

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**



SKRIPSI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULASI
OTOMATISASI PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA
API DAN TRAFFIC LIGHT PADA POSISI BERDEKATAN
DENGAN PENGENDALI UTAMA SMART RELAY
SCHNEIDER (SERI SR3B101BD)**

Oleh :

**RESKY TRI FANDI CP
NIM : 02.17.078**

MARET 2008

STAFF AND PERSONNEL INFORMATION
RECORDS MANAGEMENT DIVISION
1-10-78
CONFIDENTIAL

SECRET

RECORDS MANAGEMENT HAS BEEN
REMOVED FROM THE OFFICE OF THE
DIRECTOR OF THE FBI. THIS OFFICE HAS
BEEN TRANSFERRED TO THE
(100-100000) DIVISION

: end

TO DIRECTOR FBI WASH DC
STAFF-100-100000

CONFIDENTIAL

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULASI OTOMATISASI PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API DAN TRAFFIC LIGHT PADA POSISI BERDEKATAN DENGAN PENGENDALI UTAMA SMART RELAY SCHNEIDER (SERI SR3B101BD)

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Strata Satu (S-1) Konsentrasi Elektronika*

Disusun oleh :

RESKY TRI FANDI CP

NIM : 02.17.078

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir Widodo Pudji Mulyanto, MT
NIP .Y. 1028700171

Ir. Kartiko Ardi Widodo , MT
NIP .Y. 1039700310

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. E. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y. 1039500274

**KONSENTRASI ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Resky Tri Fandi CP
NIM : 02.17.078
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Masa Bimbingan : 17 Juli 2007 s/d 17 Januari 2008
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Simulasi
Otomatisasi Palang Pintu Perlintasan Kereta Api
Dan Traffic Light Pada Posisi Berdekatan Dengan
Pengendali Utama Smart Relay Schneider
(Seri SR3B101BD)

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Senin
Tanggal : 17 Maret 2008
Nilai : 79,75 (B+)

PANITIA UJIAN SKRIPSI



KETUA

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
NIP.Y. 1018100036

SEKRETARIS

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y. 1039500274

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I

(Ir. Teguh Herbasuki, MT)
NIP. Y. 1038900209

PENGUJI II

(I Komang Somawirata, ST,MT)
NIP.P. 103.0100361

RESKY TRI FANDI CP, 02.17.078, 2008, "Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Otomatisasi Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Dan Traffic Light Pada Posisi Berdekatan Dengan Pengendali Utama Smart Relay Schneider (Seri SR3B101BD)". Skripsi Teknik Elektro Srata 1, Konsentrasi Elektronika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing : Ir Widodo Pudji Mulyanto, MT dan Ir. Kartiko Ardi Widodo , MT

Abstrak

Saat ini kendali pintu lintasan kereta api masih dilakukan secara manual oleh seorang petugas jaga pintu lintasan kereta api. Apabila petugas jaga lalai dalam menjalankan tugasnya maka kecelakaan tidak dapat dihindarkan lagi. Dengan dibuatnya alat ini maka diharapkan kecelakaan akibat kelalaian petugas jaga dapat dihindarkan

Sistem ini menggunakan Smart Relay Schneider (Seri SR3B101BD) sebagai basisnya. Alat yang dibuat meliputi perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak. Perencanaan perangkat keras meliputi: rangkaian Sensor rel kereta api, rangkaian driver motor DC, rangkaian traffic light, rangkaian Buzzer, minimum sistem Mikrokontroler AT89C51 digunakan sebagai pengatur traffic light. Perencanaan perangkat lunak berupa Flowchart cara kerja sistem. Palang pintu lintasan kereta api akan menutup dan lampu traffic light menyala merah semua, kemudian apabila palang pintu lintasan kereta api membuka maka traffic light kembali normal ditandai dengan berbunyinya Buzzer secara otomatis apabila mendapat sinyal dari sensor-sensor yang ada.

Dari hasil pengujian rangkaian sensor rel kereta api yang prinsip kerjanya sama dengan switch, maka dapat diketahui bahwa pada saat ada penekanan (ada kereta) saklar akan menutup dan tegangan pada P1.0 adalah 0,00 Volt, sebaliknya pada saat kondisi tidak ada penekanan (tidak ada kereta) maka saklar akan terbuka dan tegangannya adalah 23,8 Volt. Pada rangkaian driver motor DC rangkaian driver motor tersebut dapat membuka dan menutup palang pintu lintasan kereta api dengan baik. Rangkaian traffic light juga dapat bekerja dengan baik. Ini dibuktikan dengan kecilnya prosentase error. Error pada rangkaian traffic light yaitu sebesar 1,98 %. Dari hasil pengujian seluruh rangkaian maka alat ini dapat bekerja sesuai dengan perencanaan.

Kata Kunci : Smart relay zelio schneider SR3B101BD, Mikrokontroler AT89C51, Motor DC, Sensor rel kereta api, Traffic light

KATA PENGANTAR

Atas Berkah Rahmat Allah Yang Maha Kuasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULASI OTOMATISASI
PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API DAN TRAFFIC LIGHT
PADA POSISI BERDEKATAN DENGAN PENGENDALI UTAMA SMART
RELAY SCHNEIDER (SERI SR3B101BD)**

Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan Skripsi ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusun mengikuti kuliah.

Atas terselesaikannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Prof.Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- Bapak Ir.F.Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S1.

- Bapak Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
- Bapak Ir. Kartiko Ardi Widodo , MT. selaku Dosen Pembimbing II ang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
- Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S1.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan Skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1. Smart Relay Zelio SR3B101BD5
2.1.1. LCD Pada Smart Relay	8
2.2. Mikrokontroler AT89S82529
2.2.1. Pendahuluan9

2.2.2. Perangkat keras Mikrokontroler AT89C51.....	10
2.2.3. Konfigurasi pene-pena Mikrokontroler AT89C51	12
2.2.4. Organisasi Memory	15
2.2.5. SFR (Special Function Register).....	16
2.2.6. Sistem Interupsi.....	18
2.3. Relay	21
2.4. Motor DC	23
2.4.1. Cara Kerja Motor DC.....	25
2.4.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC	27
2.5. LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	27
2.6. Push Button	28
2.7. Buzzer	28

BAB III. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Perencanaan Perangkat Keras	29
3.1.1. Perancangan PLC Zelio SR3B101BD	32
3.1.1. Detektor Rel Kereta Api.....	33
3.1.2. Minimum Sistem AT89C51	35
3.1.3. Rangkaian <i>Traffic Light</i>	36
3.1.4. Rangkaian Driver Motor DC.....	38
3.1.5. Rangkaian Driver <i>Buzzer</i>	39
3.2. Perancangan Perangkat Lunak	40
3.2.1. Diagram Alir Mikrokontroler.....	41
3.2.2. Diagram alir Smart Relay Serta Keseluruhan	42

BAB IV. PENGUJIAN ALAT.....	43
4.1. Pengujian Alat Setiap Blok.....	43
4.1.1. Pengujian Detektor Rel Kereta Api	43
4.1.2. Pengujian Driver Motor	45
4.1.3. Pengujian Traffic Light.....	47
4.1.4. Pengujian PLC.	54
4.2. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	57
4.3. Spesifikasi alat	58
BAB V. PENUTUP.....	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Blok Diagram Prinsip kerja PLC	6
2.2 PLC Zelio SR3B101BD.....	7
2.3 Tampilan I/O LCD	8
2.4 PLC Zelio SR3B101BD.....	8
2.5 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C51	11
2.6 Konfigurasi Pena-Pena AT89C51	12
2.7 Osilator Eksternal AT89C51	15
2.8 Cara kerja Relay	21
2.9 Relay SPST	22
2.10 Relay SPDT	22
2.11 Relay DPDT	23
2.12 Garis-garis Medan Magnet di Sekitar Arus listrik pada Kawat Lurus..	23
2.13 Kaidah tangan Kanan	24
2.14 Cara Kerja Motor DC.....	25
2.15 Sebuah Motor DC	26
2.16 Pengendalian Arah Putaran Motor DC	27
2.17 Simbol Limit Switch	28
2.18 Bentuk Fisik <i>Buzzer</i>	28
3.1 Diagram Blok Sistem Pengendali Palang Pintu Lintasan Kereta Api dan traffic light.....	30

