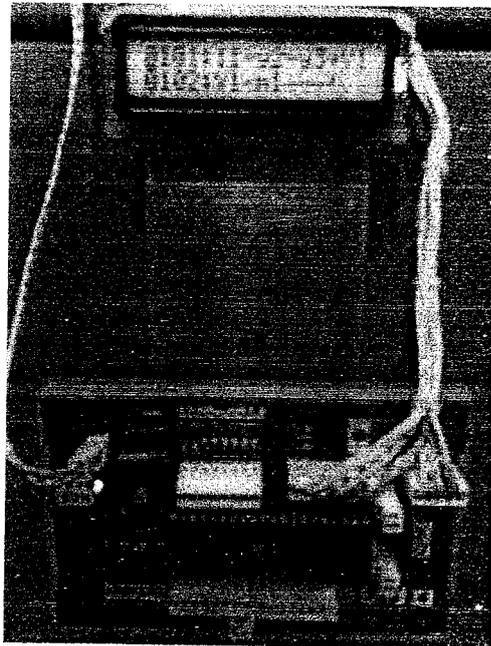


ISTN

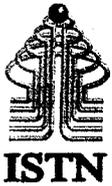
**LAPORAN KEGIATAN
PENELITIAN BIDANG TEKNIK KENDALI**

**RANCANG BANGUN PLC
(PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL)
BERBASIS MIKROKONTROLER
AT 89S8252**

Oleh:
Edy Supriyadi
Teguh Budiman



**Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta 12640, Indonesia
Februari 2010**



**YAYASAN PERGURUAN "CIKINI"
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jks-12640, Telp. (021) 7270090, 7874645, 7874647, Fax. (021) 7866954

Kepada Yth.

Bapak Ir. Edy Supriyadi ,MT

Dosen Program Studi Teknik Elektro

Di

Jakarta

Hal : **Ucapan Terima Kasih.**

Salam sejahtera kami sampaikan semoga kita semua selalu dalam keadaan sehat wal'afiat dan senantiasa dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa. selama menjalankan tugas sehari-hari.

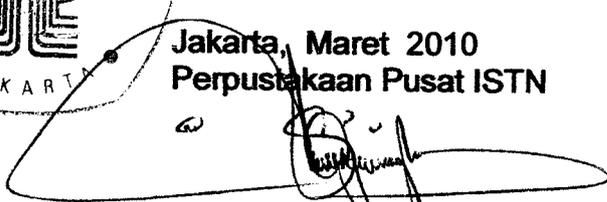
Bersama ini kami sampaikan ucapan terima kasih atas pemberian 1 (satu) buah buku laporan Kegiatan Penelitian dengan judul:

1. Rancang Bangun PLC (Programmable Logic Control) berbasis Mikrokontroler AT 89S8252, periode Februari 2010.

Demikian, kami sampaikan atas kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Jakarta, Maret 2010
Perpustakaan Pusat ISTN


Ir. Surya Alimsyah ,MT
Kepala

Tembusan, Yth:

1. Arsip



**YAYASAN PERGURUAN "CIKINI"
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jks-12640, Telp. (021) 7270090, 7874645, 7874647, Fax. (021) 7866954

Kepada Yth.

Bapak Ir. Edy Supriyadi ,MT

Dosen Program Studi Teknik Elektro

Di

Jakarta

Hal : *Ucapan Terima Kasih.*

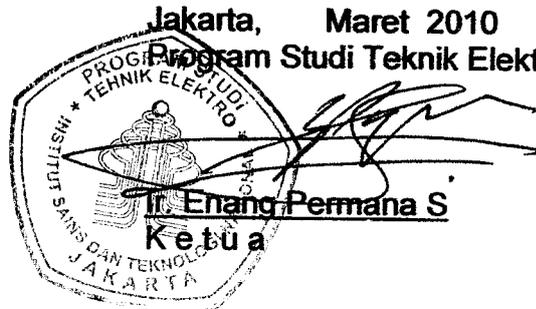
Salam sejahtera kami sampaikan semoga kita semua selalu dalam keadaan sehat wal'afiat dan senantiasa dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa. selama menjalankan tugas sehari-hari.

Bersama ini kami sampaikan ucapan terima kasih atas pemberian 1 (satu) buah buku laporan Kegiatan Penelitian dengan judul:

1. Rancang Bangun PLC (Programmable Logic Control) berbasis Mikrokontroler AT 89S8252, periode Februari 2010.

Demikian, kami sampaikan atas kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Jakarta, Maret 2010
Program Studi Teknik Elektro



Ir. Enang Permana S
Ketua

Tembusan, Yth:

1. Arsip

RANCANG BANGUN PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S8252

Edy Supriyadi¹⁾, Teguh Budiman²⁾

Dosen Jurusan Teknik Elektro¹⁾, Alumni Teknik Elektro²⁾

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri - Institut Sains Dan Teknologi Nasional

Jl. Moh. Kahfi II Jakarta Selatan

ABSTRAK

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah suatu alat kontrol elektronik berbasis sistem mikroprosesor yang berkerja berdasar instruksi logika yang telah diprogram didalam memorinya yang beroperasi dengan cara memeriksa status pada inputnya dan memprosesnya untuk menghasilkan sinyal pada outputnya. PLC diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman yang disebut *ladder diagram*, tapi pada kenyataannya sistem mikroprosesor yang ada didalam PLC hanya dapat diprogram dengan bahasa mesin. Untuk membuat suatu sistem mikroprosesor yang dapat diprogram dengan program *ladder diagram*, maka pada penulisan ilmiah ini dibuat suatu rancang bangun PLC (*Programmable Logic Controller*) berbasis mikrokontroler AT89S8252 yang dapat diprogram dengan program *ladder diagram* melalui tombol (*push button*) dan menampilkannya pada LCD (*Liquid Crystal Display*).

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah suatu alat kontrol elektronik berbasis sistem mikroprosesor yang berkerja berdasar instruksi logika yang telah diprogram didalam memorinya yang beroperasi dengan cara memeriksa status pada inputnya dan memprosesnya untuk menghasilkan sinyal pada outputnya.

PLC secara umum diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman yang disebut *ladder diagram*. Program *ladder diagram* tersusun dari sejumlah blok rangkaian *ladder* dan setiap blok rangkaian *ladder* tersusun dari beberapa baris *ladder*. Setiap blok rangkaian *ladder* akan dieksekusi secara berurutan atau sekuensial dan berulang – ulang,

dimulai dari blok rangkaian yang pertama sampai blok rangkaian yang terakhir, kemudian eksekusi diulang kembali ke blok rangkaian *ladder* yang pertama dan begitu seterusnya.

Pada kenyataannya sistem mikroprosesor yang ada didalam PLC hanya dapat diprogram dengan menggunakan bahasa mesin. Sehingga dibutuhkan suatu teknik pemrograman dalam bahasa mesin yang dapat membuat mikroprosesor memahami program *ladder diagram*.

