07
0FH	8FH	CONTROL REGISTER								—
10H	90H	STATUS REGISTER								—
11H	91H	TRICKLE CHARGER REGISTER								—
12-1FH	92-9FH	RESERVED								—
20-7FH	A0-FFH	96-BYTES USER RAM								—

(Sumber [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com))

#### 2.1.4 Register Penggunaan khusus

RTC DS1306 mempunyai 3 *register* tambahan ( *Control register*, *Status register*, dan *trickle charger register* ) yang mengontrol *real-time clock*, *interrupt*, dan *tricle charger*.

- **WP (*Write Protect*)** : Sebelum melakukan penulisan ke *register Clock* atau pada RAM bit ini harus ber logika '0'.
- **1Hz (*1Hz Output Enable*)** : Bit ini mengontrol keluaran 1Hz. Ketika berlogika '1', keluaran 1 Hz dijalankan. Ketika logika '0' 1 Hz keluaran *high impedance*.
- **AIE0 (*Alarm Interrupt Enable 0*)** : Ketika logika '1', mengijinkan *interrupt 0 request flag* bit ketika pin INT0 terdapat sinyal *interrupt*. Ketika bit berlogik '0' IRQF0 tidak terinisialisasi.

## 2.2 LCD (*Liquid Crystal Display*)

*Display* yang digunakan berupa LCD (*Liquid Crystal Display*) *Dot Matrik* 4 baris x 20 kolom. LCD memiliki memori *internal* yang berisi definisi karakter sesuai dengan standar ASCII (CGROM – *Character Generator ROM*) dan memori sementara (RAM) yang biasa digunakan bila memerlukan karakter khusus. RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD. Pada *display* ini akan menampilkan masukan dan juga keluaran dari sistem. Contohnya masukan nama, penunjukan kondisi proses, dan sebagainya.

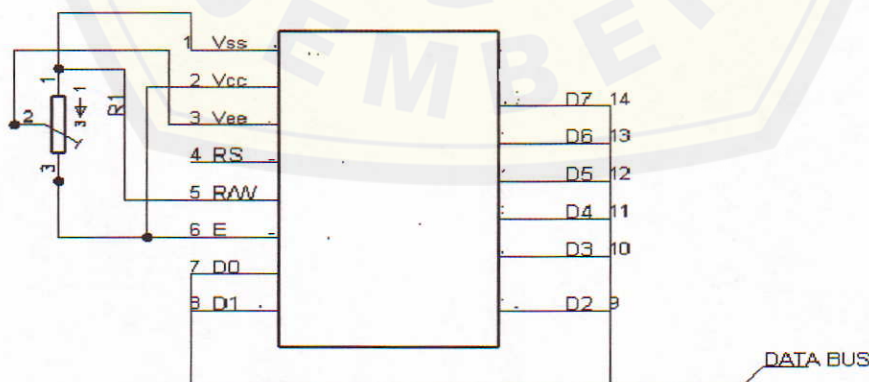
Untuk mengontrol kerja LCD terdapat 3 kaki yang berfungsi sebagai jalur kontrol, yaitu :

1. RS, untuk menentukan data yang dikirimkan merupakan data karakter atau *instruksi*.

2. R/W, menentukan operasi pembacaan atau penulisan, karena yang diperlukan hanya menulis, maka kaki ini diberi sinyal logika rendah.
3. E, merupakan pulsa *strobe*, yang berfungsi sebagai penanda bahwa data yang dikirimkan sudah tepat.
4. D0-D7 berfungsi sebagai jalur data 8 bit. Data dapat dikirimkan tiap *byte* (8 bit) atau dalam *nibel* (4 bit).

Tabel 2.2 Fungsi Masing-masing Kaki LCD

Pin Number	Symbol
1	V <sub>ss</sub>
2	V <sub>cc</sub>
3	V <sub>ee</sub>
4	RS
5	R/W
6	E
7	DB0
8	DB1
9	DB2
10	DB3
11	DB4
12	DB5
13	DB6
14	DB7



(Sumber [www.senet.com.au/~cpeacock](http://www.senet.com.au/~cpeacock))

Gambar 2.3 Koneksi LCD pada Mikrokontroler

### 2.3 Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 merupakan mikrokontroler 8 bit kompatibel dengan standar industri MCS-51<sup>TM</sup> baik dari segi pemrograman dan kaki tiap pin. Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 4 kode bit PROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*).

Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri dari mikroprosesor, *timer* dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk serpih (*chip*) tunggal. Pada dasarnya mikrokontroler mempunyai fungsi yang sama dengan mikroprosesor yaitu untuk mengontrol kerja dari sistem. Selain itu mikrokontroler juga dikemas dalam satu serpih (*single chip*). Di dalam mikrokontroler juga terdapat CPU, ALU, PC, SP dan register seperti di dalam mikroprosesor, namun masih pula ditambah dengan perangkat-perangkat lain seperti ROM, RAM, PIO, SIO, *Counter* dan sebuah rangkaian *clock*. Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU. Banyak instruksi yang digabung dengan pin-pin pada kaki mikrokontroler. Pin tersebut yaitu pin yang dapat diprogram (*programmable*) yang mempunyai fungsi yang berbeda tergantung pada kehendak pembuat program (*programmer*). Sedangkan mikroprosesor didesain sangat fleksibel dan mempunyai banyak *byte* instruksi. Sebuah instruksi bekerja dalam sebuah konfigurasi perangkat keras yang membutuhkan banyak ruang memori dan perangkat I/O dihubungkan ke alamat pin-pin data bus pada *chip*. Sebagian besar aktifitas pada mikroprosesor bekerja dengan kode instruksi dan data kepada dan dari memori luar CPU.



### 2.3.1 Keluarga MCS-51

Keluarga mikrokontroler MCS-51 adalah seperti tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Keluarga Mikrokontroler MCS-51

Tipe	Tipe tanpa EPROM	Tipe ber-EPROM	ROM (Bytes)	RAM (Bytes)	8 bit I/O port	16 bit timer
8051	8031	-	4K	128	4	2
8051AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2
8052AH	8032AH	8752BH	8K	256	4	3
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2
80C52	80C32	-	8K	256	4	3
82C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3
83C51FB	80C51FB	87C51FB	16K	256	4	3
83C152	80C152	-	8K	256	5	3

Sumber : Moh. Ibnu Malik, 1997: 5

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler AT89C51 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dari segi ekonomis yang bisa diandalkan, karena di dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan pada mikroprosesor tidak terdapat kedua-duanya.

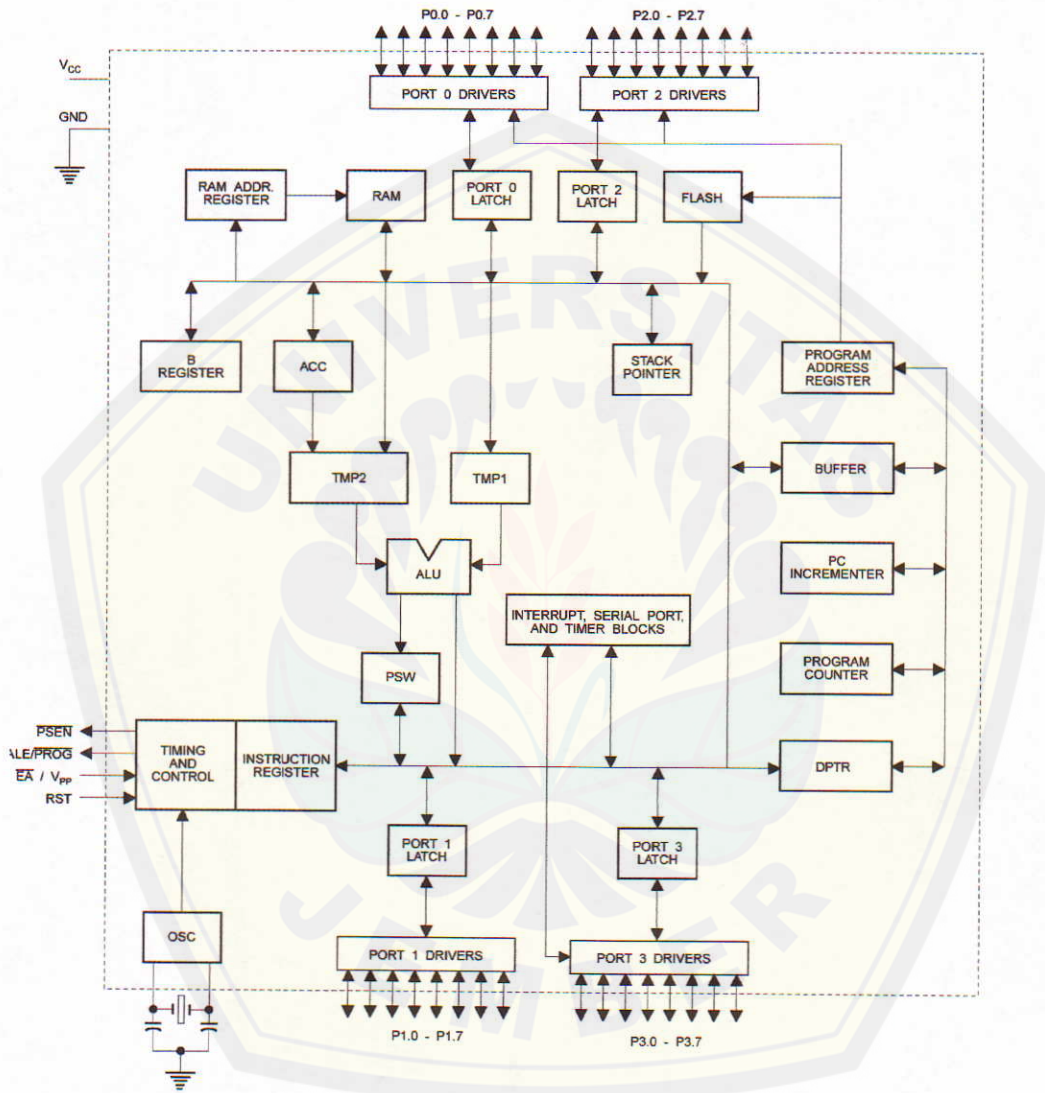
Mikrokontroler AT89C51 terdiri dari sebuah *Central Processing Unit* (CPU), dua jenis memori yaitu memori data (RAM) dan memori program (ROM), port I/O dengan *programmable* pin secara *independent*, dan *register-register mode*, status, *internal timer* dan *counter*, *serial communication* dan serta logika *random* yang diperlukan oleh berbagai fungsi. Masing-masing bagian saling berhubungan satu dengan yang lain lewat kabel data bus 8 bit. Bus ini di *buffer*

melalui port I/O bila diperlukan perluasan memori atau sebagian perangkat memori atau sebagian perangkat I/O.

MCU AT89C51 mempunyai arsitektur sebagai berikut :

1. 8 bit CPU dengan register A (*Accumulator*) dan register B (*Match Register*).
2. 16 bit PC (*Program Counter*) dan DPTR (*Data Pointer*) register.
3. 8 bit PSW (*Program Status Word*) register.
4. 8 bit SP (*Stack Pointer*).
5. Internal ROM atau EPROM dengan kapasitas 4 Kbytes
6. Internal RAM dengan kapasitas 128 bytes yang digunakan 4 buah register bank, masing-masing terdiri dari 8 register, 16 byte, yang dapat dieksekusi pada masing-masing bit secara *independent (Bit Addressable)* dan sebagai data memori fariabel 8 bit.
7. 32 I/O pin yang disusun pada 4 port (port 0 – port 3).
8. 2 buah bit *timer/counter* (T0 dan T1).
9. Kontrol register : TCON, TMOD, SCON, PCON, IP, dan IE.
10. SBUF (*Full Duplex Serial Data Communication*).
11. 2 eksternal interrupt dan 3 internal interrupt.
12. Osilator dan clock circuit

Berikut ini adalah arsitektur dari MCU AT89C51.

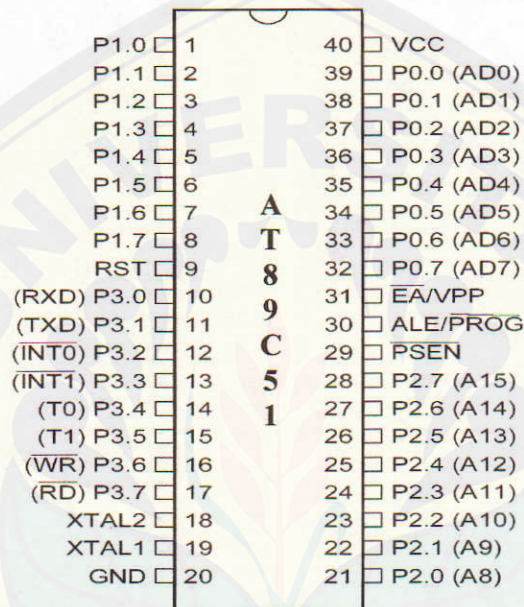


Sumber : Atmel Data Sheet, [www.Atmel.com](http://www.Atmel.com)

Gambar 2.4 Diagram Blok AT89C51

### 2.3.2 Konfigurasi Pin-pin MCU AT89C51

Konfigurasi mikrokontroler AT89C51 digolongkan menjadi pin *number* tegangan, pin osilator, pin kontrol, pin I/O, dan pin untuk proses *interupsi* luar.