3.2 Tata Letak Sistem Pengendali Palang Pintu Lintasan Kereta Api dan traffic light.....	31
3.3 PLC Zelio SR3B101BD.....	33.
3.4 Celah Sambungan Rel Kereta Api	34
3.5 Potongan Rel Kereta Api Tampak dari Depan dan Tampak dari Samping	34
3.6 Sambungan Rel Kereta Api Setelah Dimodifikasi.....	34
3.7 Rangkaian Detektor.....	35
3.8 Rangkaian Minimum Sistem AT89S8252	36
3.9 Rangkaian <i>Traffic Light</i>	37
3.10 Rangkaian <i>Driver Motor DC</i>	38
3.11 Rangkaian <i>Driver Buzzer</i>	39
3.12 Flowchart sistem Mikrokontroler.....	41
3.13 Flowchart Sistem Pada Smart Relay Serta Keseluruhan	42
4.1 Pengujian Detektor Rel Kereta Api.....	44
4.2 Pengujian Rangkaian <i>Driver Motor</i>	46
4.3 Pengujian <i>Traffic Light</i>	48
4.4 Kabel USB	54
4.5 Skematik Program FBD.....	55
4.6 Jarak Sensor	56
4.7 Simulasi Alat.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Konfigurasi Port 3 Atmel 89C51	13
2.2 Special Funtion Register	16
2.3 Prioritas Interupsi	19
2.4 Alamat Sumber Interupsi	20
3.1 Pola Pengaturan Nyala Lampu Traffic Light	37
4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Tombol Start.....	44
4.2 Hasil Pengukuran Rangkaian Driver Motor.....	46
4.3 Pola Pengaturan Nyala Lampu Traffic Light	51
4.4 Hasil Pengujian Traffic Light.....	53
4.5 Pengujian Pembacaan Input / Output Pada Smart Relay	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Lampiran 1
 - Formulir –Formulir Skripsi
2. Lampiran 2
 - Gambar Rangkaian
3. Lampiran 3
 - Listing Program Mikrokontoler
4. Lampiran 4
 - Program FBD
5. Lampiran 5
 - Data Sheet Mikrokontroller AT89C51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini, seiring dengan perkembangan zaman yang terjadi manusia semakin berlomba-lomba dalam menciptakan alat dan mesin yang dapat membantu mereka dalam meringankan pekerjaan yang sedang dihadapi. Hal ini yang juga menyebabkan terciptanya beberapa peralatan canggih.

Otomatisasi ini membuat setiap orang bisa mudah mengoperasikannya, karena hanya dengan menekan salah satu tombol saja peralatan itu akan langsung bekerja. Sehingga operator tinggal mengawasi dan menunggu saja kinerja dari alat tersebut. Biasanya dalam aplikasinya, proses otomatisasi tersebut selalu didukung dengan apa yang disebut *System Kontrol*.

Dalam hal pengaturan lalu lintas, teknologi elektronika belum terlalu banyak digunakan. Hal ini dapat kita lihat pada lintasan kereta api khususnya di daerah perempatan jalan raya. Pada perempatan jalan raya yang dilintasi kereta api sering kali kita lihat adanya kemacetan-kemacetan lalu lintas yang disebabkan kurang teraturnya penataan dari lintasan kereta api tersebut. Selain itu pada lintasan-lintasan kereta api juga sering kali terjadi kecelakaan yang diakibatkan kurang efisiennya penggunaan palang pintu kereta api.

Berdasarkan realita tersebut dan untuk mengatasi kondisi di atas, dalam tugas akhir ini akan dirancang palang pintu kereta api secara otomatis dengan traffic light dengan yang menggunakan Smart relay zelio schneider SR3B101BD sebagai pengendali utama dan mikrokontroler AT89C51 sebagai pengendali

Traffic light. Dalam laporan akhir ini digunakan sambungan rel kereta api sebagai sensor untuk mendeteksi adanya kereta api yang lewat.

Keunggulan lain dari Smart Relay jika dibandingkan dengan jenis alat control lain adalah dapat digunakanya pada keadaan yang panas, dingin, getaran tinggi, karena Smart Relay didesain berdasarkan fungsi logic dari *electromechanical relay*. Sehingga sangat efektif digunakan pada perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan yang memiliki tingkat noise yang cukup besar.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada latar belakang pendahuluan dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem kontrol Smart Relay.
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan Smart relay dan mikrokontroler untuk mengontrol sistem otomatisasi palang pintu perlintasan kereta api.
3. Bagaimana sistem kontrol otomatis palang pintu perlintasan kereta api.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah membuat dan merancang Alat Otomatisasi Palang Pintu Pada Perlintasan Kerata Api dan traffic light sehingga dapat mengurangi angka kecelakaan yang disebabkan karena kelalaian petugas penjaga pintu kereta api.

1.4. Batasan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah dalam pembahasannya, yaitu :

1. Tipe Smart Relay yang digunakan adalah Smart Relay Zelio Scheider SR3B101BD
2. Peralatan yang dibuat merupakan miniatur dan penekanannya pada system kerja PLC di dalam pengendalian otomatisasi palang pintu kereta api.
3. Motor yang digunakan adalah motor DC untuk buka tutup pintu perlintasan kereta api.
4. Tidak mengatur dan membahas masalah pengaturan lalu lintas kereta api.
5. Sebagai pengendali Traffic light menggunakan mikrokontroler AT89C51
6. LED digunakan sebagai simulasi lampu Traffic Light

1.5. Metodologi

Metode yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Study Literature

Dengan mempelajari teori serta aplikasi dari mikrokontroler AT89S8252 sebagai pengolah data.

2. Field Research

Melakukan percobaan dan membandingkan data hasil percobaan dengan kondisi sebenarnya di lapangan yang merupakan data primer sebagai pembuktian kebenaran dari data sekunder hasil studi literatur.

3. Merancang dan membuat perangkat keras dan perangkat lunaknya.

4. Uji coba terhadap alat yang telah dibuat.
5. Menyusun laporan skripsi.

1.6. Sistematika

Sistematika dari penyusunan laporan skripsi ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang belakang, rumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, metodologi penulisan, serta sistematika penyusunan dan pembuatan alat.

BAB II TEORI PENUNJANG

Berisi tentang teori – teori dasar yang memiliki relevansi sebagai dasar perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

Berisi tentang perencanaan hardware dan software.

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Berisi tentang data hasil pengujian peralatan yang telah dibuat secara keseluruhan.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari skripsi ini

BAB II

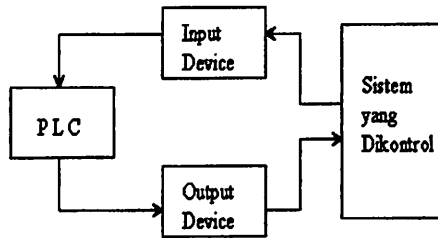
DASAR TEORI

2.1 SMART RELAY ZELIO SR3B101BD

Smart Relay adalah “Suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital, memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus, seperti logik, squencing, timing, counting, dan aritmatika untuk mengontrol berbagai jenis mesin atau proses melalui analog atau digital input/output modules”.