Untuk membuat suatu sistem mikroprosesor yang dapat diprogram dengan program *ladder diagram*, maka pada tugas akhir ini dibuat suatu rancang bangun PLC (*Programmable Logic Controller*) yang berbasis mikrokontroler AT89S8252 yang dapat diprogram dengan program *ladder diagram* melalui tombol (*push button*)

1.2. Pokok Permasalahan

Sebagaimana yang telah disebutkan diatas, maka pokok permasalahan yang dihadapi pada pembuatan penulisan ilmiah ini adalah membuat mikrokontroler AT89S8252 dapat diprogram dengan menggunakan program *ladder diagram* melalui input *push button* dan menampilkannya pada layar LCD serta melakukan eksekusi program dengan benar.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditetapkan pada penulisan ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. PLC yang dibuat mempunyai 8 buah input TTL (Transistor – Transistor *Logic*) berupa switch dan mempunyai 4 buah output TTL (Transistor – Transistor *Logic*) berupa LED serta mempunyai 28 buah output bit internal berupa bit – bit di dalam RAM mikrokontroler AT89S8252.
2. Program *ladder diagram* yang dibuat maksimum terdiri dari 100 baris *ladder diagram* yang semuanya disimpan dalam EEPROM internal mikrokontroler AT89S8252 dan ditampilkan pada LCD 16x2.
3. Setiap baris *ladder diagram* maksimum terdiri dari 3 buah input dan 1 buah output.
4. Program *ladder diagram* terdiri dari sejumlah blok *ladder diagram* dan setiap blok *ladder diagram* maksimum terdiri dari 8 baris *ladder diagram*.
5. PLC yang dibuat hanya melakukan operasi sekuensial input dan output saja, tidak melakukan operasi fungsi *timer*, *counter*, aritmetika data, penyalinan data dan *compare* data serta operasi fungsi khusus lainnya.

1.4. Metode Pendekatan Masalah

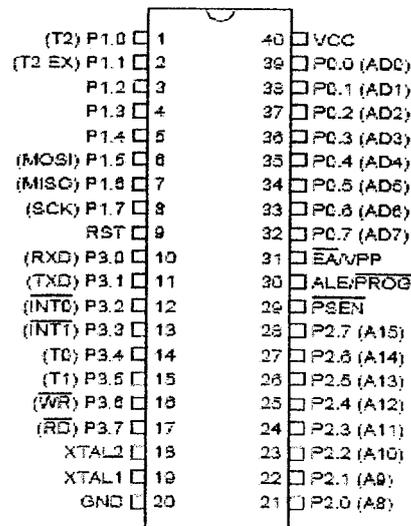
Metode pendekatan masalah yang dilakukan pada penulisan ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur dengan mempelajari berbagai dasar teori yang dibutuhkan dalam penulisan ilmiah ini.
2. Melakukan perancangan dan pembuatan alat.
3. Melakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang dibuat.

II. LANDASAN TEORI

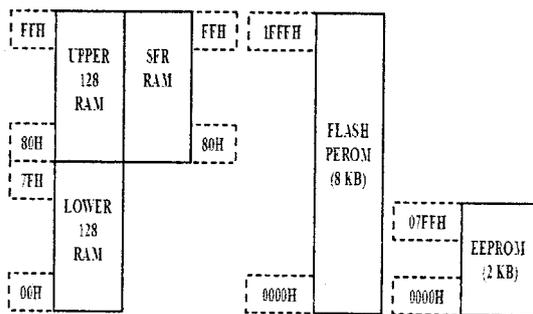
2.1. Mikrokontroler AT89S8252

AT89S8252 merupakan salah satu mikrokontroler keluarga MCS-51 dari ATMEL yang mempunyai 32 pin input - output, 8 KB *flash PEROM* (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), 256 *byte RAM* (*Random Access Memory*), 2 KB EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), 3 buah *timer / counter* 16 bit dan sebuah port serial. Konfigurasi pin pada mikrokontroler AT89S8252 seperti yang diperlihatkan pada gambar II.1.



Gambar II.1. Pin pada AT89S8252.

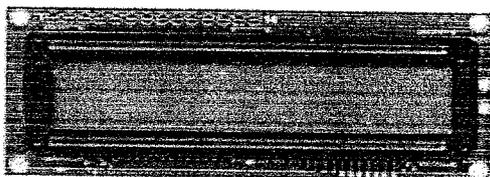
Mikrokontroler AT89S8252 membagi ruang memori menjadi dua yaitu memori data (RAM) dan memori program (ROM). ROM sendiri di bedakan antara *flash* PEROM sebesar 8 KB yang terletak pada alamat (0000H - 1FFFH) dan EEPROM sebesar 2 KB yang terletak pada alamat (0000H - 07FFH). Secara fisik letak antara RAM, *flash* PEROM dan EEPROM terpisah, seperti yang diperlihatkan pada gambar II.2.



Gambar II.2. Memori AT89S8252.

2.2. LCD 16X2

LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 adalah perangkat elektronika yang terbuat dari kristal cair, yang digunakan untuk menampilkan tulisan atau karakter sebagai informasi dari kerja suatu sistem berbasis mikrokontroler. Setiap LCD sudah dilengkapi dengan IC *driver* sebagai kontrolernya. LCD ini mampu menampilkan karakter dengan kapasitas *display* sebanyak 2 baris dan 16 kolom. Bentuk fisik LCD 16x2 seperti pada gambar II.3.



Gambar II.3. Bentuk Fisik LCD 16x2.

Seperti sebuah mikrokontroler, IC *driver* LCD juga dilengkapi dengan

memori yang berupa CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) serta CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*). Pabrik pembuat LCD telah mengisi data ke CGROM sebanyak 192 karakter yang terdiri dari 96 karakter ASCII (dipilih dengan mengirimkan kode ASCII), 64 karakter huruf jepang dan 32 karakter khusus seperti huruf yunani. Sedangkan DDRAM terdiri dari 80 *byte* alamat dan CGRAM terdiri dari 64 *byte*.

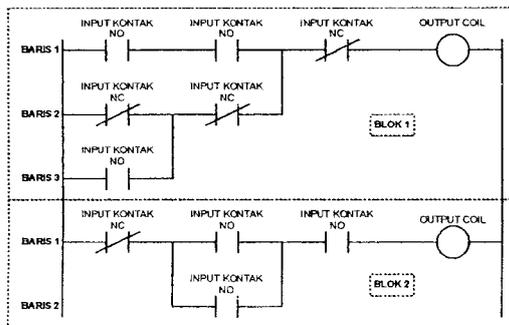
2.3. PLC

Definisi PLC (*Programmable Logic Controller*) menurut *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) adalah suatu peralatan elektronik digital yang menggunakan memori dan dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dari suatu fungsi tertentu, seperti logika, sekuensial, waktu, penghitungan dan aritmatika untuk mengendalikan suatu proses.

PLC (*Programmable Logic Controller*), berdasarkan namanya konsep suatu PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan untuk menyimpan program yang telah dibuat ke dalam suatu memori dan dapat dengan mudah dirubah program tersebut sesuai dengan fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan untuk memproses suatu sinyal input dengan instruksi - instruksi logika.
3. *Controller*, menunjukkan adanya kemampuan untuk mengontrol dan mengatur proses dari sinyal input, sehingga menghasilkan sinyal output yang diinginkan.

PLC secara umum diprogram melalui suatu *programming device* dengan menggunakan bahasa pemrograman yang disebut dengan *ladder diagram*. Program *ladder diagram* tersusun dari sejumlah blok rangkaian *ladder diagram* dan setiap blok tersusun dari beberapa baris *ladder diagram*, dimana setiap baris *ladder diagram* terdiri dari kontak input NO (*Normally Open*) atau NC (*Normally Close*) dan output coil, seperti yang diperlihatkan pada gambar II.4. Setiap blok rangkaian *ladder* akan dieksekusi oleh sistem mikroprosesor secara berurutan atau sekuensial dan berulang – ulang, dimulai dari blok rangkaian yang pertama sampai blok rangkaian yang terakhir, kemudian eksekusi diulang kembali ke blok rangkaian *ladder* yang pertama dan begitu seterusnya.