Sumber : Atmel Data Sheet, [www.Atmel.com](http://www.Atmel.com)

Gambar 2.5 Konfigurasi Pin AT89C51

Fungsi-fungsi dari pin-pin MCU AT89C51 :

a.  $V_{cc}$

Pin positif sumber tegangan 5 Vdc

b. *Ground*

Pin *grounding* sumber tegangan

c. Port 0

Port 0 merupakan port I/O 8 bit *full duplex*. Port ini dapat digunakan sebagai *multipleks* bus ke alamat rendah dan bus data selama adanya akses ke memori program atau data luar.

## d. Port 1

Port I/ O 8 bit *full duplex*. Port ini dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran tanpa tergantung dari pin yang lain.

## e. Port 2

Port 2 sama seperti port 0 atau port 1. Port ini dapat digunakan sebagai bus alamat tinggi selama bus ada akses ke memori program atau data luar.

## f. Port 3

Port 3 juga sama seperti port 2, tetapi port ini mempunyai keistimewaan antara lain :

Tabel 2.4 Fungsi Khusus Dari Port 3

Pin-pin pada port 3	Fungsi Pengganti
P3.0	RXD (port <i>input serial</i> )
P3.1	TXD (port <i>output serial</i> )
P3.2	INT0 ( <i>interrupt eksternal 0</i> )
P3.3	INT1 ( <i>interrupt eksternal 1</i> )
P3.4	T0 ( <i>input eksternal timer 0</i> )
P3.5	T1 ( <i>input eksternal timer 1</i> )
P3.6	WR (perintah <i>write</i> pada memori <i>eksternal</i> )
P3.7	RD (perintah <i>read</i> pada memori <i>eksternal</i> )

Sumber : Moh Ibnu Malik, 1997 : 45

## g. RST/VPD

Pin ini berfungsi untuk *me-reset* sistem mikrokontroler AT89C51. Perubahan taraf tegangan dari rendah ke tinggi akan *me-reset* mikrokontroler.

## h. ALE/ PROG

Pin ini berfungsi untuk mengunci alamat rendah pada akses memori program luar selama operasi normal.

## d. Port 1

Port I/ O 8 bit *full duplex*. Port ini dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran tanpa tergantung dari pin yang lain.

## e. Port 2

Port 2 sama seperti port 0 atau port 1. Port ini dapat digunakan sebagai bus alamat tinggi selama bus ada akses ke memori program atau data luar.

## f. Port 3

Port 3 juga sama seperti port 2, tetapi port ini mempunyai keistimewaan antara lain :

Tabel 2.4 Fungsi Khusus Dari Port 3

Pin-pin pada port 3	Fungsi Pengganti
P3.0	RXD (port <i>input serial</i> )
P3.1	TXD (port <i>output serial</i> )
P3.2	INT0 ( <i>interrupt eksternal 0</i> )
P3.3	INT1 ( <i>interrupt eksternal 1</i> )
P3.4	T0 ( <i>input eksternal timer 0</i> )
P3.5	T1 ( <i>input eksternal timer 1</i> )
P3.6	WR (perintah <i>write</i> pada memori <i>eksternal</i> )
P3.7	RD (perintah <i>read</i> pada memori <i>eksternal</i> )

Sumber : Moh Ibnu Malik, 1997 : 45

## g. RST/VPD

Pin ini berfungsi untuk *me-reset* sistem mikrokontroler AT89C51. Perubahan taraf tegangan dari rendah ke tinggi akan *me-reset* mikrokontroler.

## h. ALE/ PROG

Pin ini berfungsi untuk mengunci alamat rendah pada akses memori program luar selama operasi normal.

i. PSEN

Pin yang berfungsi menghubungkan memori program eksternal dengan bus selama operasi normal.

j. EA/VDD

Pin pengontrol pokok pada mikrokontroler, aktif pada posisi rendah.

k. X'TAL 1

Pin ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguat tinggi. Pin ini dihubungkan dengan kristal atau sumber osilator dari luar.

l. X'TAL 2

Pin ini merupakan keluaran dari penguat osilator. Pin ini dihubungkan dengan kristal atau *ground* jika menggunakan sumber kristal *internal*.

### 2.3.3 Organisasi Memori AT89C51

#### a. Memori Data *Internal*

Pada mikrokontroler AT89C51 terdapat *internal* memori data. Internal memori data dialamati dengan lebar 1 *byte*. *Lower* 128 (00H-FH) terdapat pada semua anggota keluarga MCS-51. Pada *lower* 128 lokasi memori terbagi atas 3 bagian yaitu :

1. *Register Bank 0-3*

32 *byte* terendah terdiri dari 4 kelompok (bank) *register*, yang masing-masing kelompok *register* dapat dipilih dengan melalui *register* PSW. Pada *register* PSW, RS0 dan RS1 digunakan untuk memilih kelompok *register* yang ada.

2. *Bit Addressable*

16 *byte* di atas kelompok *register* tersebut membentuk suatu lokasi blok memori yang dapat dialamati dari 20H-2FH.

### 3. *Stratch Pad Area*

Dimulai dari alamat 30H-7FH yang digunakan untuk inialisasi alamat bawah dari *Stack Pointer*. Jika telah di-inialisasi, alamat bawah dari *Stack Pointer* akan naik ke atas sampai 7FH.

Sedangkan pada 128 *byte* atas (*Upper 128*) ditempati oleh suatu *register* yang memiliki fungsi khusus yang disebut dengan SFR.

#### b. Memori Data *Eksternal*

Untuk mengakses memori program *eksternal*, pin EA dihubungkan ke *ground*. Enam belas jalur I/O (pada port 0 dan port 2) difungsikan sebagai bus alamat port 0 mengeluarkan alamat rendah ( $A_0-A_7$ ) dari pencacah program (*Program Counter*). Pada saat port 0 mengeluarkan alamat rendah, maka sinyal ALE (*Address Latch Enable*) akan menahan alamat pada pengunci port 2 yang merupakan alamat tinggi ( $A_8-A_{15}$ ) yang bersama-sama alamat rendah ( $A_0-A_7$ ) membentuk alamat 16 bit. Sinyal PSEN digunakan untuk membaca memori program *eksternal*.

Mikrokontroler AT89C51 memiliki data berupa RAM internal sebesar 128 *byte*. Dari jumlah tersebut, 32 *byte* terendah dikelompokkan menjadi 4 bank. Tiap-tiap bank terdiri dari 8 *register*. Pemilihan bank dilakukan melalui *register Program Status Word* (PSW). Enam belas *byte* berikutnya membentuk satu blok memori yang dapat dialamati per bit. Memori data ini dapat diakses baik langsung atau tidak langsung.

#### 2.3.4 *Regiter Fungsi Khusus*

*Register* dengan frekuensi khusus (*Special Function Register / SFR*) terletak pada 128 *byte* bagian atas memori data *internal*. Wilayah SFR ini terletak pada alamat 80H sampai FFH. Pengalamatan harus khusus diakses secara langsung baik secara bit maupun *byte*.



*Register-register* khusus dalam MCS-51, yaitu :

1. *Accumulator (ACC)* atau *register A* dan *register B*

*Register B* : register ini digunakan untuk proses perkalian dan pembagian bersama dengan *accumulator*.

2. *Program Status Word (PSW)*

*Register* ini terdiri dari beberapa bit status yang menggambarkan kejadian di *accumulator* sebelumnya, yaitu *carry bit*, *auxiliary carry*, dua buah bit pemilih bank (RS0 dan RS1), *overflow flag*, *parity bit* dan dua buah bendera yang dapat didefinisikan sendiri oleh pemakai.

3. *Stack Pointer (SP)*

Merupakan *register* 8 bit. *Register SP* dapat ditempati dalam suatu alamat maupun RAM internal. Isi *register* ini ditambah sebelum data disimpan, selama instruksi PUSH dan CALL. Pada saat *reset register SP* diinisialisasi pada alamat 07H sehingga *stack* akan dimulai pada lokasi 08H.

4. *Data Pointer Transmitter Receiver (DPTR)*

Adalah suatu *register* yang digunakan untuk pengalamatan tidak langsung. *Register* ini digunakan untuk mengakses memori program baik *internal* maupun *eksternal*, juga digunakan untuk alamat *eksternal* data. DPTR ini dikontrol oleh dua buah *register* 8 bit yaitu DHP dan DPL.

5. *Register Prioritas Interrupt ( Interrupt Priority / IP)*

Merupakan suatu *register* yang berisi bit-bit untuk mengaktifkan prioritas dari suatu *interrupt* yang ada pada mikrokontroler pada taraf yang diinginkan.

6. *Interrupt Enable Register (IE)*

IE merupakan *register* yang berisi bit-bit untuk menghidupkan atau mematikan sumber *interrrupt*.

7. *Timer Counter Control Register (TCON)*

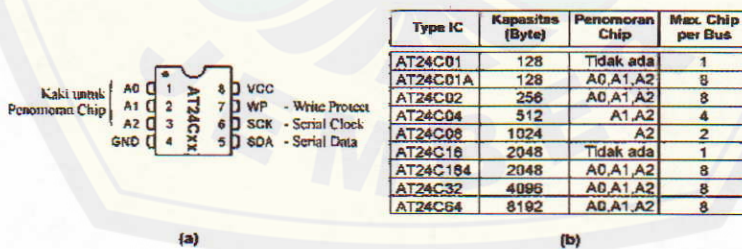
TCON merupakan *register* yang berisi bit-bit untuk memulai/menghentikan pewaktu / pencacah.

8. *Serial Control Buffer (SBUFF)*

*Register* ini digunakan untuk menampung data dari masukan (SBUFF *OUT*) dari *serial port*.

2.4 *Serial EEPROM AT24C64*

Atmel memproduksi *Serial EEPROM* jenis I2C dengan kode AT24Cxx, AT merupakan kode pabrik Atmel, 24 menandakan bahwa IC tersebut adalah *Serial EEPROM*, sedangkan xx merupakan angka yang mengindikasikan kapasitas *Serial EEPROM* itu dalam satuan kilobit, sebagai contoh AT24C08 merupakan IC *SEEPROM I2C* berkapasitas 8 KiloBit (1 KiloByte). Keluarga AT24Cxx terdiri dari 9 macam IC seperti terlihat di Gambar 2.6.a, kesembilan IC itu berbeda kapasitas, tapi mempunyai susunan kaki IC yang sama, seperti terlihat pada Gambar 2.6.b.



(Sumber [www.atmel.com](http://www.atmel.com))

Gambar 2.6 *Serial EEPROM*<sup>1</sup>

Kaki SDA (kaki nomor 5) dan kaki SCK (kaki nomor 6) merupakan kaki baku IC jenis I2C, kedua kaki inilah yang membentuk I2C Bus. Kaki nomor 7 (WP – *Write Protect*) merupakan kaki yang dipakai untuk melindungi isi yang

disimpan di dalam IC *Serial* EEPROM, jika kaki ini diberi tegangan '1' maka IC dalam keadaan *ter-proteksi*, isinya tidak dapat diganti. Agar bisa menuliskan informasi ke dalam IC ini, kaki ini harus diberi tegangan '0'.

Kaki nomor 1 sampai dengan nomor 3 (A0, A1 dan A2) merupakan fasilitas untuk penomoran chip, hal ini diperlukan kalau dalam satu rangkaian dipakai lebih dari satu IC SEEPROM sejenis. Misalnya dalam satu rangkaian dipakai 3 chip AT24C04, SDA dan SCK ketiga IC ini masing-masing dihubungkan jadi satu membentuk I2C Bus, agar ketiga IC ini bisa digunakan secara terpisah kaki A0..A2 (kaki nomor 1 sampai nomor 3).

#### 2.4.1 Proses Pengisian *Serial* EEPROM jenis AT24Cxx

Dalam satu proses pengisian data SEEPROM sinyal START dan sinyal STOP masing-masing cukup dikirim satu kali saja, yaitu sinyal START dipakai untuk awal proses dan sinyal STOP dipakai untuk akhir proses.

#### 2.4.2 Proses Pembacaan *Serial* EEPROM jenis AT24Cxx

Dalam proses pembacaan data dari AT24Cxx Mikrokontroler mengirimkan alamat EEPROM yang akan dibaca isinya, proses ini mirip dengan bagian awal pengisian EEPROM yang dibahas di atas, setelah itu Mikrokontroler mengirim sinyal START sekali lagi, disusul dengan perintah untuk membaca isi EEPROM dan selanjutnya disusul dengan pembacaan isi EEPROM yang sesungguhnya. Selesai membaca isi SEEPROM Mikrokontroler menutup komunikasi dengan mengirimkan sinyal STOP.

### 2.5 *Keypad*

*Keypad* adalah Suatu alat yang digunakan untuk memasukkan *setting* secara manual. *keypad* sendiri ada berbagai macam jenis dan tipenya, tapi fungsinya sama dengan *keypad* lain yaitu sebagai kontrol manual untuk masukan

*interup*. Salah satu yang membedakan *keypad* dengan *keypad* yang lain yaitu aturan *interup* untuk *keypad*.