Pada dasarnya "Programmable Logic Controller" atau PLC merupakan peralatan mikroprosesor serbaguna yang dirancang khusus untuk bisa bekerja di lingkungan industri yang cukup berat dan kasar, seperti kelembaban udara yang tinggi antara 0% sampai 90% serta di lingkungan yang berdebu dan tingkat polusinya tinggi. Sistem kontrol untuk industri yang menggunakan PLC mampu mengontrol mesin-mesin atau proses dengan daya guna dan ketelitian yang tidak tertandingi oleh sistem kontrol konvensional yang menggunakan relay elektromekanis.

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan input luar atau "Input Device", seperti yang dijelaskan pada gambar 3. Peralatan input dapat berupa sakelar, tombol, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan input ini berupa sinyal-sinyal analog atau sinyal-sinyal digital. Kemudian, oleh unit pemroses pusat atau "Central Processing Unit" (CPU) yang ada didalam PLC ditetapkan di dalam ingatan memorinya.



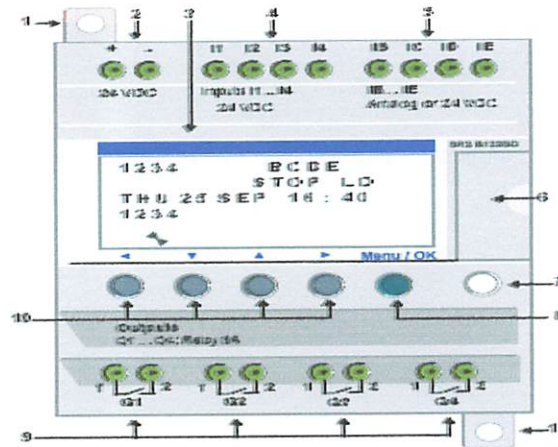
Gambar 2.1. Diagram blok prinsip kerja PLC

Sumber : Omron, *A Beginners Guide to PLC*

Selanjutnya, CPU akan mengambil keputusan-keputusan tersebut akan dipindahkan ke modul output. Untuk input sinyal-sinyal digital, oleh modul akan diubah menjadi output sinyal-sinyal analog. Sinyal-sinyal analog inilah yang nantinya akan menggerakkan peralatan output atau "Output Device" yang dapat berupa kontaktor-kontaktur ataupun relay-relay. "Output Device" inilah yang nantinya akan mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

PLC Zelio disebut juga smart relay karena ukurannya kecil dan jumlah input dan outputnya sedikit yang disesuaikan dengan kebutuhan, jadi tidak banyak terbuang. Tetapi jumlah input dan outputnya bisa ditambahkan lagi. Secara umum konfigurasi yang dimiliki PLC Zelio SR3B101BD adalah sebagai berikut :

- dilengkapi dengan LCD
- Panel-panel
- Pengatur waktu,
- 6 inputan(4 input analog dan 2 input digital),
- 4 output transistor relay,



Gambar 2.2. PLC Zelio SR3B101BD

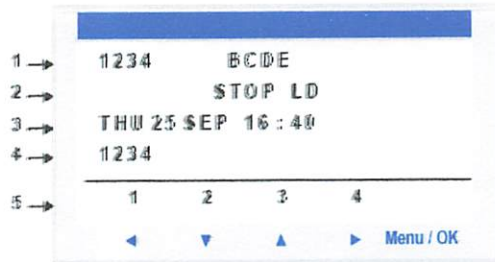
Sumber : Catalogue smart relay zelio logic

Uraian pada panel depan smart relay

1.	Sekrup dapat ditarik kembali, digunakan untuk menahan pada landasan.
2.	wer supply (24 volt).
3.	LCD memperlihatkan 4 garis, 18 karakter.
4.	Input digital.
5.	Input analog.
6.	Kabel penghubung PC.
7.	Tombol shift.
8.	Tombol menu/ok untuk pemilihan atau konfirmasi.
9.	Output transistor relay
10.	Tombol navigasi

2.1.1. LCD Pada Smart Relay

Penjabaran dari LCD. Ilustrasi berikut ini menampilkan sebuah contoh dari tampilan LCD saat menampilkan layar input-output

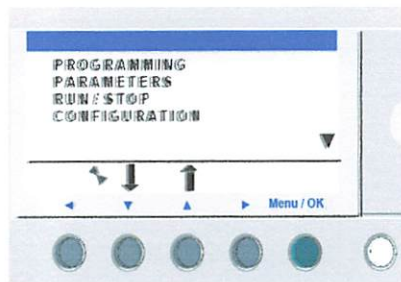


Gambar 2.3. Tampilan I/O LCD

Sumber : Catalogue smart relay zelio logic

1.	Tampilan status input (B...E menampilkan kembali input analog, juga dapat digunakan sebagai DISCR).
2.	Tampilan dari mode operasi RUN/STOP dan mode program (LD/FBD).
3.	Tampilan dari tanggal (hari dan waktu untuk produk dengan jam).
4.	Tampilan status output.
5.	Termasuk menu-menu/saklar/indikasi mode operasi.

2.1.2. Tombol kontrol pada panel depan di smart relay



Gambar 2.4 Tampilan Panel Depan

Sumber : Catalogue smart relay zelio logic

- Tombol shift berwarna putih berfungsi untuk kembali ke menu
- Tombol Menu/OK berwarna hijau digunakan untuk semua menu seperti menu, sub menu, program, parameter
- Tombol Zx berwarna abu-abu dari kiri Z1 sampai Z4 berfungsi sesuai arah panahnya

2.2. Mikrokontroler AT89C51

2.2.1. Pendahuluan

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki CPU juga dilengkapi memori dan input output yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*Singgel Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Mikrokontroler AT89C51 adalah mikrokontroler ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS – 51, membutuhkan daya rendah, memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi 4Kbyte EEPROM (*Electrical Erasable and Programmable Read Only Memory*) dan 128 Byte RAM internal. Program memori yang dapat diprogram ulang dalam sistem atau menggunakan programmer Nonvolalite Memory konvensional.

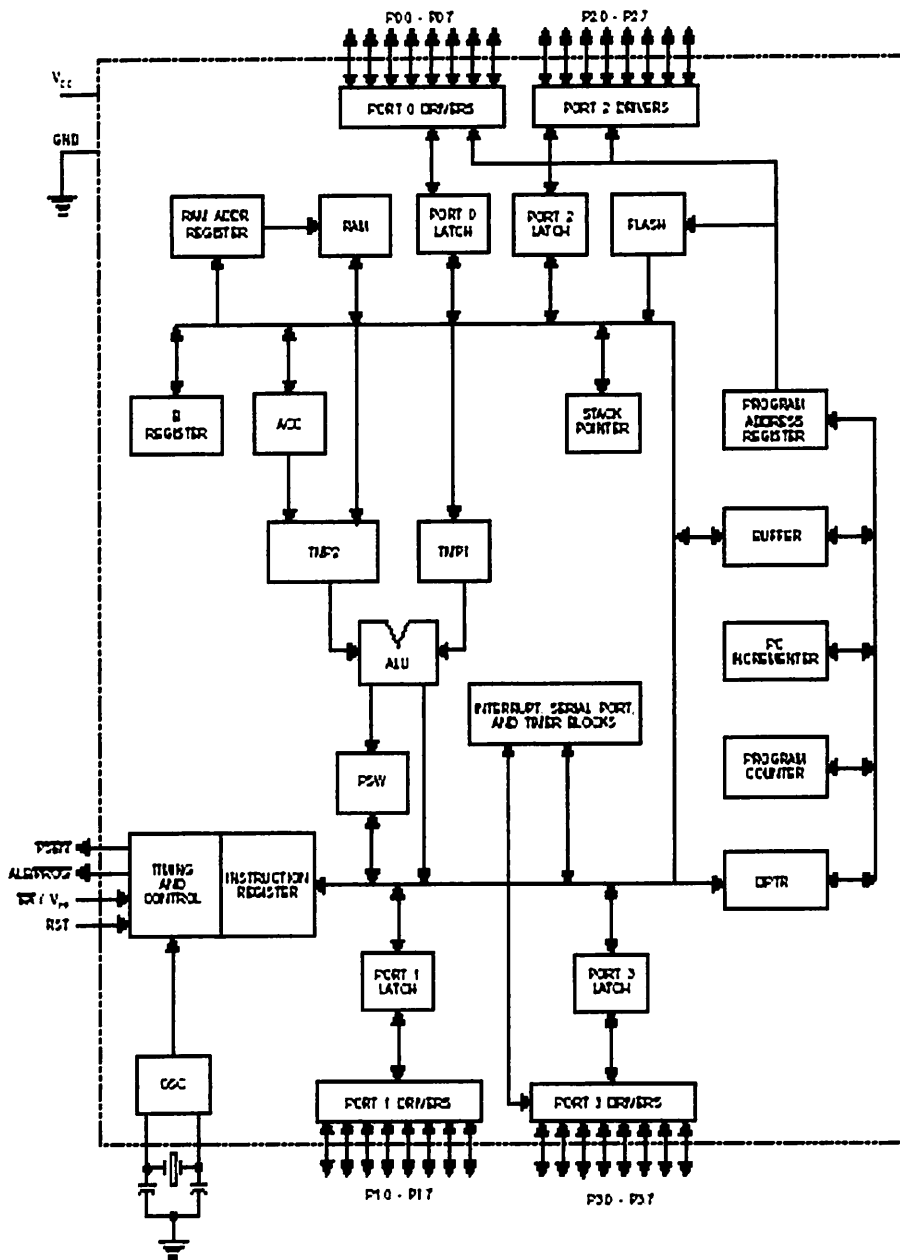
Dalam sistem mikrokontroler terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.