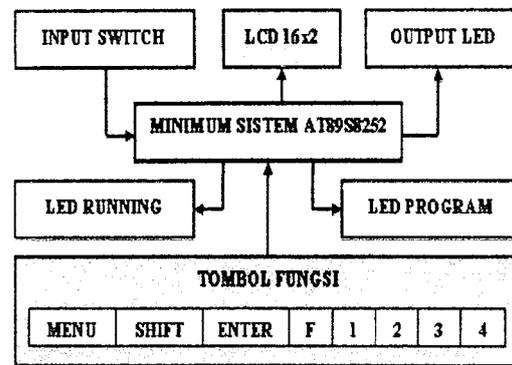
Gambar II.4. Ladder Diagram.

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Perancangan Sistem

Blok diagram sistem dari alat yang dibuat ditunjukkan pada gambar III.1, yang terdiri dari beberapa blok bagian, yaitu minimum sistem AT89S8252, LCD 16x2, tombol fungsi, input, output, LED indikator mode running dan mode program. Minimum sistem AT89S8252 yang akan mengontrol kerja sistem. Tombol

fungsi berupa 8 buah *push button* yang terhubung langsung ke kaki mikrokontroler. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan karakter – karakter saat tombol fungsi ditekan termasuk juga menampilkan program *ladder diagram*. Input PLC berupa 8 buah *switch* geser dengan dua kondisi yaitu *on* dan *off* yang terhubung langsung ke kaki mikrokontroler. Sedangkan output PLC berupa 4 buah LED yang akan diaktifkan oleh mikrokontroler. Selain input dan output eksternal seperti yang dijelaskan diatas, alat yang dibuat juga menyediakan output bit yang berupa bit – bit dari RAM di mikrokontroler sebanyak 28 bit.



Gambar III.1. Blok Diagram Sistem.

Prinsip kerja sistem dari alat yang dibuat adalah sebagai berikut :

1. Alat yang dibuat mempunyai 3 mode kerja yaitu :
 - a. Mode program adalah mode dimana sistem sedang melakukan proses pemrograman *ladder diagram* dengan menggunakan tombol fungsi (menu, *shift*, *enter*, F, 1, 2, 3, dan 4) dan menampilkan program *ladder diagram* tersebut pada layar LCD 16x2. Pada saat mode ini, LED indikator program akan menyala dan LED indikator *running* tidak menyala.

- b. *Mode running* adalah *mode* dimana sistem sedang melakukan eksekusi terhadap program *ladder diagram* yang telah dibuat. Mikrokontroler AT89S8252 akan memeriksa status input *switch* dan mengaktifkan output LED sesuai program *ladder diagram*. Pada saat *mode* ini, LED indikator *running* akan menyala dan LED indikator program tidak menyala.
 - c. *Mode stop* adalah *mode* dimana sistem akan keluar dari *mode running*. Pada saat *mode* ini, LED indikator program dan LED indikator *running* tidak menyala.
2. Setiap *push button* di blok tombol fungsi mempunyai fungsi tertentu jika di tekan. Fungsi - fungsi dari setiap *push button* tersebut antara lain :
 - Tombol menu berfungsi untuk menampilkan isi menu di LCD.
 - Tombol *shift* berfungsi untuk membuat *ladder diagram* dengan kombinasi tombol yang lain dan untuk membatalkan suatu pilihan fungsi saat membuat *ladder diagram*.
 - Tombol *enter* berfungsi untuk menjalankan fungsi setelah suatu fungsi tertentu dipilih saat membuat *ladder diagram*.
 - Tombol F berfungsi untuk mengedit jumlah blok *ladder diagram* dan jumlah baris *ladder diagram*.
 - Tombol 1, 2, 3 dan 4 berfungsi untuk memilih suatu fungsi dengan kombinasi tombol yang lain.
 3. Mikrokontroler AT89S8252 harus dapat melakukan pengecekan terhadap kebenaran dari program *ladder diagram* yang dibuat

sebelum dieksekusi atau dilakukan *running*. Selama program *ladder diagram* yang dibuat belum benar maka mikrokontroler tidak boleh melakukan *running*.

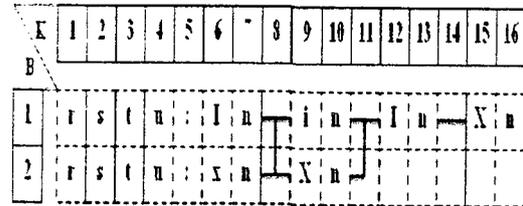
Setelah program *ladder diagram* benar, maka mikrokontroler baru siap untuk melakukan proses *running*. Jika mikrokontroler masuk pada *mode* kerja *running*, maka mikrokontroler akan melakukan eksekusi pada setiap blok *ladder diagram*, dimana tiap blok *ladder diagram* bisa terdiri dari sejumlah baris *ladder diagram*. Proses *running* dilakukan secara berurutan, dimulai dari blok diagram *ladder diagram* yang pertama sampai blok *ladder diagram* yang terakhir, kemudian proses *running* diulangi kembali ke blok *ladder diagram* yang pertama dan seterusnya berulang - ulang, sampai ada suatu perintah untuk keluar dari *mode running* atau terjadi *mode stop*.

3.1.1. Penulisan Program *Ladder Diagram*

Sistem yang dibuat harus dapat melakukan penulisan program *ladder diagram* melalui tombol fungsi (*push button*) dan menampilkannya pada layar LCD 16x2, dengan menetapkan ketentuan – ketentuan sebagai berikut :

1. Kombinasi dari 8 buah *push button* pada blok tombol fungsi akan menentukan suatu fungsi yang akan dijalankan oleh mikrokontroler AT89S8252 yang berfungsi sebagai PLC. Kombinasi antar *push button* tersebut antara lain :
 - a. (Menu) + (1) : untuk mengecek kebenaran dari *ladder diagram* yang telah dibuat sebelum masuk ke *mode running*.
 - b. (Menu) + (2) : untuk masuk ke *mode* program.

- c. (Menu) + (2) + (1) : untuk memulai membuat program *ladder diagram*.
- d. (Menu) + (2) + (2) : untuk menghapus semua *ladder diagram*.
- e. (Menu) + (2) + (1) + (1) : untuk menggerakkan kursor LCD ke atas.
- f. (Menu) + (2) + (1) + (2) : untuk menggerakkan kursor LCD ke bawah.
- g. (Menu) + (2) + (1) + (3) : untuk menggerakkan kursor LCD ke kanan.
- h. (Menu) + (2) + (1) + (4) : untuk menggerakkan kursor LCD ke kiri.
- i. (Menu) + (2) + (1) + (F) : untuk mengedit program *ladder diagram*.
- j. (Menu) + (2) + (1) + (F) + (1) : untuk menambah 1 blok *ladder diagram*.
- k. (Menu) + (2) + (1) + (F) + (2) : untuk menambah 1 baris *ladder diagram*.
- l. (Menu) + (2) + (1) + (F) + (3) : untuk menghapus 1 blok *ladder diagram*.
- m. (Menu) + (2) + (1) + (F) + (4) : untuk menghapus 1 baris *ladder diagram*.
- n. (Menu) + (2) + (1) + (Shift) + (1) : untuk menuliskan sebuah input.
- o. (Menu) + (2) + (1) + (Shift) + (2) : untuk menuliskan sebuah output.
- p. (Menu) + (2) + (1) + (Shift) + (3) : untuk menuliskan sebuah line kontak.
- q. (Menu) + (2) + (1) + (Shift) + (4) : untuk menghapus sebuah input, output, atau line kontak.
- r. (Menu) + (3) : untuk masuk ke mode *running*.
- s. (Menu) + (3) + (4) : untuk masuk ke mode *stop*.
2. Layar LCD di petakan sesuai dengan kapasitasnya yaitu akan menampilkan karakter sebanyak 2 buah baris dan 16 buah kolom untuk membuat *ladder diagram*, seperti yang ditunjukkan pada gambar III.2.