## 2.6 Driver Beban

*Driver* (penggerak) beban digunakan untuk mengatur nyala dan mati beban sesuai yang diinginkan. Dalam alat ini menggunakan *driver* beban yang meliputi: TRIAC, SCR, MOSFET, Relai

### 2.6.1 TRIAC

Secara garis besar TRIAC merupakan komponen SCR yang *bidirectional*. TRIAC terdiri dari tiga terminal yaitu *MT1*, *MT2*, dan gerbang

#### 2.6.1.1 Simbol dan Karakteristik TRIAC

TRIAC merupakan salah satu jenis dari thyristor. Pada dasarnya TRIAC adalah saklar dua arah (*bi-directional*) yang dapat digunakan untuk mengatur daya AC dan dikontrol melalui *gatenya*. Gambar 2.7 merupakan simbol dari TRIAC. Pada TRIAC terdapat tiga terminal yaitu *MT1*, *MT2*, dan *gate*. Pada terminal *MT1* atau *MT2* kita dapat memberikan tegangan *positif* atau sebaliknya.



([www.alds.stts.edu](http://www.alds.stts.edu), 2002)

Gambar 2.7 Simbol TRIAC

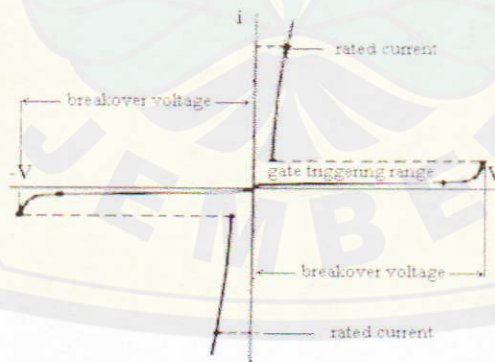
TRIAC akan *on* jika antara terminal *MT1* dan *MT2* diberikan tegangan *breakover*, yaitu tegangan yang besar sehingga TRIAC akan menjadi *on*. Cara ini sama dengan menghidupkan SCR, dan cara ini sebaiknya lebih baik dihindari, karena dapat menyebabkan kerusakan pada TRIAC. Cara lainnya adalah

memberikan arus pada terminal *gate*. Yaitu dengan memberikan tegangan pada terminal *gate*. Apabila tegangan pada terminal MT2 lebih *positif* daripada terminal MT1, maka tegangan *gate* harus lebih *positif* dari terminal MT1. Jika tegangan MT1 lebih *positif* dari terminal MT2 maka tegangan *gate* harus lebih *positif* dari terminal MT2.

#### 2.6.1.2 Mengatur Daya Secara *Phase Control*

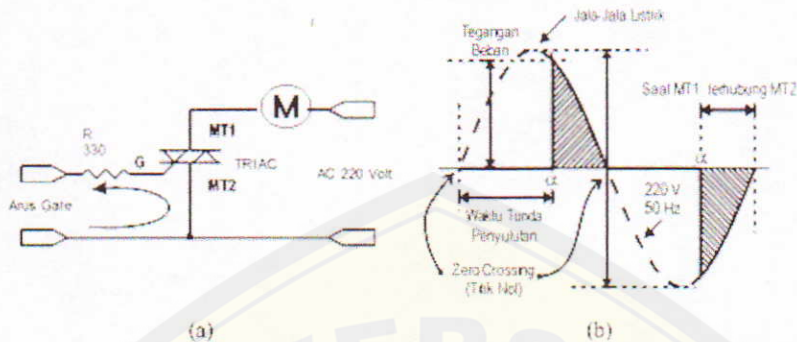
Rangkaian dasar pemakaian TRIAC terlihat dalam Gambar 2.9. Kaki MT1 dan MT2 merupakan saklar yang mengatur aliran arus beban yang berasal dari sumber tegangan bolak-balik (AC). Dalam keadaan normal kaki MT1 dan MT2 tidak terhubung, sehingga tidak ada arus beban yang mengalir. Saat ada arus *gate* mengalir, MT1 akan terhubung ke MT2 dan mengalirkan arus beban.

Arus *gate* hanya diperlukan untuk menghubungkan MT1 dan MT2, setelah itu MT1 akan tetap terhubung ke MT2 meskipun sudah tidak ada *arus gate* lagi. Pemberian arus *gate* sesaat untuk menghubungkan MT1 dan MT2 dikatakan sebagai menyulut (men-*trigger*) TRIAC.



([www.alds.stts.edu](http://www.alds.stts.edu), 2002)

Gambar 2.8 Kurva Karakteristik TRIAC



([www.alds.stts.edu](http://www.alds.stts.edu), 2002)

Gambar 2.9 Pengaturan Daya dengan TRIAC

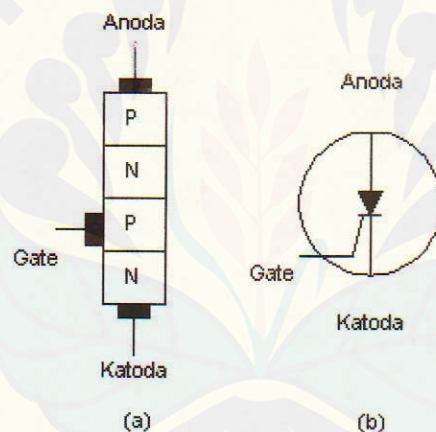
MT1 terhubung terus ke MT2 selama arus beban yang mengalir lebih besar dari arus minimum (*holding current*) sesuai dengan karakteristik masing-masing TRIAC.

Mengingat sumber daya yang dipakai berasal dari tegangan bolak-balik, pada daerah titik silang nol (*zero crossing*) dari tegangan bolak balik (lihat Gambar 2.9 (b)), arus beban yang mengalir akan mengecil sampai kurang dari arus minimum yang diperlukan, akibatnya hubungan antara MT1 dan MT2 akan terputus dengan sendirinya.

Daya yang disalurkan ke beban tergantung pada lamanya MT1 terhubung ke MT2 setiap setengah periode tegangan *sinus* dari jala-jala listrik, yaitu bagian yang di-arsir dalam Gambar 2.9 (b), pada saat-saat itulah beban menerima daya. Dengan demikian, daya yang disalurkan ke beban bisa diatur dengan mengatur waktu tunda saat penyulutan TRIAC, terhitung mulai saat tegangan sinus jala-jala listrik mencapai titik nol. Teknik pengaturan daya semacam ini dikatakan sebagai teknik *phase control*

### 2.6.2 SCR

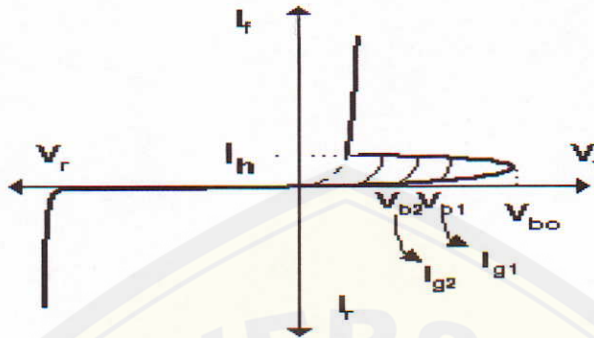
SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) Pada dasarnya SCR adalah saklar dua arah (*bi-directional*) yang dapat digunakan untuk mengatur daya AC dan dikontrol melalui *gatenya*, bahwa untuk membuat thyristor menjadi ON adalah dengan memberi arus *trigger* lapisan P yang dekat dengan katoda. Yaitu dengan membuat kaki *gate* pada thyristor PNPN seperti pada Gambar 2.10 (a). Karena letaknya yang dekat dengan katoda, bisa juga pin *gate* ini disebut pin *gate* katoda (*cathode gate*). Beginilah SCR dibuat dan simbol SCR digambarkan seperti Gambar 2.10 (b). SCR dalam banyak literatur disebut Thyristor saja.



([www.alds.stts.edu](http://www.alds.stts.edu), 2002)

Gambar 2.10 : Struktur SCR

Melalui kaki (pin) *gate* tersebut memungkinkan komponen ini di *trigger* menjadi ON, yaitu dengan memberi arus *gate*. Ternyata dengan memberi arus *gate*  $I_g$  yang semakin besar dapat menurunkan tegangan *breakover* ( $V_{bo}$ ) sebuah SCR. Dimana tegangan ini adalah tegangan minimum yang diperlukan SCR untuk menjadi ON. Sampai pada suatu besar arus *gate* tertentu, ternyata akan sangat mudah membuat SCR menjadi ON. Bahkan dengan tegangan *forward* yang kecil sekalipun. Misalnya 1 volt saja atau lebih kecil lagi. Kurva tegangan dan arus dari sebuah SCR adalah seperti yang ada pada Gambar 2.11 yang berikut ini.



([www.alds.stts.edu](http://www.alds.stts.edu), 2002)

Gambar 2.11 Karakteristik Kurva I-V SCR

Pada gambar tertera tegangan *breakover*  $V_{bo}$ , yang jika tegangan *forward* SCR mencapai titik ini, maka SCR akan ON. Lebih penting lagi adalah arus  $I_g$  yang dapat menyebabkan tegangan  $V_{bo}$  turun menjadi lebih kecil. Pada Gambar 2.11 ditunjukkan beberapa arus  $I_g$  dan korelasinya terhadap tegangan *breakover*. Pada datasheet SCR, arus *trigger gate* ini sering ditulis dengan notasi  $I_{GT}$  (*gate trigger current*). Pada Gambar ada ditunjukkan juga arus  $I_h$  yaitu arus *holding* yang mempertahankan SCR tetap ON. Jadi agar SCR tetap ON maka arus *forward* dari *anoda* menuju *katoda* harus berada di atas parameter ini.

Sejauh ini yang dikemukakan adalah bagaimana membuat SCR menjadi ON. Pada kenyataannya, sekali SCR mencapai keadaan ON maka selamanya akan ON, walaupun tegangan *gate* dilepas atau di *short* ke *katoda*. Satu-satunya cara untuk membuat SCR menjadi OFF adalah dengan membuat arus *anoda-katoda* turun dibawah arus  $I_h$  (*holding current*). Pada Gambar 2.11 kurva I-V SCR, jika arus *forward* berada dibawah titik  $I_h$ , maka SCR kembali pada keadaan OFF. Berapa besar arus *holding* ini, umumnya ada di dalam *datasheet* SCR.

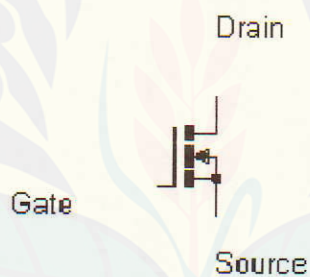
Cara membuat SCR menjadi OFF tersebut adalah sama saja dengan menurunkan tegangan *anoda-katoda* ke titik nol. Karena inilah SCR atau thyristor pada umumnya tidak cocok digunakan untuk aplikasi DC. Komponen ini lebih



banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi tegangan AC, dimana SCR bisa OFF pada saat gelombang tegangan AC berada di titik nol.

### 2.6.3 MOSFET

Transistor MOSFET (*Metal oxide Field Effect Transistor*) memiliki *drain*, *source* dan *gate*. Namun perbedaannya *gate* terisolasi oleh suatu bahan oksida. *Gate* sendiri terbuat dari bahan metal seperti aluminium. Oleh karena itulah transistor ini dinamakan *metal-oxide*. Karena *gate* yang terisolasi, sering jenis transistor ini disebut juga IGFET yaitu *insulated-gate FET*



(Sumber MALVINO.1996)

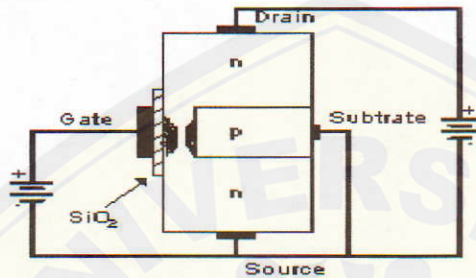
Gambar 2.12 Transistor MOSFET

Ada dua jenis MOSFET, yang pertama jenis *depletion-mode* dan yang kedua jenis *enhancement-mode*.

#### MOSFET *Depletion-mode*

Gambar berikut menunjukkan struktur dari transistor jenis ini. Pada sebuah kanal semikonduktor tipe n terdapat semikonduktor tipe p dengan menyisakan sedikit celah. Dengan demikian diharapkan elektron akan mengalir dari *source* menuju *drain* melalui celah sempit ini. *Gate* terbuat dari *metal* (seperti

*aluminium*) dan terisolasi oleh bahan oksida tipis  $\text{SiO}_2$  yang tidak lain adalah kaca.



(Sumber MALVINO.1996)

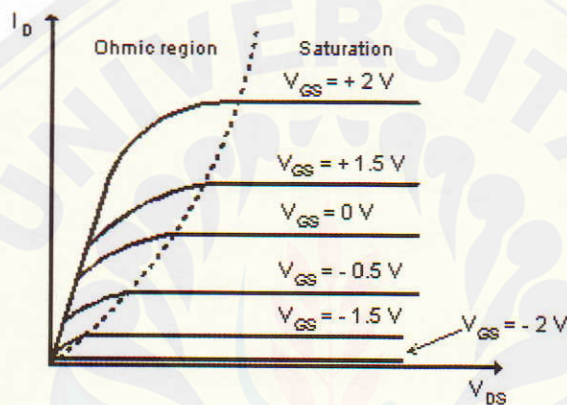
Gambar 2.13 Struktur MOSFET *Depletion-mode*

Semikonduktor tipe p di sini disebut *subtrat* p dan biasanya dihubungkan dengan *source*. Ingat seperti pada transistor JFET lapisan *depleksi* mulai membuka jika  $V_{GS} = 0$ .