2.2.2. Perangkat keras mikrokontroler AT89C51

Secara umum Mikrokontroler AT89C51 memiliki :

- ❖ CPU 8 bit termasuk keluarga MCS-51
- ❖ 4 Kb Flash memory
- ❖ 128 byte Internal RAM
- ❖ 4 buah Port I/O, masing – masing terdiri atas 8 jalur I/O
- ❖ 2 Timer/ counter 16 bit
- ❖ 1 Serial Port Full Duplex
- ❖ kecepatan pelaksanaan intruksi per siklus 1 us pada frekuensi clock 12 Mhz

Dengan keistimewaan diatas pembuatan alat menggunakan AT89C51 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak. Adapun Blok Diagram dari Mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut:

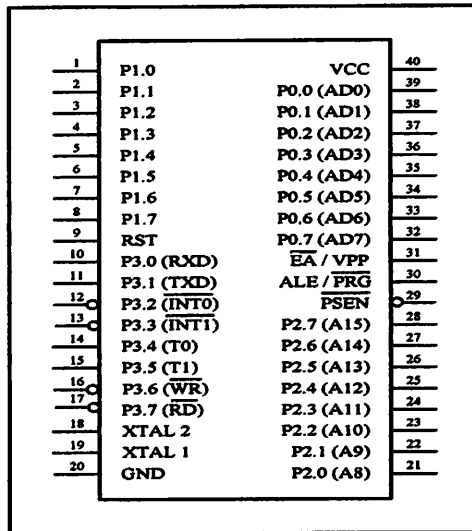


Gambar 2-5 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C51

Sumber: Data Sheet Atmel AT 89C51

2.2.3. Konfigurasi Pena-Pena Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 2-6 Konfigurasi Pena-Pena AT89C51

Sumber : Data Sheet Atmel AT 89C51

Fungsi tiap pin-nya adalah sebagai berikut :

- ❖ VCC (Supply tegangan), pin 40
- ❖ GND (Ground), pin 20
- ❖ Port 0, pin 32 – 39

Merupakan port input-output dua arah, port ini digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah (A0 – A7) dan data selama pengaksesan program memory dan data memory eksternal

- ❖ Port 1, pin 1 – 8

Merupakan port input-output dua arah dengan internal pull-up

❖ Port 2, *pin 21 - 28*

Merupakan port input-output dengan internal pull-up. Mengeluarkan alamat tinggi selama pengambilan program memory external.

❖ Port 3, *pin 10 – 17*

Merupakan port input-output dengan internal pull-up, dimana Port 3 juga memiliki fungsi khusus dan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2-1 Fungsi Khusus Pada Port 3

Sumber : Data Sheet Atmel AT89C51

Nama Penyemat	Fungsi Khusus
Port 3.0	RxD (Port masukan serial)
Port 3.1	TxD (Port keluaran Serial)
Port 3.2	/INT0 (Masukan Interupsi Eksternal 0)
Port 3.3	/INT1 (Masukan Interupsi Eksternal 1)
Port 3.4	T0 (masukan pewaktu eksternal 0)
Port 3.5	T1 (masukan pewaktu eksternal 1)
Port 3.6	/WR (sinyal tulis memori data eksternal)
Port 3.7	/RD (sinyal baca memori data eksternal)

❖ RST (Reset), *pin 9*

Input Reset merupakan reset master untuk AT89C51.

❖ ALE / Prog (Address Latch Enable), *pin 30*

Digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan intruksi.

❖ PSEN (Program Strobe Enable), *pin 29*

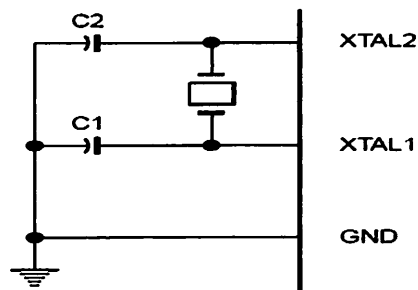
Merupakan sinyal pengontrol yang memperbolehkan program memori eksternal masuk kedalam bus.

❖ EA / VPP (External Access), *pin 31*

Dapat diberikan logika rendah (Ground) atau logika tinggi (+5V). Jika diberikan logika tinggi maka mikrokontroler akan mengakses program dari ROM internal (EEPROM/Flash Memori), dan jika diberikan logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses program dari memori eksternal.

❖ X-TAL 1 dan X-TAL 2, *pin 19, 18*

Pin ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan masukan ke rangkaian osilator internal sedangkan X-TAL 2 keluaran dari rangkaian osilator internal. Untuk keperluan ini diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30pF. Dan nilai dari X-TAL tersebut antara 4 – 24 Mhz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar pemasangan X-TAL serta kapasitor yang digunakannya.



Gambar 2-7 Osilator Eksternal AT89C51

Sumber : Data Sheet Atmel AT89C51

2.2.4. Organisasi Memory

Organisasi memori pada mikrokontroler AT89C51 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan oleh mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat yang sedang diolah mikrokontroler.

mikrokontroler disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroler AT89C51 dilengkapi dengan ROM internal, sehingga untuk menyimpan program tidak digunakan ROM eksternal yang terpisah dari mikrokontroler. Agar tidak menggunakan memori program eksternal, penyemat/EA dihubungkan dengan Vcc (logika 1).

Memori program mikrokontroler menggunakan alamat 16 bit mulai 0000_H-0FFF_H , sehingga kapasitas penyimpanan program maksimal adalah 4Kb.

Sinyal /PSEN (*Program Store Enable*) tidak digunakan jika digunakan memori program internal.