Gambar III.2. Susunan *Ladder Diagram* Pada Layar LCD 16x2.

Keterangan :

- (K) adalah nomor kolom pada layar LCD dan (B) adalah nomor baris pada layar LCD. Sehingga sebuah layar LCD 16x2 mempunyai 32 posisi karakter, mulai dari B1K1 (baris ke 1, kolom ke 1) sampai dengan B2K16 (baris ke 2, kolom ke 16).
- (r) (s) adalah nomor blok *ladder diagram*, terdiri dari 2 karakter.
- (t) (u) adalah nomor baris *ladder diagram*, terdiri dari 2 karakter.
- (:) adalah batas awal penulisan *ladder diagram*.
- (I) adalah input PLC jenis NO (*normally open*).
- (i) adalah input PLC jenis NC (*normally close*).
- (X) adalah output PLC yang diibaratkan sebuah coil relay yang kontakannya dapat dijadikan input dengan 2 jenis kondisi yaitu (X) sebagai NO (*normally open*) dan (x) sebagai NC (*normally close*).

- (n) adalah nomor input atau output PLC.
 - Garis yang bercetak tebal adalah line kontak.
3. Setiap tampilan program *ladder diagram* pada layar LCD 16x2 dibagi menjadi 5 bagian terpisah yang dapat dilihat juga pada gambar III.2. Setiap bagian tersebut telah ditetapkan posisinya masing - masing dan tidak dapat saling bertukar posisi. Kelima bagian tersebut adalah :
- a. **Nomor ladder** yaitu tampilan digit angka sebanyak 4 buah kolom di setiap baris layar LCD yang menunjukkan nomor blok dan nomor baris dari *ladder diagram*. Nomor *ladder* terletak pada posisi (B1K1, B1K2, B1K3, B1K4) dan (B2K1, B2K2, B2K3, B2K4).
 - b. **Batas ladder** yaitu tampilan 1 buah kolom di setiap baris layar LCD berupa tanda baca titik dua (:) yang mejadi batas antara nomor *ladder* dengan *ladder diagram*. Terdapat 2 buah batas *ladder* yang terletak pada posisi (B1K5) dan (B2K5).
 - c. **Input kontak** yaitu tampilan input PLC yang terdiri dari 2 buah kolom sebanyak 3 buah disetiap baris layar LCD. Jadi terdapat 6 buah input kontak dalam setiap tampilan LCD. Input – input kontak tersebut terletak pada posisi (B1K6, B1K7), (B1K9, B1K10), (B1K12, B1K13), (B12K6, B2K7), (B2K9, B2K10), dan (B2K12, B2K13).
 - d. **Output coil** yaitu tampilan output PLC yang terdiri dari 2 buah kolom di setiap baris layar LCD. Output coil tersebut terletak pada posisi (B1K15, B1K16) dan (B2K15, B2K16).
 - e. **Line kontak** yaitu tampilan karakter line yang terdiri dari 1 buah kolom sebanyak 3 buah disetiap baris layar LCD. Line kontak berfungsi untuk menghubungkan antar input kontak atau menghubungkan antara input kontak dengan output coil. Jadi terdapat 6 buah line kontak dalam setiap tampilan LCD. Line kontak tersebut terletak pada posisi (B1K8), (B1K11), (B1K14), (B2K8), (B2K11) dan (B2K14).
4. Setiap input dan output PLC telah ditetapkan namanya melalui program *assembly* mikrokontroler AT89S8252 dengan menggunakan abjad. Penulisan abjad besar menunjukan input jenis NO (*normally open*) dan penulisan abjad kecil menunjukkan NC (*normally close*). Nama - nama input dan output telah ditetapkan dalam tabel III.1.

Tabel III.1. Penetapan Nama Input Dan Output PLC.

| Input / Output | Output Coil | Input Kontak NO | Input Kontak NC | Port Bit pada AT89S8252 |
|---------------------|--|--|--|--|
| Input Eksternal | - | i1 s/d i8 | ii s/d i8 | P0.1 s/d P0.7 |
| Output Eksternal | X1 s/d X4 | X1 s/d X4 | x1 s/d x4 | P1.0 s/d P1.3 * 26h.0 s/d 26h.3 * |
| Output Bit (28 bit) | X5 s/d X8 Y1 s/d Y8 M1 s/d M8 N1 s/d N8 | X5 s/d X8 Y1 s/d Y8 M1 s/d M8 N1 s/d N8 | x5 s/d x8 y1 s/d y8 m1 s/d m8 n1 s/d n8 | 26h.4 s/d 26h.7 27h.0 s/d 27h.7 28h.0 s/d 28h.7 29h.0 s/d 29h.7 |

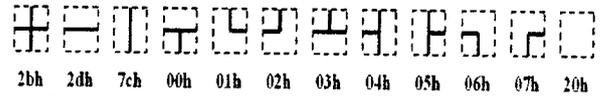
Keterangan : (*) Status logika tiap output pada P1.0 s/d P1.3 ditetapkan selalu bersifat kebalikan terhadap status logika tiap bit pada 26h.0 s/d 26h.3.

5. Input dan output PLC harus disamakan persepsi status kondisinya dengan input dan

output digital dari mikrokontroler AT89S8252. Dalam pembuatan alat ini ditetapkan bahwa :

- Input kontak jenis NO (*normally open*) sama dengan input digital yang bersifat aktif *high* yaitu aktif pada logika '1'.
- Input kontak jenis NC (*normally close*) sama dengan input digital yang bersifat aktif *low* yaitu aktif pada logika '0'.
- Input kontak jenis NO (*normally open*) dan input kontak jenis NC (*normally close*) yang keduanya memiliki nama abjad dan nomor yang sama merupakan satu kesatuan bit (satu fisik bit). Misalnya pada input I1 dan i1, keduanya merupakan bit pada P0.1. Sehingga jika P0.1 berlogika '1', maka input I1 dan i1 akan berlogika '1'. Dan jika P0.1 berlogika '0', maka input I1 dan i1 akan berlogika '0'.
- Output *coil* yang aktif (*on*) sama dengan output digital yang berlogika '1'.
- Output *coil* yang tidak aktif (*off*) sama dengan output digital yang berlogika '0'.
- Status logika pada setiap output mulai dari P1.0 sampai dengan P1.3 ditetapkan selalu bersifat kebalikan atau *complement* terhadap status logika pada setiap bit mulai dari 26h.0 sampai dengan 26h.3, seperti pada tabel III.1. Hal tersebut karena output pada P1.0 - P1.3 digunakan untuk mengaktifkan LED sebagai indikator output PLC, dimana LED akan menyala jika port tersebut berlogika '0' dan LED akan padam jika port tersebut berlogika '1'.