Dengan menghubungkan singkat *subtrat* p dengan *source* diharapkan ketebalan lapisan *depleksi* yang terbentuk antara *subtrat* dengan kanal adalah maksimum. Sehingga ketebalan lapisan *depleksi* selanjutnya hanya akan ditentukan oleh tegangan *gate* terhadap *source*. Pada gambar lapisan *depleksi* yang dimaksud ditunjukkan pada daerah diarsir hitam.

Semakin negatif tegangan *gate* terhadap *source*, akan semakin kecil arus *drain* yang bisa lewat atau bahkan menjadi 0 pada tegangan negatif tertentu. Karena lapisan *depleksi* telah menutup kanal. Selanjutnya jika tegangan *gate* dinaikkan sama dengan tegangan *source*, arus akan mengalir. Karena lapisan *depleksi* mulai membuka. Sampai di sini prinsip kerja transistor MOSFET *depletion-mode* tidak berbeda dengan transistor JFET.

Karena *gate* yang terisolasi, tegangan kerja  $V_{GS}$  boleh positif. Jika  $V_{GS}$  semakin positif, arus elektron yang mengalir dapat semakin besar. Di sini letak perbedaannya dengan JFET, transistor MOSFET *depletion-mode* bisa bekerja sampai tegangan *gate* positif.



(Sumber MALVINO.1996)

Gambar 2.14 Kurva *Drain* MOSFET *Depeletion mode*

Analisa kurva *drain* dilakukan dengan mencoba beberapa tegangan *gate*  $V_{GS}$  konstan, lalu dibuat grafik hubungan antara arus *drain*  $I_D$  terhadap tegangan  $V_{DS}$ .

Dari kurva ini terlihat jelas bahwa transistor MOSFET *depletion-mode* dapat bekerja (ON) mulai dari tegangan  $V_{GS}$  negatif sampai positif. Terdapat dua daerah kerja, dimana resistansi *drain-source* adalah fungsi dari :

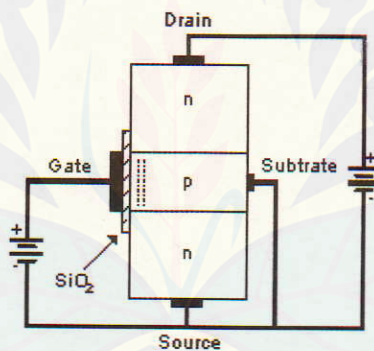
$$R_{DS(on)} = V_{DS}/I_{DS}$$

Jika tegangan  $V_{GS}$  tetap dan  $V_{DS}$  terus dinaikkan, maka transistor akan berada pada daerah saturasi. Jika keadaan ini tercapai, arus  $I_{DS}$  adalah konstan. Tentu saja ada tegangan  $V_{GS(max)}$ , yang diperbolehkan. Karena jika lebih dari

tegangan ini akan dapat merusak isolasi gate yang tipis alias merusak transistor itu sendiri.

### MOSFET *Enhancement-mode*

Jenis transistor MOSFET yang kedua adalah MOSFET *enhancement-mode*. Transistor ini adalah evolusi jenius berikutnya setelah penemuan MOSFET *depletion-mode*. Gate terbuat dari *metal aluminium* dan terisolasi oleh lapisan  $\text{SiO}_2$  sama seperti transistor MOSFET *depletion-mode*. Perbedaan struktur yang mendasar adalah, *subtrat* pada transistor MOSFET *enhancement-mode* bisa dibuat sampai menyentuh *gate*, seperti terlihat pada gambar beritu ini.



(Sumber MALVINO.1996)

Gambar 2.15 Struktur MOSFET *Enhancement-mode*

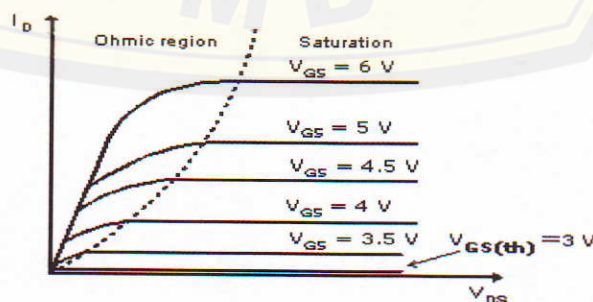
Gambar atas ini adalah transistor MOSFET *enhancement mode* kanal n. Jika tegangan *gate*  $V_{GS}$  dibuat negatif, tentu saja arus elektron tidak dapat mengalir. Juga ketika  $V_{GS} = 0$  ternyata arus belum juga bisa mengalir, karena tidak ada lapisan *depleksi* maupun celah yang bisa dialiri elektron. Satu-satunya jalan adalah dengan memberi tegangan  $V_{GS}$  positif. Karena *subtrat* terhubung dengan *source*, maka jika tegangan *gate* positif berarti tegangan *gate* terhadap *subtrat* juga positif.

Tegangan positif ini akan menyebabkan elektron tertarik ke arah substrat p. Elektron-elektron akan bergabung dengan *hole* yang ada pada *substrat* p. Karena potensial *gate* lebih positif, maka elektron terlebih dahulu tertarik dan menumpuk di sisi *substrat* yang berbatasan dengan *gate*. Elektron akan terus menumpuk dan tidak dapat mengalir menuju *gate* karena terisolasi oleh bahan *insulator* SiO<sub>2</sub> (kaca).

Jika tegangan *gate* cukup positif, maka tumpukan elektron akan menyebabkan terbentuknya semacam lapisan n yang negatif dan seketika itulah arus *drain* dan *source* dapat mengalir. Lapisan yang terbentuk ini disebut dengan istilah *inversion layer*. Kira-kira terjemahannya adalah lapisan dengan tipe yang berbalikan. Karena substratnya tipe p, maka lapisan *inversion* yang terbentuk adalah bermuatan negatif atau tipe n.

Tentu ada tegangan minimum dimana lapisan pembalik (*inversion*) n mulai terbentuk. Tegangan minimum ini disebut tegangan *threshold*  $V_{GS(th)}$ . Tegangan  $V_{GS(th)}$  oleh pabrik pembuat tertera di dalam *datasheet*.

Di sini letak perbedaan utama prinsip kerja transistor MOSFET *enhancement-mode* dibandingkan dengan JFET. Jika pada tegangan  $V_{GS} = 0$ , transistor JFET sudah bekerja atau ON, maka transistor MOSFET *enhancement-mode* masih OFF. Dikatakan bahwa JFET adalah komponen *normally* ON dan MOSFET adalah komponen *normally* OFF.



(Sumber MALVINO.1996)

Gambar 2.16 Kurva *Drain* MOSFET *Enhancement-mode*

Mirip seperti kurva D-MOSFET, kurva *drain* transistor E-MOSFET adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Namun di sini  $V_{GS}$  semua bernilai positif. Garis kurva paling bawah adalah garis kurva dimana transistor mulai ON. Tegangan  $V_{GS}$  pada garis kurva ini disebut tegangan *threshold*  $V_{GS(th)}$ .

Transistor MOSFET umumnya digunakan sebagai saklar (*switch*), parameter yang penting pada transistor MOSFET adalah resistansi *drain-source*. Biasanya yang tercantum pada *datasheet* adalah resistansi pada saat transistor ON

#### 2.6.4 Relai

Relai pengendali *elektromagnetis* adalah saklar magnetis. Relai ini menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. Relai mempunyai variasi aplikasi yang luas baik pada rangkaian listrik maupun elektronik.

Relai biasanya mempunyai satu kumparan, tetapi relai dapat mempunyai beberapa kontak. Kontak ditunjukkan sebagai *normally open* (NO) dan *normally close* (OFF). Apabila kumparan diberi tegangan, terjadi kumparan *elektromagnetis*. Kerja tersebut menyebabkan *plunger* bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontak NC.



Gambar 2.17 Keadaan Relai Saat NC & NO

Kontak *normally open* akan membuka ketika tidak ada arus mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau diberi tegangan. Kontak *normally close* akan tertutup apabila kumparan tidak diberi daya. Dan membuka apabila kumparan di beri daya, masing masing kontak biasanya digambarkan sebagai kontak yang tampak dengan kumparan, tidak diberi daya. Sebagian besar relai kontrol mesin mempunyai beberapa ketentuan untuk pengubahan kontak *normally open* menjadi *normally close*, atau sebaliknya. Ini berkisar dari kontak sederhana "*Flip-over*" untuk melepaskan kontak dan menempatkan kembali dengan perubahan lokasi pegas.

Pada umumnya relai kontrol digunakan sebagai alat pembantu atau kontrol penghubung rangkaian dan beban. Misalnya, motor kecil, selenoida, dan lampu. Relai dapat digunakan untuk mengontrol rangkaian beban tegangan tinggi, rangkaian kontrol tegangan tinggi dan rangkaian kontrol tegangan rendah.



### BAB 3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

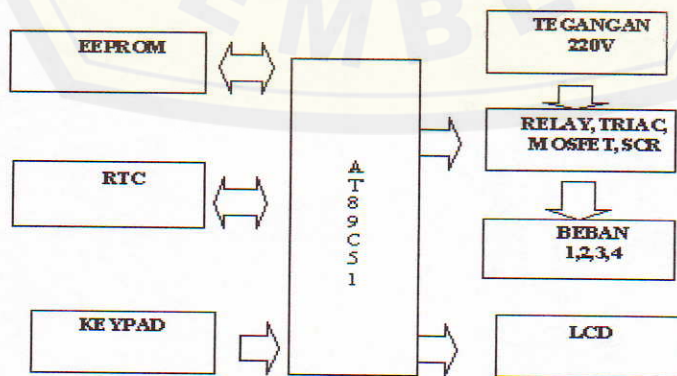
#### 3.1 Tempat dan waktu

Pembuatan proyek akhir ini dilaksanakan di rumah dan di Workshop Program Studi DIII Jurusan Teknik Elektro Program-program Studi Teknik Universitas Jember, dengan jangka waktu 4 bulan terhitung dari bulan April 2006 sampai dengan Juli 2006.

#### 3.2 Perancangan Sistem

Perancangan alat meliputi perancangan *hardware* dan perancangan *software* dari alat yang akan dibuat. Perancangan alat akan dibahas perbagian disertai dengan prinsip kerja dan perhitungan secara teoritis.

Alat ini dirancang sebagai “Pewaktu otomatis untuk perangkat elektronik menggunakan RTC (*Real Time Clock*) berbasis mikrokontroler”. Untuk dapat mengetahui lebih detail dan mendalam, prinsip kerja alat ini akan dijelaskan pada diagram blok Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem



Sistem yang dibuat berbasis mikrokontroler buatan Atmel yaitu AT89C51 sebagai pusat kendali sistem. Sistem pewaktu otomatis dalam hal ini adalah sistem yang mampu menjalankan fungsinya secara otomatis sesuai dengan penjadwalan yang diberikan sebelumnya.

Mikrokontroler AT89C51 sebagai pusat kontrol akan menerima masukan dari *keypad* berupa data waktu dan perintah yang akan dijalankan, data masukan dari *keypad* akan disimpan ke dalam *serial* EEPROM sesuai dengan alamat memori yang telah ditentukan. Data yang tersimpan di *serial* EEPROM akan dibandingkan dengan *recent time* yang diambil dari *serial* RTC. Jika sesuai maka mikrokontroler AT89C51 akan menjalankan perintah ke masing-masing beban.