Selain program, mikrokontroler AT89C51 juga memiliki data internal 128 *byte* dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kb. Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat *register* yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal /RD sedangkan untuk menulis digunakan sinyal /WR.[1]

2.2.5. SFR (Special Function Register)

Register Fungsi Khusus (Special Function Register) terletak pada 128 byte bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch port, timer, program status words, control peripheral dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2-2

Tabel 2-2 Special Function Register

Sumber : Bereksperimen Dengan Mikrokontroller 8031

Simbol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	E0 _H
B	Register B	F0 _H
PSW	Program Status Word	D0 _H
SP	Stack Pointer	81 _H

DPTR	Data Pointer 2 Byte	
DPL	Bit rendah	82 _H
DPH	Bit Tinggi	83 _H
P0	Port 0	80 _H
P1	Port 1	90 _H
P2	Port 2	A0 _H
P3	Port 3	B0 _H
IP	Interupt Periority Control	D8 _H
IE	Interupt Enable Control	A8 _H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89 _H
TCON	Timer/Counter Control	88 _H
TH0	Timer/Counter 0 High Control	8A _H
TL0	Timer/Counter 0 Low Control	8B _H
TH1	Timer/Counter 1 High Control	8C _H
TL1	Timer/Counter 1 Low Control	8D _H
SCON	Serial Control	98 _H
SBUF	Serial Data Buffer	99 _H
PCON	Power Control	87 _H

Beberapa macam register fungsi khusus yang sering digunakan adalah sebagai berikut ini :

- ◆ *Accumulator* (ACC) merupakan register untuk penambahan dan pengurangan. Perintah *mnemonic* untuk mengakses akumulator disederhanakan sebagai A.
- ◆ *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.
- ◆ *Stack Pointer* (SP) merupakan register 8 bit yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal.
- ◆ *Data Pointer* (DPTR) terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (*Data Pointer High*, DPH) dan byte rendah (*Data Pointer Low*, DPL) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit.
- ◆ *Port 0* sampai *Port 3* merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, 3. Masing-masing register ini dapat dialamati per-port maupun per-bit.
- ◆ *Control Register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol pelayanan timer/counter terdapat register khusus, yaitu register TCON (*timer/counter control*) serta pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial Port Control*).

2.2.6. Sistem Interupsi

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 5 buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan interupsi, yaitu INT0, INT1, T1, T2 dan Port Serial.

dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan, permintaan interupsi dengan prioritas tertinggi yang akan dilayani. Jika permintaan interupsi dengan prioritas yang sama diterima bersamaan, akan dilakukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani. Bit-bit pada IP adalah sebagai berikut:

Tabel 2-3 Prioritas Interupsi

Sumber : Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT8C51

Prioritas	Jenis Interupsi
1	Interupsi Eksternal 0
2	Interupsi Timer 0
3	Interupsi Eksternal 1
4	Interupsi Timer 1
5	Interupsi Serial

IP.7	IP.6	IP.5	IP.4	IP.3	IP.2	IP.1	IP.0
-	-	-	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

Priority bit = 1 menandakan prioritas tinggi

Priority bit = 0 menandakan prioritas rendah

Simbol	Posisi	Fungsi
–	IP.7	Kosong
–	IP.6	Kosong
–	IP.5	Kosong
PS	IP.4	Bit prioritas interupsi port serial
PT1	IP.3	Bit prioritas interupsi Timer 1
PX1	IP.2	Bit prioritas interupsi $\overline{INT1}$
PT0	IP.1	Bit prioritas interupsi Timer 0
PX0	IP.0	Bit prioritas interupsi $\overline{INT0}$

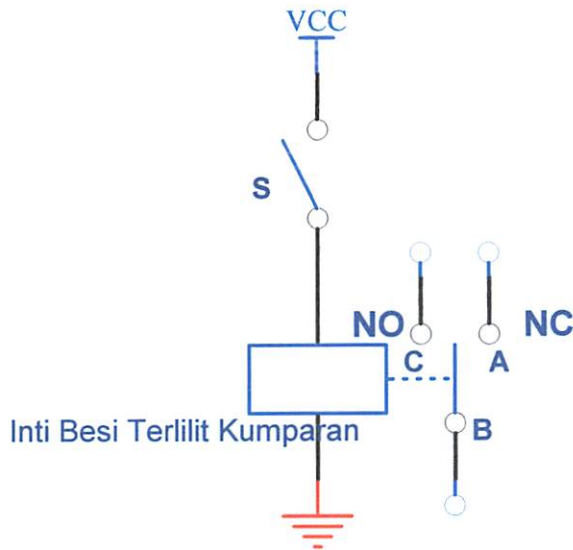
Tabel 2-4 Alamat Sumber Interupsi

Sumber : Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT8C51

Sumber interupsi	Alamat Awal
Interupt Luar 0 (INT 0)	0003 _H
Pewaktu / pencacah 0 (T0)	000B _H
Interupt Luar 1 (INT 1)	0013 _H
Pewaktu / pencacah 1 (T1)	001B _H
Port Serial	0023 _H

2.3. Relay

Relay adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah besi lunak. Pada gambar 2-14 Jika kumparan dialiri arus listrik maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kotak AB terhubung dan BC terputus. *Relay* merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memerlukan kontak antara komponen yang satu dengan yang lain.



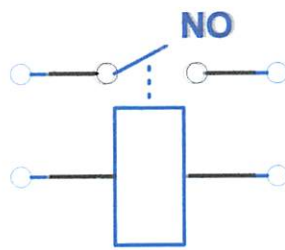
Gambar 2-8. Cara Kerja Relay

Sumber : *Elektronika dalam Industri*

Dalam memutus atau menghubungkan kontak digerakkan oleh fluksi yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi lunak. Ada beberapa macam *relay*, antara lain:

1. SPST (*Single Pin Single Terminal*)

Simbol *Relay SPST*

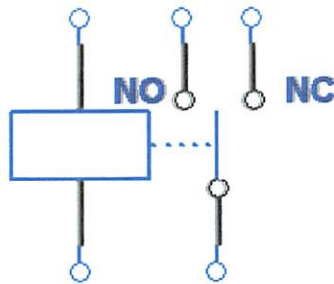


Gambar 2-9. *Relay SPST*

Sumber : *Elektronika dalam Industri*

2. *SPDT (Single Pin Dual Terminal)*

Simbol *Relay SPDT*

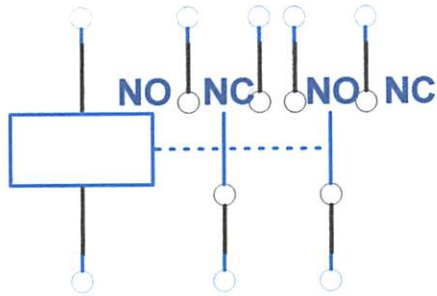


Gambar 2-10. *Relay SPDT*

Sumber : *Elektronika dalam Industri*

3. *DPDT (Dual Pin Dual Terminal)*

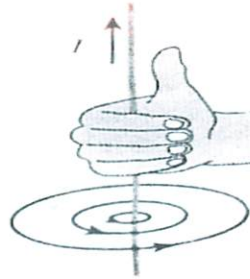
Simbol Relay DPDT



Gambar 2-11. Relay DPDT

Sumber : *Elektronika dalam Industri*

2.4. Motor DC



Gambar 2-12. Garis-Garis Medan Magnet disekitar Arus Listrik

Pada Kawat Lurus

Sumber : *Fisika*

Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan. Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2-12.