6. Karakter line kontak juga harus dibuat dan dikodekan dalam program mikrokontroler AT89S8252. Pada pembuatan alat ini telah ditetapkan sebanyak 12 buah bentuk dan kode data dalam bilangan heksa dari line kontak, seperti yang ditunjukkan pada gambar III.3.



Gambar III.3. Bentuk Karakter Dan Kode Data Dari Line Kontak.

3.1.2. Pengecekan Program Ladder Diagram

Pengecekan program *ladder diagram* harus dapat dilakukan oleh sistem sebelum melakukan proses *running*. Pengecekan program *ladder diagram* dilakukan pada setiap blok *ladder diagram*, dimulai dari *ladder diagram* pada baris pertama sampai *ladder diagram* pada baris terakhir. Nomor blok dan nomor baris *ladder diagram* digunakan sebagai acuan untuk menentukan jumlah baris *ladder diagram* pada setiap blok *ladder diagram* dan digunakan juga sebagai penentuan posisi alamat dari setiap blok *ladder diagram* setelah diketahui alamat awal pembuatan program *ladder diagram*.

Pengecekan *ladder diagram* merupakan pengecekan setiap data line kontak terhadap kontak input yang terletak disebelah kiri dan kanan dari line kontak tersebut, serta terhadap *coil* output yang terletak disebelah paling kanan dari setiap baris *ladder diagram*. Pengecekan line kontak pada setiap blok *ladder diagram* dibagi menjadi beberapa bagian pengecekan, antara lain :

1. Jika pada blok *ladder diagram* tersebut hanya terdiri dari satu baris *ladder diagram* saja, maka

line kontak yang boleh dibuat adalah line kontak yang mempunyai data 2dh.

2. Jika pada blok *ladder diagram* tersebut terdiri dari beberapa baris *ladder diagram*, maka pengecekan dibagi lagi menjadi 3 pengecekan, yaitu :
 - a. Pengecekan pada baris *ladder diagram* yang berada diawal blok *ladder diagram*. Line kontak yang boleh dibuat adalah line kontak yang mempunyai data 2dh, 00h, 06h, 07h dan 20h.
 - b. Pengecekan pada baris *ladder diagram* yang berada diakhir blok *ladder diagram*. Line kontak yang boleh dibuat adalah line kontak yang mempunyai data 2dh, 01h, 02h, 03h dan 20h.
 - c. Pengecekan pada baris *ladder diagram* yang berada antara baris *ladder diagram* yang pertama dan baris *ladder diagram* yang terakhir, jika dalam blok *ladder diagram* tersebut terdiri dari 3 buah baris *ladder diagram* atau lebih. Line kontak yang boleh dibuat adalah line kontak yang mempunyai data 2bh, 2dh, 7ch, 00h, 01h, 02h, 03h, 04h, 05h, 06h, 07h dan 20h.

Sedangkan untuk pengecekan input, output dan line kontak lainnya yang berada disekitar setiap line kontak adalah sebagai berikut :

1. Line kontak dengan data 2bh mempunyai syarat : sebelah kiri harus terdapat input, sebelah kanan harus terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line

kontak lainnya dengan data 2bh, 7ch, 01h, 02h, 03h, 04h atau 05h.

2. Line kontak dengan data 2dh mempunyai syarat : sebelah kiri harus terdapat input, sebelah kanan harus terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 20h.
3. Line kontak dengan data 7ch mempunyai syarat : sebelah kiri harus tidak terdapat input, sebelah kanan harus tidak terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 2bh, 7ch, 01h, 02h, 03h, 04h atau 05h.
4. Line kontak dengan data 00h mempunyai syarat : sebelah kiri harus terdapat input, sebelah kanan harus terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 2bh, 7ch, 01h, 02h, 03h, 04h atau 05h.
5. Line kontak dengan data 01h mempunyai syarat : sebelah kiri harus tidak terdapat input, sebelah kanan harus terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 20h.
6. Line kontak dengan data 02h mempunyai syarat : sebelah kiri harus terdapat input, sebelah kanan harus tidak terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 20h.
7. Line kontak dengan data 03h mempunyai syarat : sebelah kiri harus terdapat input, sebelah kanan harus terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 20h.

9. Line kontak dengan data 04h mempunyai syarat : sebelah kiri harus terdapat input, sebelah kanan harus tidak terdapat input atau output dan dibawah harus ada line kontak lainnya dengan data 2bh, 7ch, 01h, 02h, 03h, 04h atau 05h.
9. Line kontak dengan data 05h mempunyai syarat : sebelah kiri harus tidak terdapat input, sebelah kanan harus terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 2bh, 7ch, 01h, 02h, 03h, 04h atau 05h.
10. Line kontak dengan data 06h mempunyai syarat : sebelah kiri harus terdapat input, sebelah kanan harus tidak terdapat input atau output dan dibawah harus ada line kontak lainnya dengan data 2bh, 7ch, 01h, 02h, 03h, 04h atau 05h.
11. Line kontak dengan data 07h mempunyai syarat : sebelah kiri harus tidak terdapat input, sebelah kanan harus terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 2bh, 7ch, 01h, 02h, 03h, 04h atau 05h.
12. Line kontak dengan data 20h mempunyai syarat : sebelah kiri harus tidak terdapat input, sebelah kanan harus tidak terdapat input atau output dan dibawah harus ada sebuah line kontak lainnya dengan data 20h.
13. Line kontak yang dapat yang menghubungkan suatu output PLC pada sisi sebelah kanan *ladder diagram* adalah line kontak yang mempunyai data 2bh, 2dh, 00h, 1bh atau 05h.

3.1.3 Eksekusi Program *Ladder Diagram*

Saat sistem melakukan proses eksekusi, setiap line kontak diartikan sebagai operasi AND *logic* atau operasi OR *logic*. Operasi tersebut dicek secara sekuensial atau berurutan dari setiap blok *ladder diagram*, dimulai dari sisi kiri blok *ladder diagram* kemudian menuju ke sisi kanan blok *ladder diagram* (dari baris *ladder diagram* awal sampai baris *ladder diagram* akhir). Pemberian arti pada setiap line kontak adalah sebagai berikut :

1. Line kontak dengan data 2bh. Diartikan sebagai operasi AND *logic* terhadap input disebelah kiri dengan input sebelah kanan dari line kontak tersebut. Dan diartikan juga sebagai operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* di atasnya dengan hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* dibawahnya, sampai dalam pengecekan didapatkan line kontak dibawahnya dengan data 01h, 02h atau 03h.
2. Line kontak dengan data 2dh. Diartikan sebagai operasi AND *logic* terhadap input disebelah kiri dengan input sebelah kanan dari line kontak tersebut.
3. Line kontak dengan data 7ch. Diartikan sebagai operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* di atasnya dengan hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* dibawahnya, sampai dalam pengecekan didapatkan line kontak dibawahnya dengan data 01h, 02h atau 03h.
4. Line kontak dengan data 00h. Diartikan sebagai operasi AND *logic* terhadap input disebelah kiri dengan input sebelah kanan dari

line kontak tersebut. Dan diartikan juga sebagai awal adanya operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* dibawahnya, sampai dalam pengecekan didapatkan line kontak dengan data 01h, 02h atau 03h.