### 3.3 Perancangan dan Pembuatan alat

Pada perancangan alat yang akan dibuat, secara umum akan dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

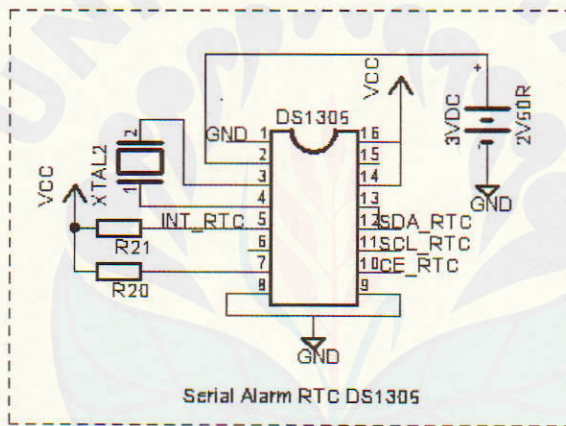
#### 3.3.1 Perancangan perangkat keras

##### a. Modul RTC DS1306

Modul RTC DS1306 berfungsi sebagai pewaktu abadi yang memiliki akurasi tinggi, selain itu pemilihan menggunakan IC ini adalah penghematan pin yang digunakan dalam pengaksesan data oleh mikrokontroler. Dengan IC ini pin yang diperlukan hanya 3 buah, yaitu untuk pin data (SDA dan SDI diuntai jadi satu), pin *clock* (SCLK) dan pin *enable* (CE). Berikut skematik rangkaian RTC DS1306 dengan mode *3-wire interface*, lihat Gambar 3.1. Tabel 3.1 adalah daftar komponen dari Gambar 3.1

Tabel 3.1 Daftar Komponen Rangkaian *Serial Alarm* RTC

Nama komponen	Kode	Jml	Spesifikasi
Serial RTC	DS1306	1	-
XTAL	XTAL1	1	32,768kHz
Bateray	bateray	1	3VDC
Resistor	R20-R21	1	10kOhm/ <sup>1</sup> / <sub>4</sub> W



(Sumber [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com))

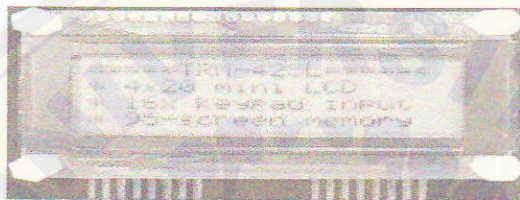
Gambar 3.2 Rangkaian *Serial alarm* RTC

Prinsip Kerja

*Serial* RTC pada alat ini berfungsi sebagai pewaktu. Data diakses oleh mikrokontroler melalui pin SDA dan SCLK dengan mengaktifkan pin CE. Data terkini yang dikeluarkan oleh *Serial Alarm* RTC akan diakses oleh mikrokontroler yang selanjutnya akan dibandingkan dengan data yang telah terjadwal dan tersimpan dalam EEPROM, jika data waktu (jam dan menit) sesuai maka mikrokontroler akan mengeksekusi program dalam rutin yang ditunjuk.

b. Modul LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD yang digunakan 4 baris x 20 kolom. LCD memiliki memori *internal* yang berisi definisi karakter sesuai dengan standar ASCII (*CGROM – Character Generator ROM*) dan memori sementara (*RAM*) yang bisa digunakan bila memerlukan karakter khusus. RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD.



(Sumber [www.senet.com.au/~cpeacock](http://www.senet.com.au/~cpeacock))

Gambar 3.3 LCD Karakter 4x 20

Tabel 3.2 Daftar Pin LCD Karakter 4 x20

Sinyal	Input / Output	Fungsi
DB0 – DB7	Input / Output	Data
E	Input	Sinyal Operasi
R / W	Input	Sinyal seleksi Read and Write 0 : Write 1 : Read
RS	Input	Sinyal seleksi Register 0 : Register Instruksi 1 : register data
VLC	-	Pengaturan Contrsat
VDD	-	+5 V
Vss	-	Ground

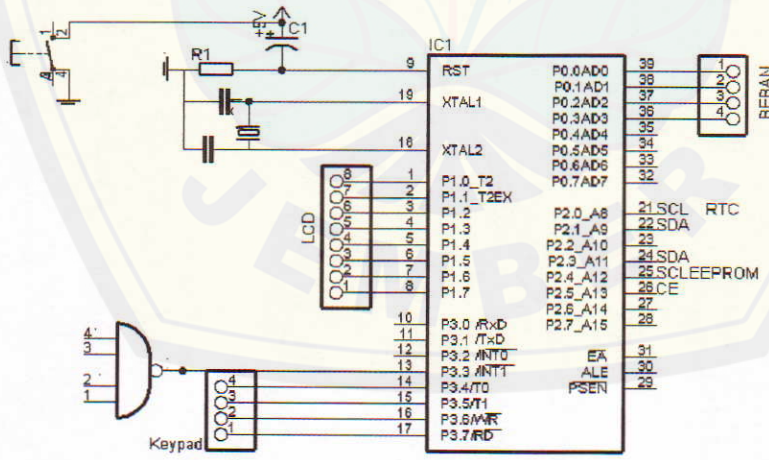
(Sumber [www.senet.com.au/~cpeacock](http://www.senet.com.au/~cpeacock))

c. Modul Minimum Sistem AT89C51

Modul minimum sistem dipilih menggunakan AT89C51 dengan pertimbangan kapasitas PEROM yang mencapai 8Kbyte, sehingga dapat menampung program yang lebih panjang. Selain itu AT89C51 memiliki kapasitas RAM *internal* 128 Kbyte. Rangkaian minimum sistem ini berfungsi mengendalikan keseluruhan sistem. Gambar 3.2 adalah skematik rangkaian dari mikro sistem AT89C51.

Tabel 3.3 Daftar Komponen Rangkaian Minimum Sistem AT89C51

Nama komponen	Kode	Jml	Spesifikasi
AT89C51	AT89C51	1	-
X'TAL	X'TAL1	1	12 MHz
Kapasitor polar	C1	3	10uF/16V
Resistor	R1	1	10kOhm <sup>1</sup> / <sub>4</sub> W
AND gate	74LS21	1	



(Sumber [www.atmel.com](http://www.atmel.com))

Gambar 3.4 Rangkaian Minimum Sistem AT89C51

### Prinsip Kerja

Mikrokontroler AT89C51 di dalam alat ini berfungsi untuk mengendalikan sistem keseluruhan. Mikrokontroler AT89C51 digunakan secara penuh pada sistem ini, semua pin dari mikrokontroler digunakan untuk mengendalikan system. Mikrokontroler memakai frekuensi kerja 12Mhz yang menggunakan X'TAL 12MHz dipasang dipin X'TAL 1 dan 2, dengan kecepatan eksekusi minimal adalah 1us yang sudah cukup cepat untuk aplikasi ini. *Port 1* difungsikan sebagai masukan data pada LCD, dan sedangkan *port 3.0* dan *3.1* sebagai kontrol LCD. *Gate* AND digunakan sebagai masukan pada pin *Interrupt* (INT1), jika salah satu dari masukan *gate* AND *low* maka keluaran akan *low*, sehingga akan mengaktifkan pin INT1, selanjutnya untuk mengetahui sumber sinyal *interrupt* maka setiap pin masukan ke *gate* AND dihubungkan dengan *port 3.4* sampai *port 3.7*. Untuk mengakses data ke EEPROM hanya diperlukan 2 pin yaitu *port 2.0* dan *2.1*. Untuk mengakses RTC digunakan 3 pin dengan *port 2.4* sampai *2.2* dan untuk *port 0.0 - 0.3* digunakan sebagai pengontrol beban nyala/mati.

### Perhitungan Teoritis

Mikrokontroler AT89C51 memerlukan waktu reset *aktif high* selama 98 kali periode *oscillator*. Perhitungannya adalah sebagai berikut.

Dengan frekuensi XTAL 12M maka,

$$T = 1/f = 1/12 = 1/12_{\mu s}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu RESET} &= 98 \cdot (1/12 \cdot 10^{-6}) \\ &= 8,16\mu s \end{aligned}$$

Nilai R dan C yang dipasang pad pin RST dipakai 10K dan 10uF sehingga lama waktu reset adalah:

$$\begin{aligned} T &= RC \\ &= 10^4 \cdot 10 \cdot 10^6 \\ &= 0.1s \end{aligned}$$

d. Modul EEPROM *Serial* AT24C64

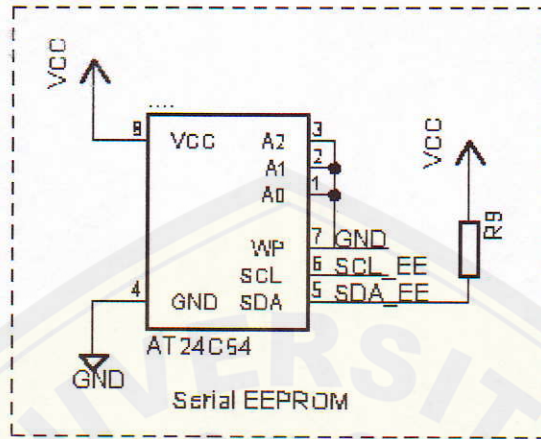
EEPROM *Serial* pada alat ini berfungsi untuk menyimpan data dari mikrokontroler. Pemilihan divais ini berdasar pada komunikasinya yang hanya membutuhkan 2 pin saja, sehingga menghemat pin pada mikrokontroler dalam pengaksesan data. Selain itu kapasitas memori dari EEPROM adalah 8KByte yang cukup besar untuk menyimpan data. Gambar 3.5 adalah rangkaian skematik *interface* antara EEPROM dengan AT89C51

### Prinsip Kerja

Teknik I<sup>2</sup>C (*Inter Integrated Circuit*) adalah teknik transfer data secara seri antar IC yang dikembangkan oleh Philips. Teknik I<sup>2</sup>C memakai 2 jalur untuk keperluan transfer data secara seri, satu jalur untuk *clock* dan satu jalur data 2 arah.

Kaki SDA (kaki nomor 5) dan kaki SCK (kaki nomor 6) merupakan kaki baku IC jenis I<sup>2</sup>C, kedua kaki inilah yang membentuk I<sup>2</sup>C Bus. Kaki nomor 7 (WP – *Write Protect*) merupakan kaki yang dipakai untuk melindungi isi yang disimpan di dalam IC Sial EEPROM, jika kaki ini diberi tegangan '1' maka IC dalam keadaan terproteksi, isinya tidak dapat diganti. Agar bisa menuliskan informasi ke dalam IC ini, kaki ini harus diberi tegangan '0'. Kaki nomor 1 sampai dengan nomor 3 (A0, A1 dan A2) merupakan fasilitas untuk penomoran chip, hal ini diperlukan kalau dalam satu rangkaian dipakai lebih dari satu IC EEPROM sejenis.

Karena yang dipakai hanya satu IC EEPROM *Serial*, maka kaki A0, A1, A2 diberi tegangan '0'. Berikut ini adalah rangkaian EEPROM *Serial* yang diintegrasikan dengan mikrokontoler:



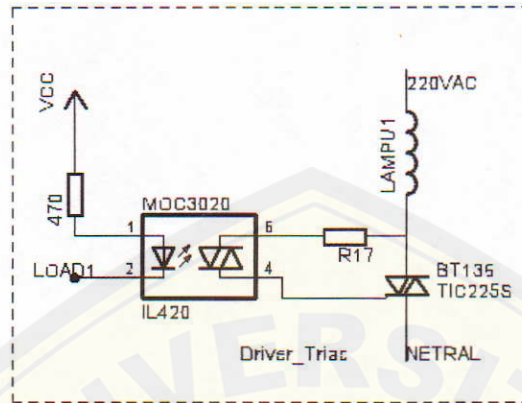
Gambar 3.5 Rangkaian EEPROM Serial

e. Modul *Driver* TRIAC

Modul *Driver* TRIAC menggunakan TRIAC type BT137 dan *OptoDiac* MOC3020. Pemilihan komponen ini didasarkan pada tegangan kerja dari *Opto diac* tersebut yang mampu bekerja pada tegangan AC 220 V. Rangkaian ini berfungsi untuk men-*drive* modul beban AC yang akan dikontrol. Gambar 3.17 adalah skematik rangkaian *driver* TRIAC. Tabel 3.4 adalah daftar komponen dari skematik rangkaian pada Gambar 3.6.

Tabel 3.4 Daftar Komponen Rangkaian *Driver* TRIAC

Nama komponen	Kode	Jml	Spesifikasi
Triac	BT136	1	4Ampere
Opto diac	MOC3020	1	240VAC
Resistor	470	1	470Ohm/ <sup>1</sup> / <sub>4</sub> W
	R17	1	180Ohm/3Watt

Gambar 3.6 Rangkaian *Driver TRIAC*

### Prinsip Kerja

MOC3020 akan aktif jika pin 2 yang terhubung dengan mikrokontroler diberi logika '0'. karena MOC3020 aktif maka sisi *output* dari MOC akan mampu *drive gate* dari TRIAC sesuai dengan tegangan *break-overnya*. Jika *gate* dari TRIAC mendapatkan tegangan *trigger* maka TRIAC akan aktif dan mengalirkan arus AC dari beban ke *line* netral. *Opto diac* akan kembali off saat tegangan AC melewati persilangan NOL, sehingga untuk *drive* TRIAC terus menerus maka input dari *opto diac* harus diberikan secara *continue*.

### Perhitungan Teoritis

Tahanan 470 adalah tahanan pembatas arus untuk *drive* dioda *base* dari *opto diac*. Dengan input tegangan DC 5V maka didapatkan arus yang mengalir ke dioda *base* dari *opto diac* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 I &= V/R \\
 &= 5/470 \\
 &= 10,63 \text{ mAmpere}
 \end{aligned}$$



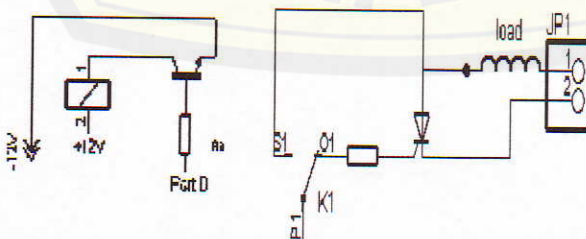
Arus minimum *trigger* dari MOC3020 adalah 10mA untuk tegangan DC *forward* dioda sebesar 3 V, untuk tegangan masukan DC 5 V arus sebesar 10.63 mA telah cukup untuk *men-drive*.

f. Modul *Driver* SCR

Modul SCR menggunakan SCR 2P4 dan Relai 12 V, Transistor C828. Pemilihan komponen ini didasarkan pada tegangan kerja yang di butuhkan. Rangkaian ini berfungsi untuk *men-drive* modul beban AC yang akan dikontrol. Gambar 3.7 adalah skematik rangkaian *driver* SCR. Tabel 3.5 adalah daftar komponen dari skematik rangkaian pada Gambar 3.7.