Kaidah tangan kanan untuk motor menunjukkan arah arus yang mengalir didalam sebuah konduktor yang berada dalam medan magnet. Jari tengah menunjukkan arah arus yang mengalir pada konduktor, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet dan ibu jari menunjukkan arah gaya putar. Adapun besarnya gaya yang bekerja pada konduktor tersebut dapat dirumuskan dengan :

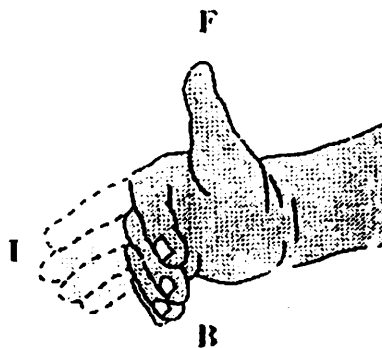
$$F = B.I.L \sin \theta \quad (\text{Newton})\dots\dots\dots(2-18)$$

Dimana : B = kerapatan fluks magnet (weber)

L = panjang konduktor (meter)

I = arus listrik (ampere)

Sin θ = sudut antara antara arus dengan garis-garis medan

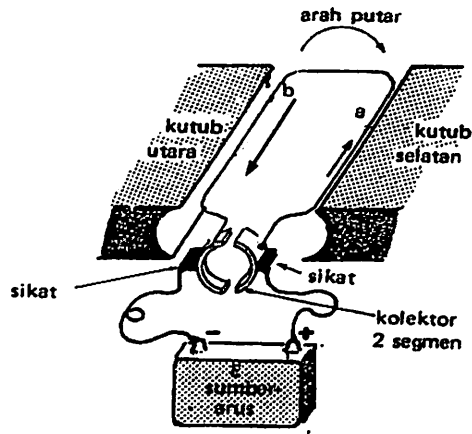


Gambar 2-13. Kaidah Tangan Kanan

Sumber : Fisika

2.4.1. Cara Kerja Motor DC

Adapun cara kerja motor DC dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



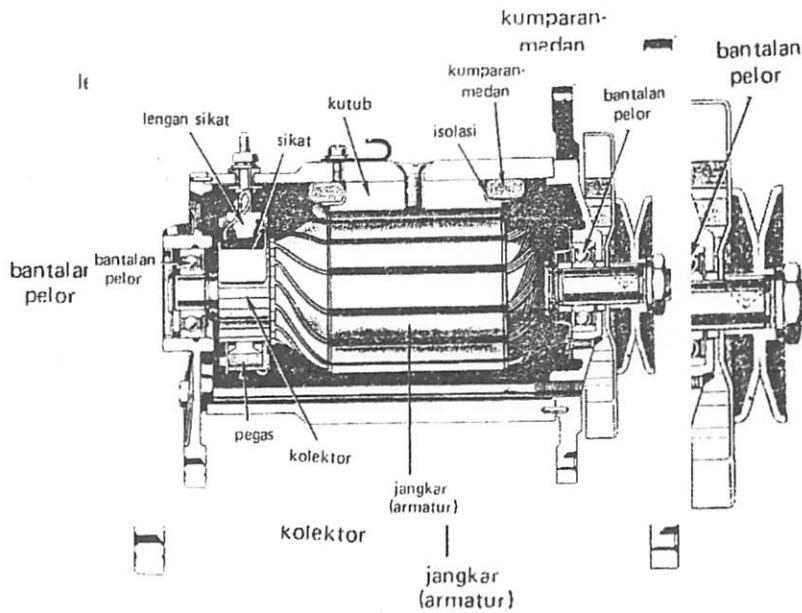
Gambar 2-14. Dasar Kontruksi Motor DC

Sumber : Elektronika dalam Industri

Ada satu lilit kawat a – b berada di dalam medan magnet. Lilitan ini dapat berputar dengan bebas, lilitan ini biasa disebut dengan jangkar (*armour*).

Pada jangkar dimasukkan arus yang berasal dari sumber (baterai) E. Koneksi baterai dengan jangkar melalui sikat-sikat. Sikat-sikat ini terpasang pada sebuah cincin yang terbelah dua, yang disebut kolektir. Adapun tujuan dari kontruksi ini adalah agar lilitan kawat dapat berputar apabila ada arus listrik yang melewatinya.

Pada kawat yang berada di kanan arus mengalir dari depan ke belakang dalam kawat yang di kiri, arus mengalir dari belakang ke depan kawat a dan b secara berganti-gantian berada di kiri dan kanan. Karena itu arah arus di a dan arah arus di b selalu membolak balik. Pembalikan arah arus itu terjadi pada saat lilitan kawat melintasi posisi vertikal.



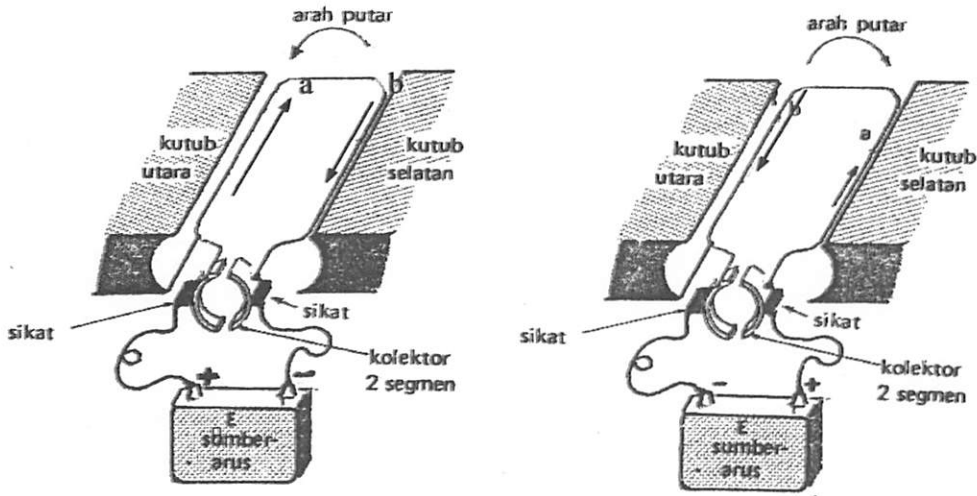
Gambar 2-15. Sebuah Motor DC

Sumber : *Elektronika dalam Industri*

Disini kolektor berfungsi bagaikan penyearah mekanik. Flux magnet yang ditimbulkan magnet permanen disebut medan magnetnya motor. Dalam gambar arah fluk magnetik adalah dari kiri ke kanan. Adapun gaya yang bekerja pada penghantar b adalah ke atas, sementara gaya yang bekerja pada penghantar a adalah ke bawah . Gaya-gaya yang bekerja sama kuatnya, jadi ada kopel yang bekerja pada kawat sehingga lilitan pun dapat berputar. Setelah berputar 90° arah

arus berbalik, pada saat itu penghantar a dan penghantar b bertukar tempat. Akibatnya arah gerak putaran tidak berubah.

2.4.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC



Gambar 2-16. Arah Putaran Motor DC

Sumber : *Elektronika dalam Industri*

Dari gambar 2-16 diatas, agar arah putaran motor dc berubah, maka polaritas tegangan pada baterai harus dibalik

2.5 LED (*Light Emitting Dioda*)

LED adalah suatu jenis dioda yang apabila diberi tegangan maju , arus majunya akan membangkitkan cahaya pada pertemuan PN-nya. Dioda-dioda yang digunakan terbuat dari bahan Galium (Ga), Arsen (As), dan Fosfor (P) atau disingkat GaAsP.

Tegangan maju antara anoda-katoda berkisar antara 1,5 – 2V, sedang arus majunya antara 5 – 20mA.