5. Line kontak dengan data 01h. Diartikan sebagai batas akhir adanya operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* diatasnya dan hasil dari operasi OR *logic* tersebut akan di lakukan operasi AND *logic* dengan input yang berada disebelah kanan line kontak tersebut.
6. Line kontak dengan data 02h. Diartikan sebagai batas akhir adanya operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* diatasnya dengan input disebelah kiri dari line kontak tersebut.
7. Line kontak dengan data 03h. Diartikan sebagai operasi AND *logic* terhadap input disebelah kiri dengan input sebelah kanan dari line kontak tersebut. Dan diartikan juga sebagai batas akhir adanya operasi OR *logic* dengan hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* diatasnya.
8. Line kontak dengan data 04h. Diartikan sebagai adanya operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* diatasnya dengan hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* dibawahnya serta terhadap input disebelah kiri dari line kontak tersebut.
9. Line kontak dengan data 05h. Diartikan sebagai adanya operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder*

diatasnya dengan hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* dibawahnya. Dan hasil dari operasi OR *logic* tersebut akan di lakukan operasi AND *logic* terhadap input yang berada disebelah kanan line kontak tersebut.

10. Line kontak dengan data 06h..Diartikan sebagai awal adanya operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* dibawahnya dengan input disebelah kiri dari line kontak tersebut, sampai dalam pengecekan ditemukan line kontak dibawahnya dengan data 01h, 02h atau 03h.
11. Line kontak dengan data 07h. Diartikan sebagai awal adanya operasi OR *logic* terhadap hasil operasi AND *logic* pada baris *ladder* dibawahnya sampai dalam pengecekan ditemukan line kontak dengan data 01h, 02h atau 03h. Dan hasil dari operasi OR *logic* tersebut akan di lakukan operasi AND *logic* terhadap input yang berada disebelah kanan line kontak tersebut.
12. Line kontak dengan data 20h. Diartikan sebagai line kontak kosong, tidak ada operasi OR *logic* dan tidak ada operasi AND *logic*.

3.2. Pembuatan Sistem

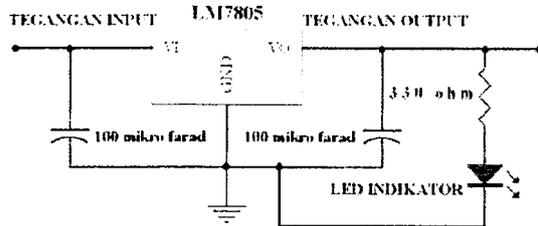
Pembuatan sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu pembuatan sistem secara perangkat keras dan pembuatan sistem secara perangkat lunak, dimana kedua bagian tersebut akan digabungkan.

2.2.1. Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan perangkat keras dilakukan dengan membuat suatu rangkaian elektronika yang disesuaikan

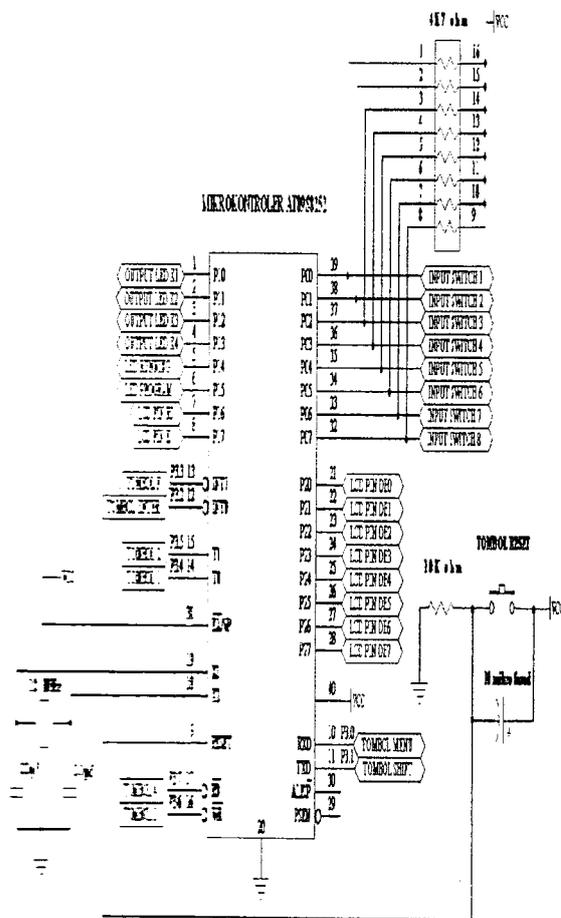
dengan kerja blok diagram sistem. Gambar rangkaian elektronika keseluruhan dapat dilihat pada lampiran. Rangkaian tersebut dibagi menjadi 6 buah rangkaian elektronika, antara lain :

1. Rangkaian Regulator Tegangan DC 5 Volt.



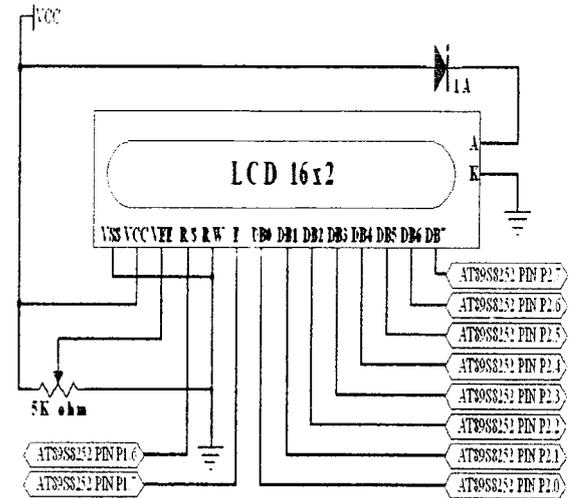
Gambar III.4. Rangkaian Regulator Tegangan DC 5 Volt.

2. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler AT89S8252.



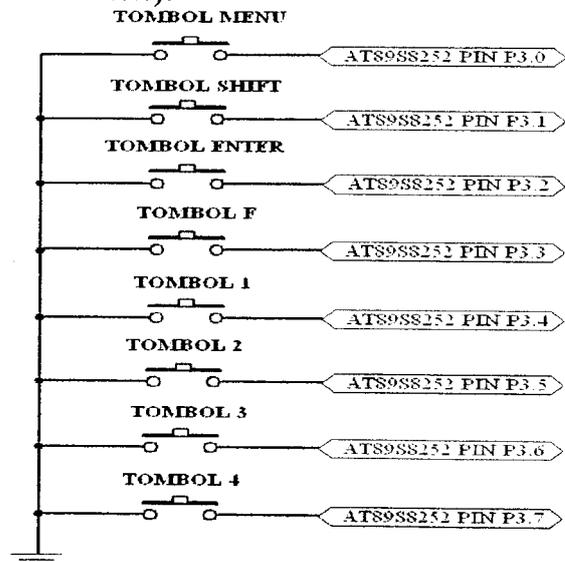
Gambar III.5. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler AT89S8252.