Tabel 3.5 Daftar Komponen Rangkaian *Driver* SCR

Nama komponen	Kode	Jml	Spesifikasi
SCR	2P4	1	2Ampere
Relai		1	12V
Resistor	R1	1	440hm/ <sup>1</sup> / <sub>4</sub> W
	R2	1	220Ohm/2Watt
Transistor	C828	1	



Gambar 3.7 Rangkaian Modul *Driver* SCR

### Prinsip Kerja

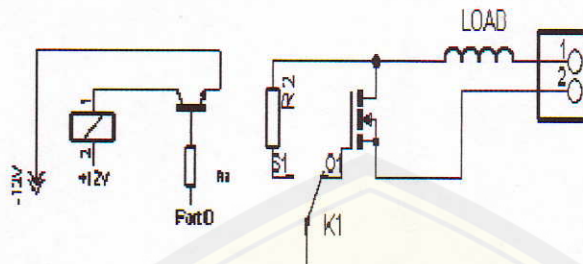
SCR akan aktif jika Transistor yang terhubung dengan mikrokontroler diberi logika '0' yang mengakibatkan relai (NO). Karena Relai dengan (NO) aktif maka sisi keluaran dari Relai akan mampu men-*drive gate* dari SCR sesuai dengan tegangan *break-over*nya. Jika *gate* dari SCR mendapatkan tegangan *trigger* maka SCR akan aktif dan mengalirkan arus AC dari beban dan relai akan kembali off saat logika "1".

#### g. Modul *Driver* MOSFET

Modul *Driver* MOSFET dalam perancangan ini digunakan untuk mengaktifkan Arus AC ke beban. MOSFET menggunakan tipe K1692 dan Relai 12 V, Transistor C828. Penggunaan komponen *Driver* MOSFET ini didasarkan pada tegangan kerja yang dibutuhkan. Dengan rangkaian ini maka MOSFET akan berfungsi untuk men-*drive* tegangan AC ke beban yang akan dikontrol. Gambar 3.8 adalah skematik rangkaian *driver* MOSFET. Tabel 3.6 adalah daftar komponen dari skematik rangkaian pada Gambar 3.8.

Tabel 3.6 Daftar Komponen Rangkaian *Driver* MOSFET

Nama komponen	Kode	Jml	Spesifikasi
Relai	Omron	1	6Ampere
Transistor	C828	1	2A
Resistor	R1	1	440hm/ <sup>1</sup> / <sub>4</sub> W
	R2	1	220Ohm/2Watt

Gambar 3.8 Modul *Driver* MOSFET

### Prinsip Kerja

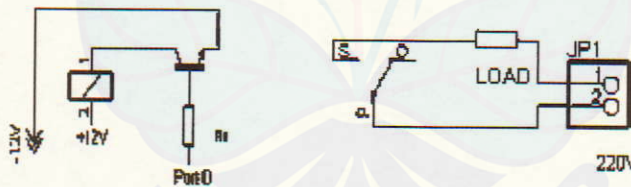
Pada Saat *Base* Transistor mendapat logika “0” dari mikrokontroler, maka masukan relai tidak terhubung dengan  $V_{cc}+12V$  dan otomatis relai akan (NO) dan akan menghidupkan MOSFET. Namun sebaliknya bila *base* diberi logika “1” maka MOSFET tidak aktif. Sistem kerja relai dalam modul ini sengaja dibalik, karena mikrokontroler dalam keadaan normal memberi logika “1”. Dengan relai dalam keadaan (NC) maka MOSFET akan *men-driver* arus AC ke beban yang akan dikontrol.

h. Modul *Driver* Relai

Modul *driver* relai menggunakan 8 Pin, transistor C828 dan resistor dengan komponen ini sudah memenuhi untuk men-*driver* relai, relai dengan daya kerja 220 V. Rangkaian ini berfungsi untuk men-*drive* modul beban AC yang akan dikontrol. Gambar 3.9 adalah skematik rangkaian *driver* relai. Tabel 3.6 adalah daftar komponen dari skematik rangkaian pada Gambar 3.9

Tabel 3.6 Daftar Komponen Rangkaian *Driver* Relai

Nama komponen	Kode	Jml	Spesifikasi
Relay	Omron	1	6Ampere
Transistor	C828	1	2A
Resistor	R1	1	120Ohm/ <sup>1</sup> / <sub>4</sub> W

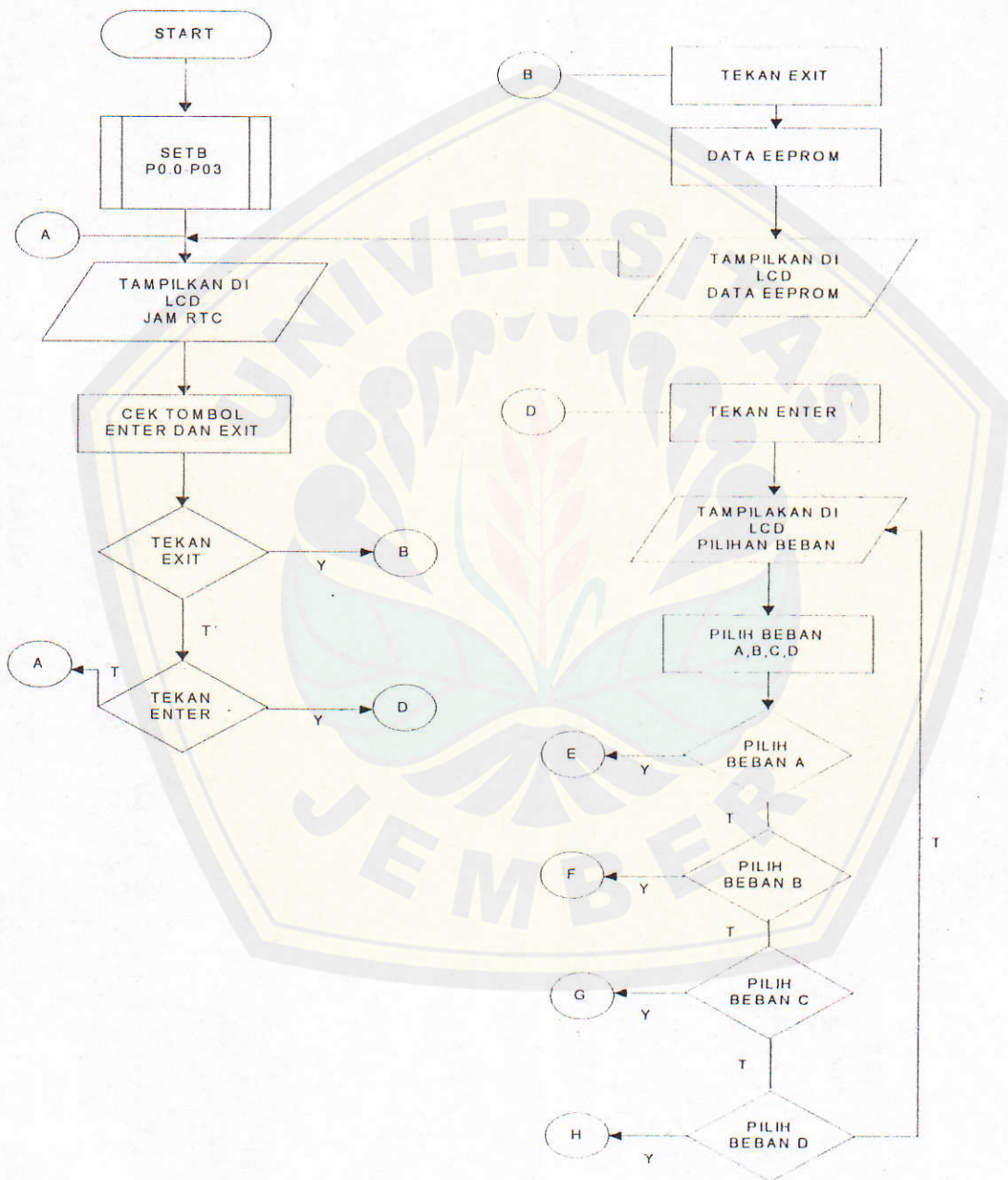
Gambar.3.9 Modul *Driver* Relai

## Prinsip Kerja

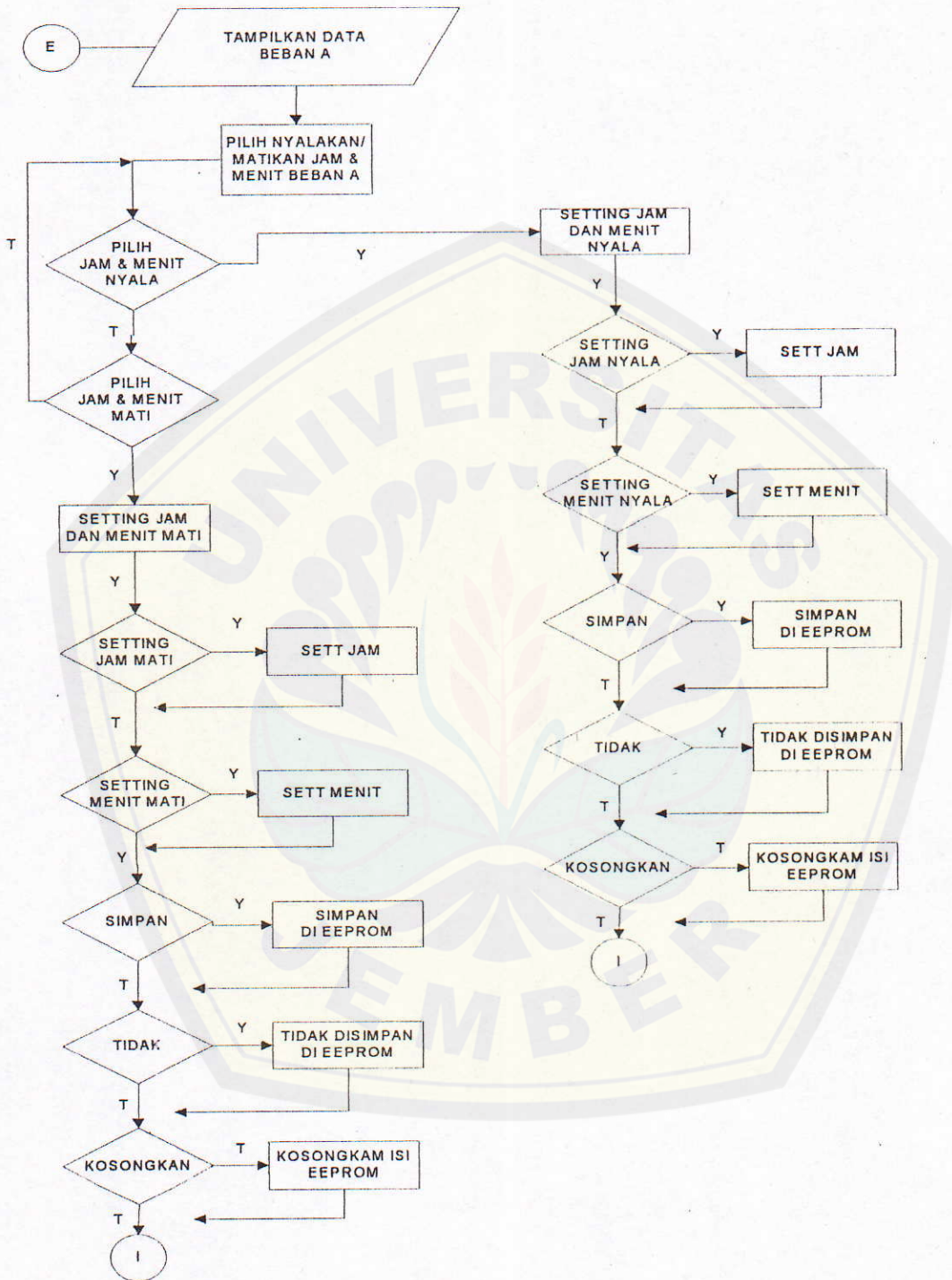
Relai akan aktif, jika Transistor yang terhubung dengan mikrokontroler diberi logika '0'. Sebab pada *Base* diberi logika "1" aktif, maka  $V_{cc} +12\text{ V}$  akan terhubung dengan masukan relai dan sisi keluaran relai akan (NC) tidak aktif. Dan sedangkan diberi logika "0", maka relai akan (NO) akan aktif dan mengalirkan arus AC ke beban.