2.6. Push Button Switch

Pada dasarnya *push button switch* mempunyai dua kondisi *normally open* dan *normally close* dan bekerja sebagai saklar pada umumnya. *Push button* dengan kondisi *normally open* berarti jika tidak dalam kondisi ditekan maka keadaan akan *off* (terputus), dan *push button* dengan kondisi *normally close* berarti jika tidak dalam kondisi ditekan maka keadaan akan *on* (terhubung) adapun simbol dari *push button switch* dengan kondisi *normally open* dan *normally close* terlihat pada gambar 2.13 berikut ini.



a. *normally open*



b. *normally close*

Gambar 2.18 Simbol *Push Button Switch*

Sumber : *Protel 99 SE*

2.7. Buzzer

Buzzer akan aktif apabila sensor aktif dan akan mengeluarkan isyarat berupa bunyi sebagai tanda apabila ada kereta api yang melintas. Gambar fisik dari buzzer adalah sebagai berikut :



Gambar 2.19 Bentuk fisik Buzzer

Sumber : *Data Sheet Atmel AT89C51*

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

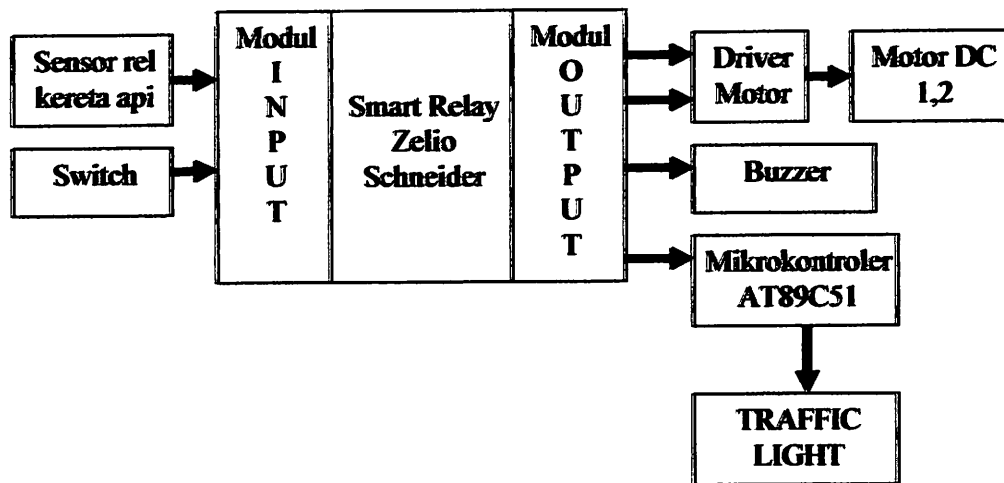
Pada bab ini akan dibahas mengenai peralatan yang direncanakan dan akan direalisasikan sebagaimana fungsinya. Adapun perencanaan dan pembuatan alat meliputi : perencanaan dan pembuatan perangkat keras serta perencanaan dan pembuatan perangkat lunak secara garis besarnya.

3.1. Perencanaan Perangkat Keras

Pembuatan pengontrol elektronik sistem pengendali palang pintu lintasan kereta api ini hanya dalam bentuk simulasi, dengan perencanaan dan prinsip kerja yang sesuai dengan peralatan yang sebenarnya.

Otomatisasi yang diterapkan dalam perencanaan alat ini yaitu mengubah sistem atau prosedur lama yang telah ada, tidak menggunakan jalur komunikasi stasiun-pos lintasan dan tanpa keberadaan penjaga lintasan.

Komponen utama perangkat ini adalah Smart Relay Schneider tipe SR3B101BD yang berfungsi sebagai unit pengendali otomatisasi pada palang pintu lintasan kereta api. Serta Mikrokontroler AT89C51 sebagai pengendali lampu lampu lalu lintas. Berikut adalah diagram blok sistem pengendali palang pintu lintasan kereta api dan *traffic light*.

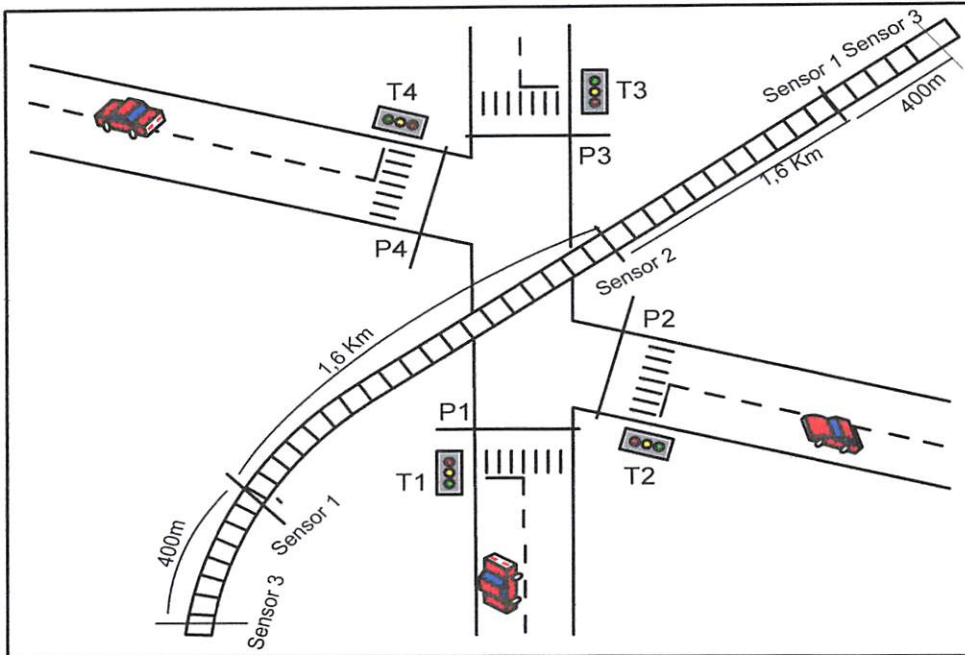


Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Pengendali Palang Pintu Lintasan Kereta Api dan Traffic light

Adapun cara kerja dari diagram blok di atas adalah sebagai berikut :

1. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi kedatangan kereta api menggunakan celah sambungan rel kereta api yang telah dimodifikasi sehingga sensor ini bekerja seperti *switch*.
2. *Switch* / tombol berfungsi sebagai pengganti sinyal apabila ada kereta api yang akan berhenti di stasiun dan sebelum melanjutkan perjalanannya.
3. Smart Relay Schneider SR3B101BD berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang berasal dari sensor dan *switch*.
4. *Traffic light* untuk mengatur jalur lalulintas yang ada pada perempatan jalan. Kerja dari *traffic light* ini diatur oleh mikrokontroler berdasarkan input dari sensor.

5. Buzzer berfungsi sebagai bunyi peringatan apabila ada kereta melintas. Buzzer akan aktif bila ada kereta api yang sedang melintas.



Gambar 3.2. Tata Letak Sistem Pengendalian Palang Pintu Lintasan Kereta Api dan Traffic Light

Keterangan :

1. Sensor 1, 2 dan 3, sebagai indikator kedatangan kereta api dengan menggunakan celah pembatas sambungan rel kereta api yang telah dimodifikasi sehingga ujung-ujungnya tidak terhubung. Prinsip kerja sensor ini sama dengan *switch*, sehingga sensor ini aktif jika tersentuh atau terhubung oleh roda kereta api yang terbuat dari besi.

Untuk jarak sensor 1 dan sensor 3 adalah tidak dalam batasan panjang kereta api maka diambil jarak 400 m sedangkan sensor 1 dan 2 ditentukan dengan memperhitungkan kecepatan maksimal kereta api dan waktu yang dibutuhkan untuk menutup palang pintu lintasan kereta api. Dengan memperkirakan kecepatan kereta maksimal 100 km/jam dan waktu yang dibutuhkan untuk menutup palang pintu lintasan kereta api kurang lebih 60 detik, maka dapat diketahui jarak sensor 1 dan 2 adalah :

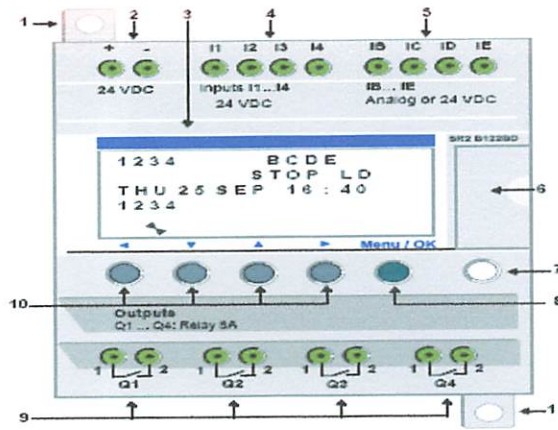
$$\begin{aligned} S &= v \cdot t \\ &= 100 \text{ km/jam} \times (60/3600) \text{ jam} \\ &= 1,66 \text{ km} \end{aligned}$$

2. T1,T2,T3,T4 adalah *Traffic light* yang berfungsi sebagai pengatur jalur lalulintas yang letaknya berada pada perempatan jalan raya. *Traffic light* ini bekerja secara normal, namun apabila ada kereta api yang akan melintas maka semua *traffic light* akan menyala merah . Kemudian apabila kereta api telah lewat maka *traffic light* akan kembali normal dengan mengambil data terakhir sebelum semua *traffic light* menyala merah.
3. P1,P2, adalah motor penggerak palang pintu lintasan kereta api yang aktif apabila ada kereta api yang akan melintas.