3. Rangkaian Driver LCD 16x2.



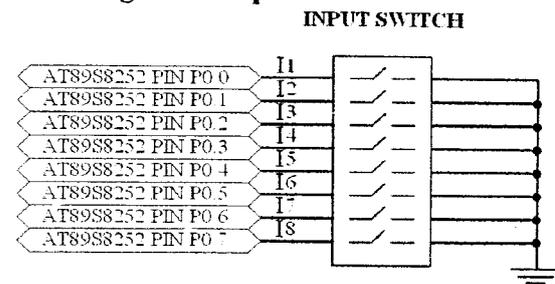
Gambar III.6. Rangkaian Driver LCD 16x2.

4. Rangkaian Tombol Fungsi (Push Button).



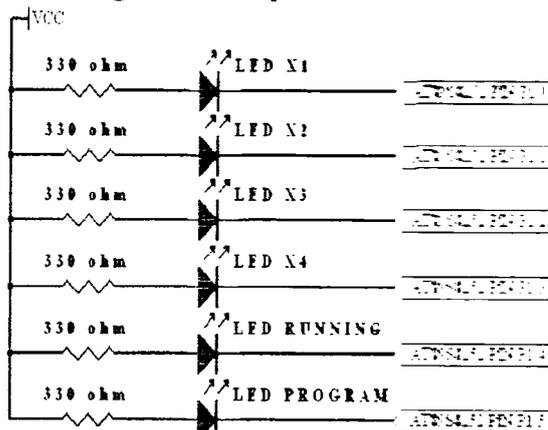
Gambar III.7. Rangkaian Tombol Fungsi.

5. Rangkaian Input Switch.



Gambar III.8. Rangkaian Input Switch.

6. Rangkaian Output LED.



Gambar III.9. Rangkaian Output LED.

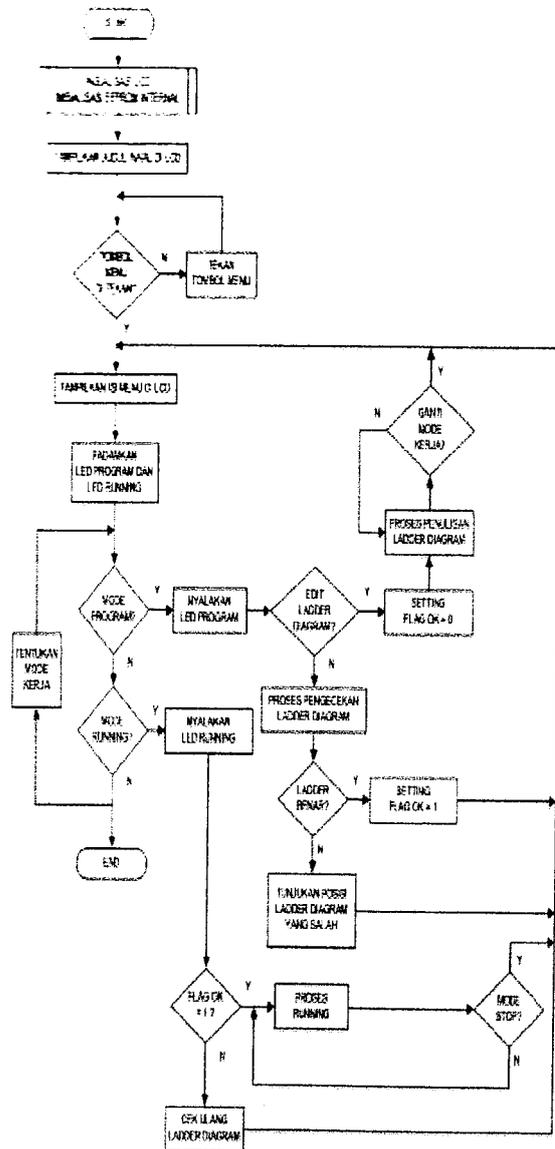
3.2.2. Pembuatan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibuat berupa bahasa program *assembly* mikrokontroler *standart* MCS - 51. *Flowchart* untuk pembuatan perangkat lunak dapat dilihat pada pada gambar III.10.

Program dimulai dengan inialisasi LCD yang bertujuan untuk menentukan jumlah baris karakter, ukuran *font*, kursor, letak *display* dan membuat karakter line kontak. Setelah itu dilanjutkan dengan inialisasi penggunaan EEPROM internal mikrokontroler AT89S8252. Setelah proses inialisasi, mikrokontroler akan menampilkan beberapa tulisan yang menunjukkan judul dari tugas akhir ini, kemudian mikrokontroler akan menunggu tombol menu ditekan.

Setelah tombol menu ditekan, LCD akan menampilkan isi tampilan menu yang berupa petunjuk untuk masuk ke langkah selanjutnya dengan petunjuk proses kerja alat dengan penekanan tombol fungsi (*push button*). Jika tombol 1 ditekan, maka akan masuk ke mode program untuk pengecekan *ladder diagram*. Jika tombol 2 ditekan, maka akan masuk ke mode program untuk penulisan,

pengeditan dan penghapusan *ladder diagram*. Jika tombol 3 ditekan, maka akan masuk ke mode *running*. Sedangkan jika tombol 4 ditekan, maka akan masuk ke mode *stop*.

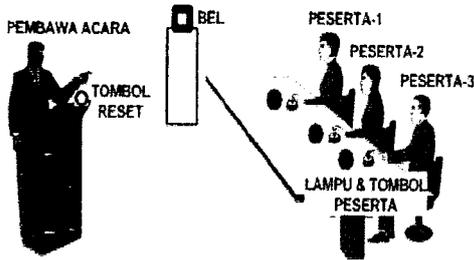


Gambar III.10. Flowchart Program.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil kerja alat yang dibuat dalam melakukan eksekusi terhadap suatu program *ladder diagram*, yaitu bahasa pemrograman yang digunakan

pada PLC (*Programmable Logic Controller*). Pengujian dilakukan dengan cara membuat suatu program *ladder diagram* pada alat yang dibuat, berdasarkan *timing diagram* (**secara teori**) yang dibuat dari urutan kejadian pada aplikasi acara kuis, seperti yang diperlihatkan pada gambar IV.5. Selanjutnya program *ladder diagram* tersebut dijalankan pada alat untuk membuat *timing diagram* (**secara praktek**) sebagai hasil pengujian kerja dari alat setelah diprogram, kemudian dibandingkan dengan *timing diagram* (**secara teori**) dari urutan kejadian pada aplikasi acara kuis tersebut.



Gambar IV.5. Aplikasi Acara Kuis.

Urutan kejadian dari aplikasi acara kuis (gambar IV.5) adalah sebagai berikut :

1. Pembawa acara akan memberikan pertanyaan kepada 3 orang peserta kuis.
2. Semua peserta kuis akan berlomba untuk menjawab pertanyaan dari pembawa acara dengan menekan tombol didepannya.
3. Peserta yang paling cepat menekan tombol akan menyebabkan lampu indikator didepannya menyala dan bel berbunyi, sedangkan peserta yang lainnya tidak dapat menyalakan lampu indikator didepannya meskipun ikut menyusul untuk menekan tombol.
4. Pembawa acara akan menentukan peserta kuis yang berhak menjawab

pertanyaannya, kemudian menekan tombol reset yang ada didepannya untuk memadamkan lampu indikator peserta dan menghentikan bunyi bel.