3.3.2 Perancangan perangkat lunak

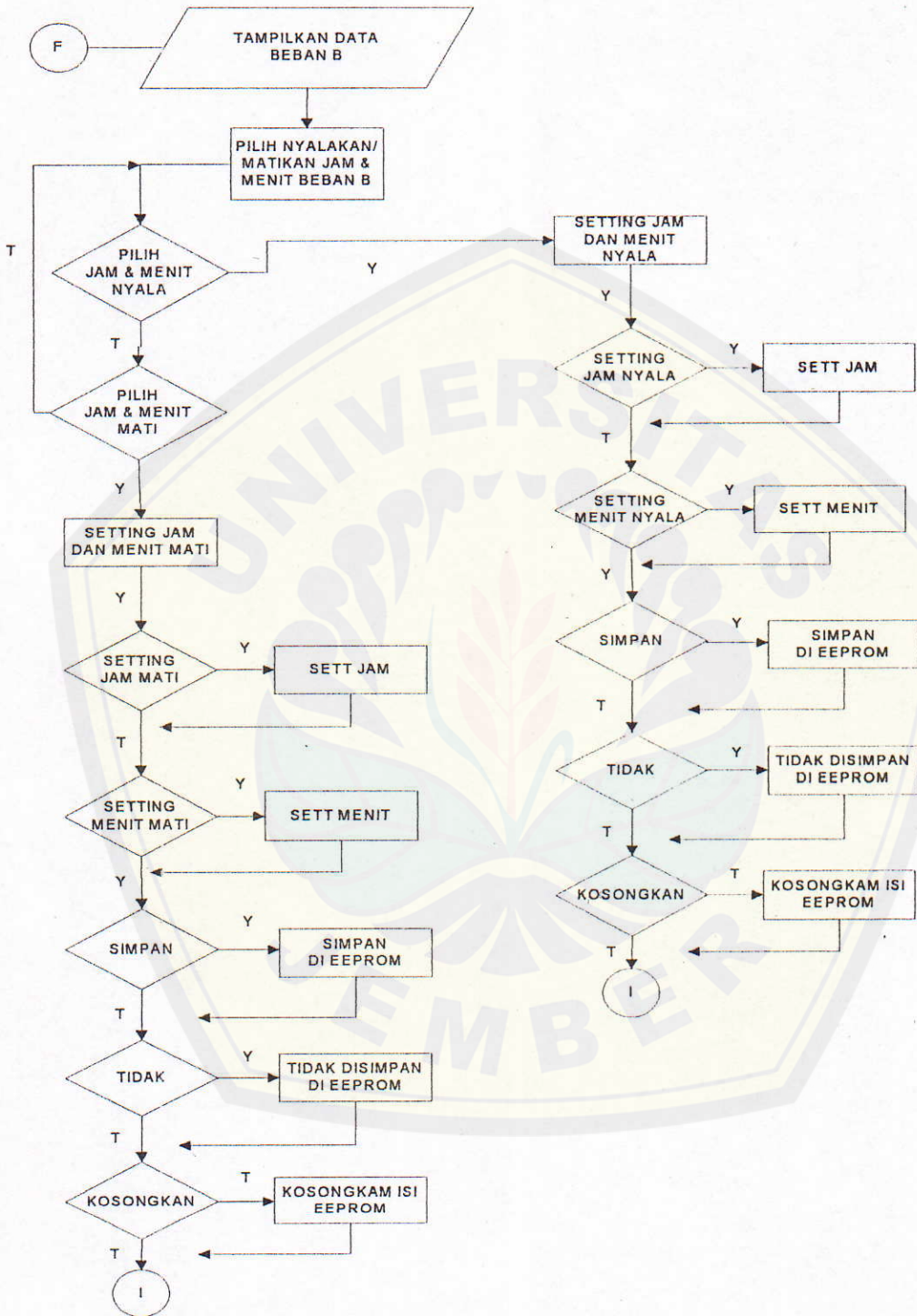
Perancangan perangkat lunak yang dibuat mengacu pada diagram alir sebagai berikut:



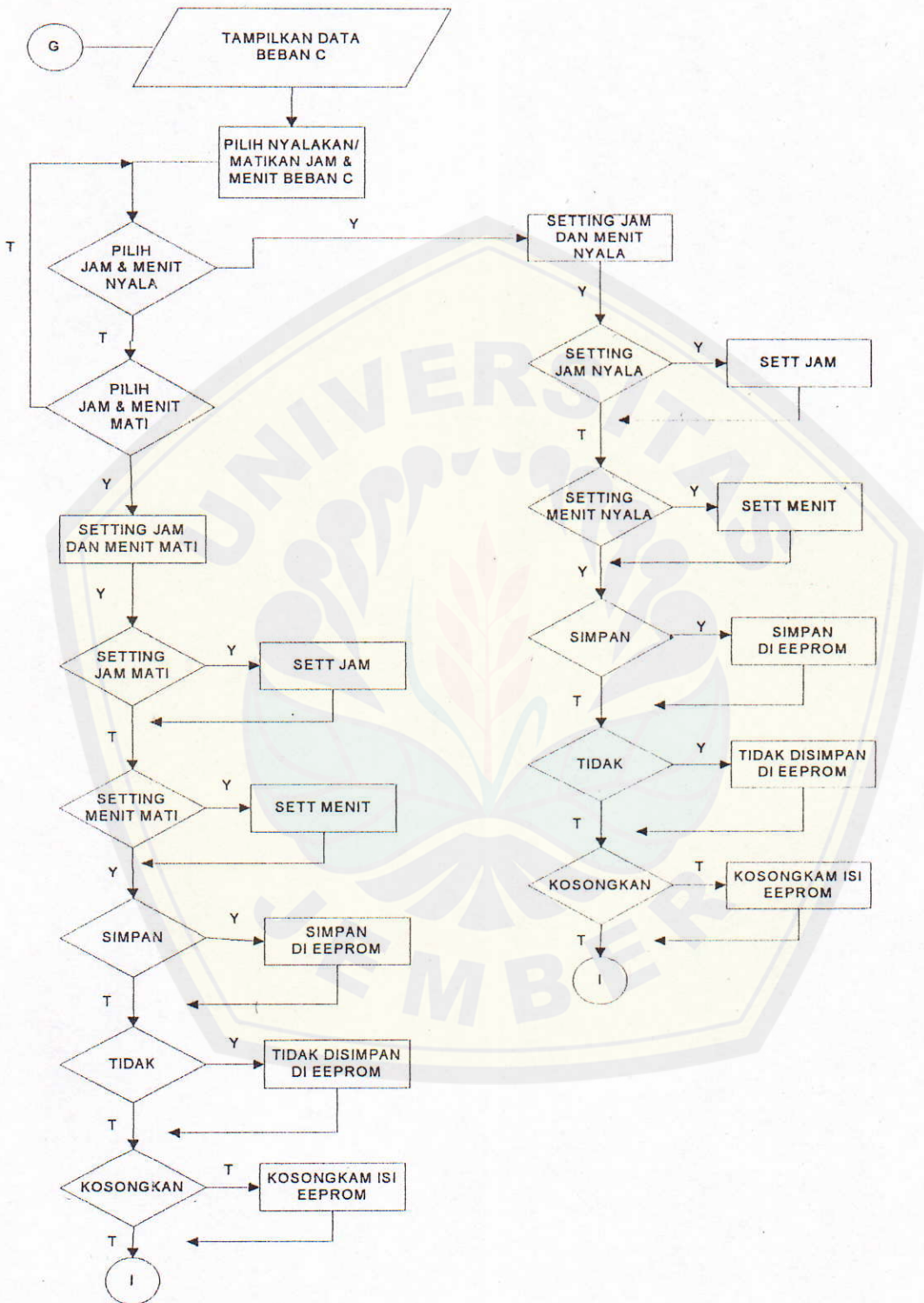
Gambar 3.10 Diagram Alir Utama



Gambar 3.11 Diagram Alir Beban A

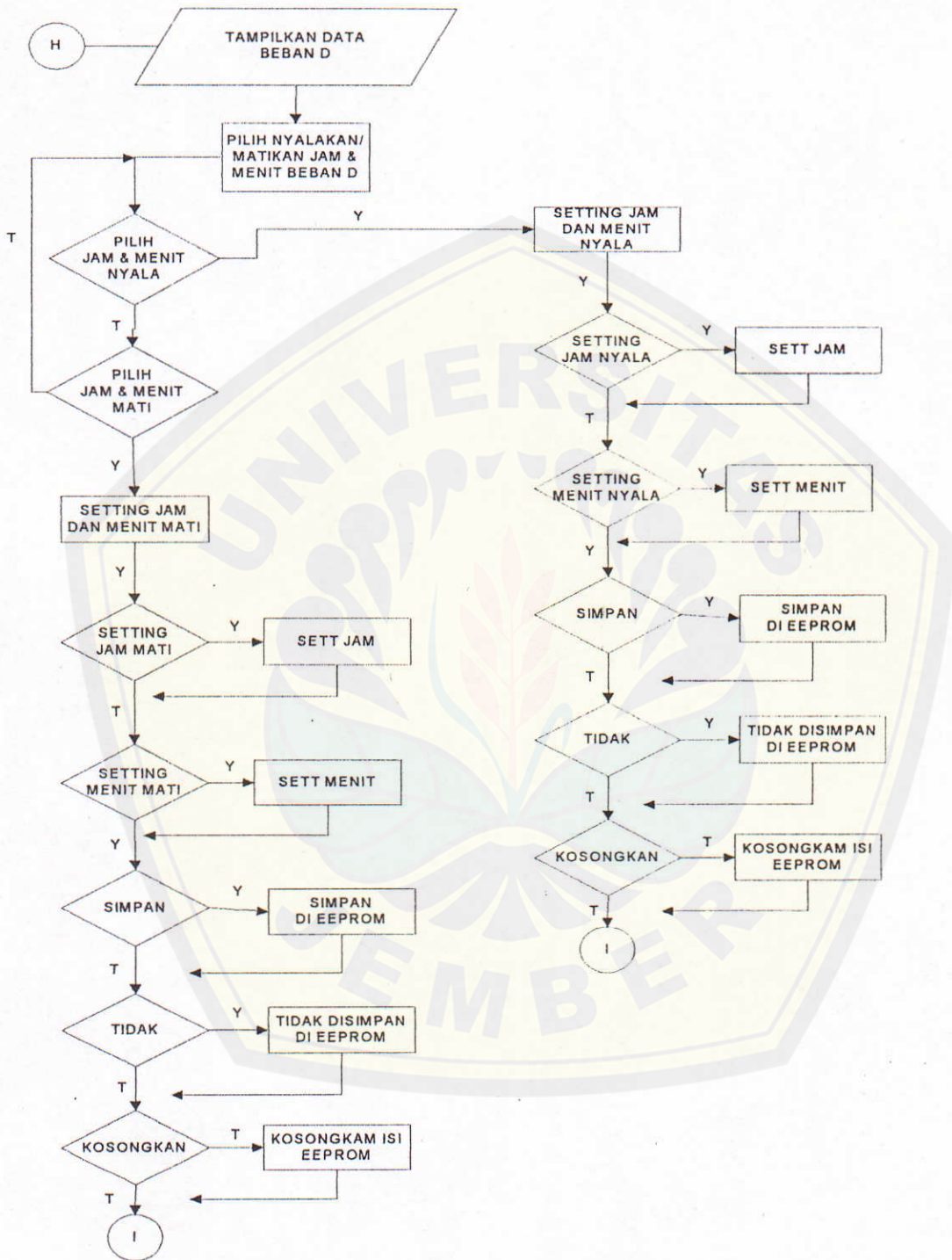


Gambar 3.12 Diagram Alir Beban B.

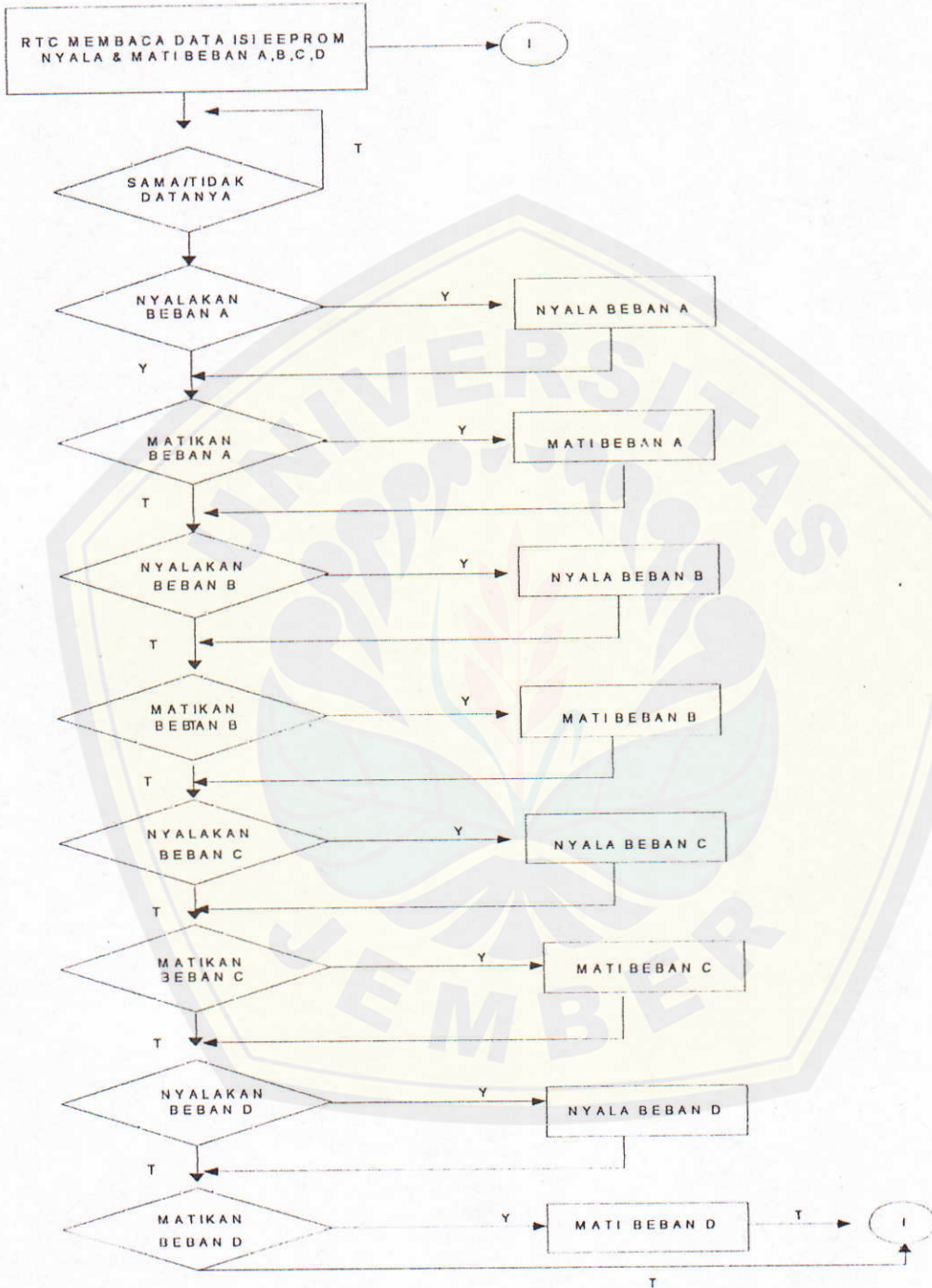


Gambar 3.13 Diagram Alir Beban C





Gambar 3.14 Diagram Alir Beban D



Gambar 3.15 Diagram Alir Penyalaan dan Mematikan  
Beban A,B,C Dan D

### **3.4 Alat dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat**

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan Proyek Akhir ini adalah

1. Solder
2. Tolkit
3. Bor PCB
4. Cutter
5. AVO-meter
6. Gergaji
7. Spidol Permanen
8. Sekrup, mur dan baut

#### **3.4.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan alat meliputi:

- 1) Mikrokontroler AT89C51
- 2) Resistor berbagai ukuran sesuai dengan skema rangkaian
- 3) Kapasitor berbagai ukuran sesuai dengan ukuran skema rangkaian
- 4) Trafo 3A-CT/24 dan 12V
- 5) PCB Polos
- 6) Ferri Chlorit
- 7) Kabel
- 8) kabel isi 8
- 9) Tenol, pasta solder
- 10 Papan triplek
- 11 Tinol
- 12 LED
- 13 Lampu 5W



## BAB 4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Setelah merancang keseluruhan alat, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja alat dan program yang telah di buat. Pengujian dilakukan per blok untuk mengetahui kerja dari masing-masing unit dari sistem. Setelah itu pengujian dilakukan dengan menggabungkan semua unit untuk membentuk sistem keseluruhan yang lengkap sehingga diketahui kinerja dari Proyek Akhir yang telah dibuat.

Dalam pengujian hasil perancangan dan pembuatan alat ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi yang telah direncanakan bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian alat juga berguna untuk mengetahui tingkat kinerja dari fungsi tersebut

### 4.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian pada perangkat keras ini meliputi pengujian waktu RTC pada LCD, rangkaian mikrokontroler AT89C51, pengujian EEPROM, pengujian driver beban . Pengujian perangkat keras ini bertujuan untuk mengetahui bahwa alat yang dirancang telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

#### 4.1.1 Pengujian RTC pada LCD.

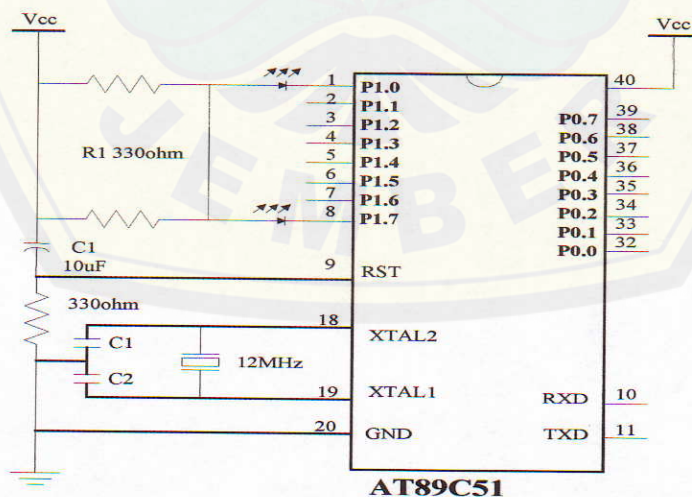
Pengujian RTC dilakukan dengan membuat program tampilan kalender dan jam yang meliputi hari, tanggal, bulan, tahun, jam, menit dan detik secara tepat waktu. Gambar 4.1 adalah kalender dan jam yang dibuat menggunakan RTC DS1306 dan ditampilkan di LCD. Dalam pengujian RTC dan CD ini untuk mengetahui kesetabilan detik, jam yang tepat atau tidak dan juga di tampilan ke LCD.



Gambar 4.1 Tampilan Kalender dan Jam Hasil Pengujian

#### 4.1.2 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89C51

Pengujian rangkaian Mikrokontroler AT89C51 bertujuan untuk mengetahui rangkaian mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Rangkaian mikrokontroler merupakan rangkaian yang sangat penting peranannya dalam pembuatan alat apapun yang menggunakan mikrokontroler, contohnya dalam pembuatan alat pewaktu otomatis ini. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengujian terhadap rangkaian mikrokontroler ini. Pengujian pada Rangkaian mikrokontroler ini dilakukan dengan mematikan dan menyalakan LED secara bergantian.



Gambar 4.2 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler

Berikut ini merupakan listing program menghidupkan dan mematikan LED.

```

Org    00h
Mulai: Mov  P1,#00001111B
      Call Delay
      Mov  P1,#11110000B
      Call Delay
      Jmp  Mulai
Delay:  Mov  R0,#0FFh
Delay1: Mov  R1,#00h
Delay2: Djnz R1,Delay2
      Djnz R0,Delay1
      Ret
      End
    
```

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Pengujian Minimum Sistem Mikrokontroler AT89C51

Perintah	Port	Hasil
Mov p1,#11110000 b	P1.0 = 1	Led pada p1.0 mati
	P1.1 = 1	Led pada p1.1 mati
	P1.2 = 1	Led pada p1.2 mati
	P1.3 = 1	Led pada p1.3 mati
	P1.4 = 0	Led pada p1.4 hidup
	P1.5 = 0	Led pada p1.5 hidup
	P1.6 = 0	Led pada p1.6 hidup
	P1.7 = 0	Led pada p1.7 hidup
Mov p1,#00001111 b	P1.0 = 0	Led pada p1.0 hidup

P1.1 = 0	Led pada p1.1 hidup
P1.2 = 0	Led pada p1.2 hidup
P1.3 = 0	Led pada p1.3 hidup
P1.4 = 1	Led pada p1.4 mati
P1.5 = 1	Led pada p1.5 mati
P1.6 = 1	Led pada p1.6 mati
P1.7 = 1	Led pada p1.7 mati

#### 4.1.3 Pengujian EEPROM *Serial*

Pada pengujian EEPROM *serial* dilakukan untuk mengetahui data yang ditulis benar atau tidak, sehingga diketahui kesalahan-kesalahan dan dibetulkan dengan cara menulis data pada alamat tertentu, kemudian data dibaca pada alamat tersebut ditampilkan di LCD. Hasil pengujian terlihat pada Tabel 4.2

Berikut ini adalah tabel hasil uji coba penulisan dan pembacaan EEPROM *serial* pada alamat tertentu:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian EEPROM *Serial*

No	Data Dikirim	Alamat EEPROM	Data Dibaca Di LCD
1	01h	0001h	1
2	02h	0002h	2
3	03h	0003h	3
4	04h	0004h	4
5	05h	0005h	5
6	06h	0006h	6
7	07h	0007h	7
8	08h	0008h	8
9	09h	000Fh	9
10	00h	00FFh	0

#### 4.1.4 Pengujian *Driver* Beban

Pengujian *driver* beban ini bertujuan untuk mengetahui bahwa program yang dirancang telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini meliputi :

1. Pengujian TRIAC
2. Pengujian SCR
3. Pengujian MOSFET
4. Pengujian Relai

##### a. Pengujian TRIAC

Dalam pengujian TRIAC menggunakan tegangan 220 V sesuai dengan karakteristiknya. Dan mengukur arus yang diberikan kepada gerbang dengan ketentuan karakter TRIAC, yang dimaksud untuk menghubungkan antara MT1 dan MT2 .

Tabel 4.3 Hasil Pengujian TRIAC

NO	Status	Igt	Beban
1	ON	$I_h < I_{gt(1A)}$	Nyala
2	OFF	$I_h > I_{gt(0)}$	Mati

##### b. Pengujian SCR

Dalam pengujian SCR menggunakan tegangan 220 V sesuai dengan karakteristiknya. Dengan memberikan tegangan anoda-katoda ( $V_{AK}$ ) positif dan memberikan arus dari anoda kepada gerbang, sesuai dengan arus holding ( $I_h$ ) yang tercantum pada karakter SCR agar tidak kelebihan baban.



Tabel 4.4 Hasil Pengujian SCR

NO	Status	$I_G$	Beban
1	ON	$(0.03A) I_G > I_h$	Nyala
2	OFF	$(0) I_G < I_h$	Mati

## c. Pengujian MOSFET

Pengujian MOSFET menggunakan tegangan 220 V sesuai dengan karakteristik yang tercantum pada MOSFET. Yaitu dilakukan dengan cara memberikan tegangan pada gerbang dan mengukur tegangan yang masuk ke gerbang dengan batasan-batasan, yang telah ditentukan karakternya dengan penggunaan  $V_{DS}$  220 V.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian MOSFET

NO	Status	$V_{GS}$	Beban
1	ON	$(10) V_{GS} > V_{th(Gs)}$	Nyala
2	OFF	$(0) V_{GS} < V_{th(Gs)}$	Mati

## d. Pengujian Relai

Pengujian relai pengendali elektromagnetis ini sebagai saklar magnetis. relai ini menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. Relai mempunyai variasi aplikasi yang luas baik pada rangkaian listrik maupun elektronis. Relai akan ON saat diberi tegangan 12 V dan akan Off disaat tegangga” 0 ”

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Relai

NO	Status	V <sub>IN</sub> (volt)	OUTPUT
1	ON	+12	NC
2	OFF	0	NO

#### 4.1.5 Pengujian Beban Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tegangan dari mikrokontroler sebesar 5 V, kepada setiap beban penggerak melalui transistor. Transistor tersebut menghubungkan tegangan ke penggerak agar setiap beban bisa berjalan dengan ketentuan yang diinginkan.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Beban Keseluruhan

NO	Beban	Status Logic	Beban	Status logic	Beban
1	1	0(0V)	Nyala	1(5V)	Mati
2	2	0(0V)	Nyala	1(5V)	Mati
3	3	0(0V)	Nyala	1(5V)	Mati
4	4	0(0V)	Nyala	1(5V)	Mati



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:.

1. Dari hasil pengujian bahwa desain sistem tampilan data waktu RTC pada LCD yang meliputi detik, menit dan jam telah sesuai yang diharapkan.
2. Desain penulisan data yang terdapat pada EEPROM sudah berjalan lancar dengan baik sesuai yang diinginkan.
3. Dalam proses kinerja alat yang dikontrol sudah berjalan dengan baik seperti yang diharapkan.

### 5.2 Saran

Pada sistem yang dibuat masih memiliki beberapa kelemahan dan kekurangan pada bagian *hardware* dan *software* sehingga masih perlu dikembangkan lebih jauh guna mencapai kesempurnaan. Beberapa hal pada sistem yang masih belum sempurna antara lain :

1. Dalam proses pewaktu masih perlu diteliti dikarenakan ada ketidakstabilan dalam tampilan di LCD. Hal ini dapat diperbaiki dengan penambahan program tertentu yang belum stabil.
2. Alat pewaktu otomatis ini dapat dikembangkan untuk pewaktu yang lain yang berkaitan dengan menyalakan dan mematikan beban secara otomatis dengan waktu yang tepat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Atmel. 1997. *“AT89 Series Hardware Description “*. USA. Atmel Inc. ([http:// www.Atmel.com](http://www.Atmel.com)).
- Budhy Sutanto. 2002. *“Mengatur Daya Secara Phase Control dengan MCS51”*. [www.alds.stts.edu](http://www.alds.stts.edu).
- Halid Hrasnica, Ralf Lehnert. 2000. *“Powerline Communications Telecommunication Access Area”*. Germany. Dresden University of Technology.
- <http://www.atmel.com>, *“2-Wire Serial EEPROM”*.
- <http://www.maxim-ic.com>, *“DS1306 Serial Alarm Real-Time -Clock”*
- Malvino, A. P. dan D. P. LEACH. Penerbit Erlangga. 1996. *“ Prinsip-prinsip Penerapan Digital ”*. Jakarta.
- Noname. 1981. *“Triac Control Using The COP400 microcontroller Family”*. National Semiconductor.