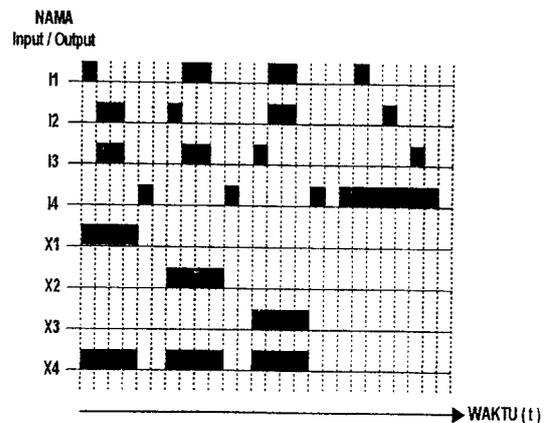
5. Jika tombol reset masih ditekan oleh pembawa acara, maka semua lampu indikator peserta tidak dapat menyala dan bel tidak dapat berbunyi meskipun peserta kuis menekan tombol.
6. Urutan kejadian berulang ke urutan nomor 1.

Penetapan input dan output dari alat yang digunakan untuk aplikasi acara kuis ini ditunjukkan pada tabel IV.5.

Tabel IV.5. Input Dan Output Untuk Aplikasi Acara Kuis.

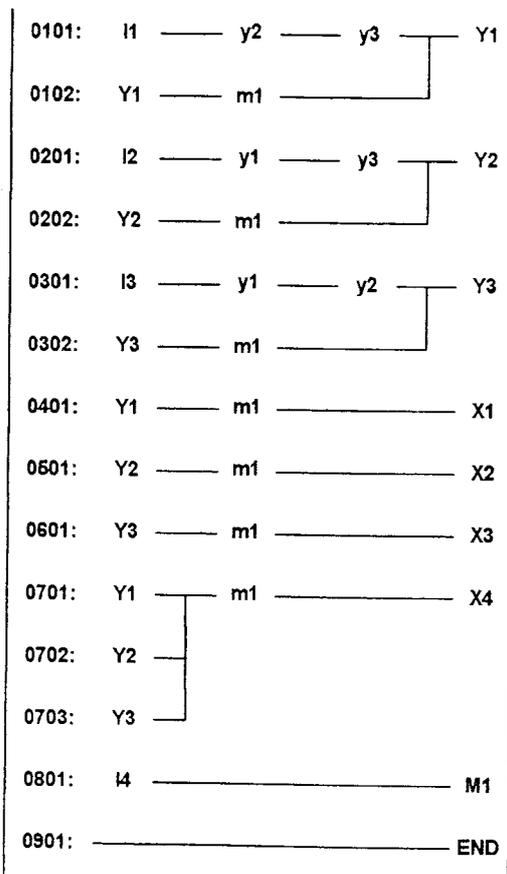
| Input Eksternal | Keterangan | Output Eksternal | Keterangan |
|-----------------|------------------|------------------|---------------------------|
| I1 | Tombol Peserta 1 | X1 | Lampu Indikator Peserta 1 |
| I2 | Tombol Peserta 2 | X2 | Lampu Indikator Peserta 2 |
| I3 | Tombol Peserta 3 | X3 | Lampu Indikator Peserta 3 |
| I4 | Tombol Reset | X4 | Bel |

Timing diagram (**secara teori**) dari urutan kejadian pada aplikasi acara kuis ini adalah sebagai berikut :



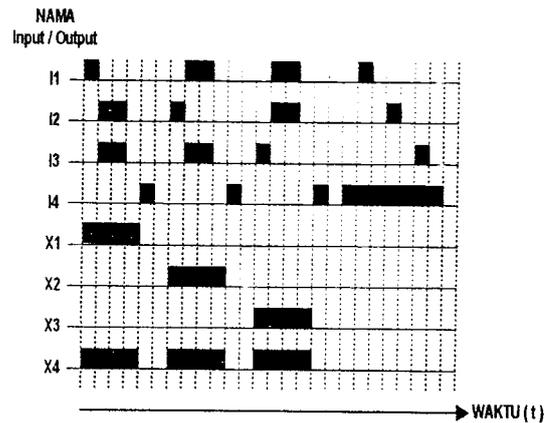
Gambar IV.6. *Timing Diagram* (**Secara Teori**).

Rangkaian pengujian berupa program *ladder diagram* yang dibuat berdasarkan *timing diagram* (**secara teori**) dari urutan kejadian pada aplikasi acara kuis pada gambar IV.6 dengan menggunakan input dan output pada tabel IV.5. Rangkaian pengujian program *ladder diagram* ditunjukkan pada gambar IV.7.



Gambar IV.7. Rangkaian Pengujian Program *Ladder Diagram*.

Data hasil pengujian berupa *timing diagram* (**secara praktek**) yang didapatkan setelah melakukan pemrograman *ladder diagram* pada alat seperti rangkaian pengujian pada gambar IV.7 dan melakukan pengamatan terhadap kerja alat setelah diprogram. *Timing diagram* (**secara praktek**) hasil pengujian kerja alat diperlihatkan pada gambar IV.8.



Gambar IV.8. *Timing Diagram* (**Secara Praktek**).

Analisa dari hasil pengujian adalah bahwa alat yang dibuat dapat melakukan eksekusi terhadap program *ladder diagram*, yaitu bahasa pemrograman yang digunakan pada PLC (*Programmable Logic Controller*), karena ada persamaan antara *timing diagram* (**secara praktek**) pengujian kerja alat (gambar IV.8) dengan *timing diagram* (**secara teori**) untuk aplikasi acara kuis (gambar IV.6).

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan, pembuatan dan pengujian serta analisa, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain :

1. Alat ini dapat melakukan pemrograman *ladder diagram* dengan baik dengan 3 mode kerja yaitu *mode program*, *mode running* dan *mode stop*.
2. Mikrokontroler AT89S8252 akan melakukan eksekusi terhadap program *ladder diagram* yang telah dibuat setelah *ladder diagram* tersebut dicek kebenarannya. Jika pada proses pengecekan terdapat kesalahan, maka posisi *ladder*

diagram yang salah akan ditampilkan pada layar LCD.

3. Jumlah input dan output alat ini adalah sebanyak 8 buah input berupa switch dan 4 buah output berupa LED serta 28 buah output bit.
4. EEPROM internal mikrokontroler AT89S8252 dapat menyimpan program *ladder diagram* sebanyak 100 baris dan program tersebut dapat tersimpan dengan baik meskipun *power supply* tidak dihubungkan lagi.
5. Alat ini hanya melakukan operasi sekuensial input dan output saja, tidak melakukan operasi fungsi *timer*, *counter*, aritmetik data, penyalinan data dan *compare* data serta operasi fungsi lainnya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eko Putra, Agfianto, Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi, Yogyakarta : Penerbit Gava Media, 2003
- [2] Malik, Ibnu, Belajar Mikrokontroler AT89S8252, Yogyakarta : Penerbit Gava Media, 2003
- [3] Malvino, Albert Paul, Elektronika Komputer Digital Pengantar Mikrokomputer, Jakarta : Erlangga, 1988
- [4] Usman, Teknik Antarmuka + Pemrograman Mikrokontroler AT89S52, Yogyakarta : Penerbit Andi, 2008
- [5] CPM 2A Programmable Controller Operation Manual, Omron, Juni 2003
- [6] Zelio Logic 2 Smart Relay User's Guide, Telemecanique, Januari 2004
- [7] Zen Programmable Relay Operation Manual, Omron, Mei 2003

VII. LAMPIRAN GAMBAR ALAT