3.1.1. Perancangan PLC Zelio SR3B101BD

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan input luar atau "Input Device". Peralatan input dapat berupa sakelar, tombol, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan input ini berupa sinyal-sinyal analog atau sinyal-sinyal digital. Kemudian, oleh unit

ditetapkan di dalam ingatan memorinya yang sebelumnya sudah diprogram dengan program FBD dalam komputer.



Gambar 3.1. PLC Zelio SR3B101BD

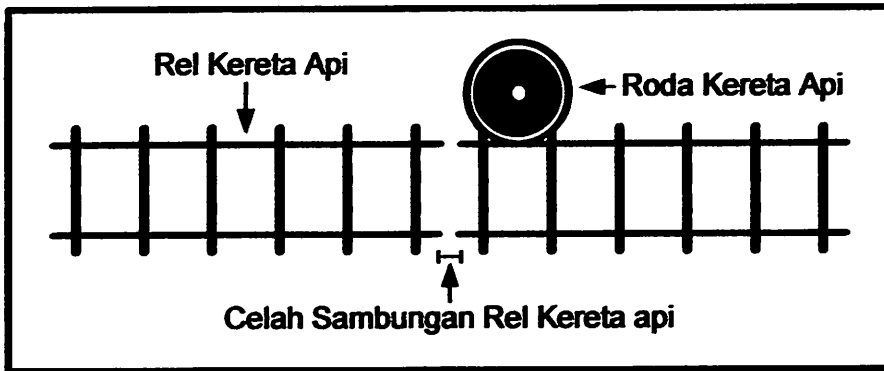
Penjelasan dari panel-panel yang digunakan :

- Panel no.4 yaitu input digital (I1 dan I2) untuk input sensor rel kereta api dan tombol atau switch.
- Panel no.2 untuk power supply 24 Volt
- Panel no.9 yaitu output analog Relay 8A, 24 Volt (Q1, Q2, Q3, dan Q4):
 - Q1. Dihubungkan dengan relay motor
 - Q2. Dihubungkan dengan relay motor
 - Q3. Dihubungkan dengan busser
 - Q4. Dihubungkan dengan mikrokontroler

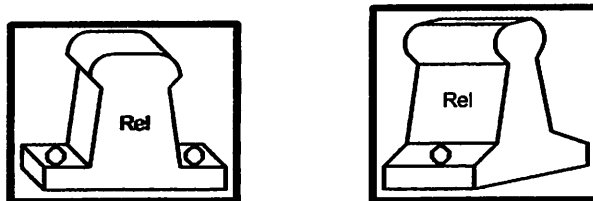
3.1.2. Sensor Rel Kereta Api

Sensor ini memanfaatkan sambungan rel kereta api yang telah dimodifikasi sehingga ujung-ujung dari rel kereta api tidak terhubung dengan

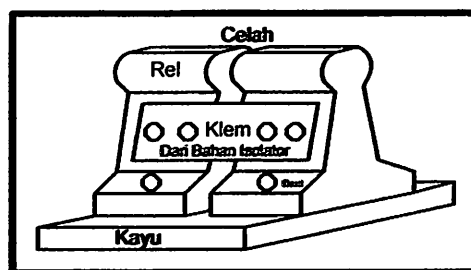
jarak 2 Cm. Sensor ini aktif apabila ada kereta api yang melintas sehingga kedua lajur rel kereta api akan terhubung akibat terkena roda kereta api yang terbuat dari besi, sensor rel kereta api ini bekerja sesuai dengan prinsip kerja dari *switch*. Berikut ini gambar sambungan rel kereta api dan rangkaian sensor.



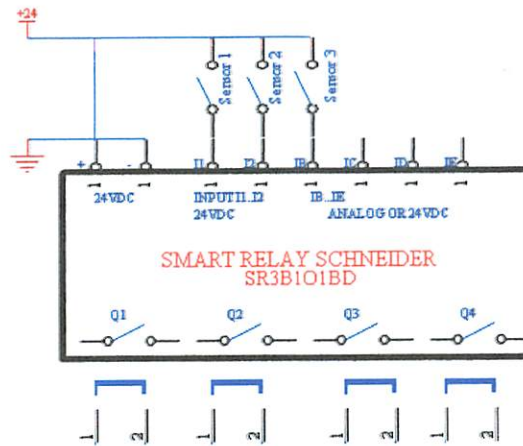
Gambar 3.4 Celah Sambungan Rel Kereta Api



Gambar 3.5 Potongan Rel Kereta Api Tampak dari Depan dan Tampak dari Samping



Gambar 3.6 Sambungan Rel Kereta Api Setelah Dimodifikasi

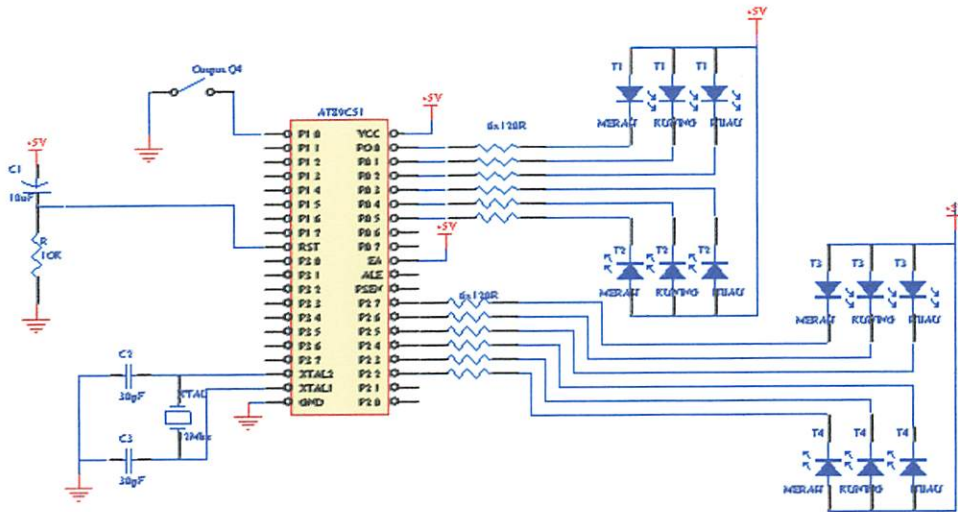


Gambar 3.7 Rangkaian Sensor

3.1.3 Minimum Sistem AT89C51

Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah IC mikrokontrol AT89C51. Mikrokontroler dihubungkan dengan *traffic light*.

Mikrokontroller mendapat input dari Smart Relay yang dihubungkan pada P1.0. Inputan tersebut digunakan untuk mengatur *traffic light* pada saat kereta melintas.. Untuk mengatur *traffic light* digunakan P0.0 – P0.5 dan P3.0 – P3.5 karena *traffic light* menggunakan 12 lampu untuk 4 *traffic light*. Semua kontrol dan pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler. Gambar rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 3.8 Rangkaian Minimum Sistem AT89C51

3.1.4. Rangkaian Traffic Light

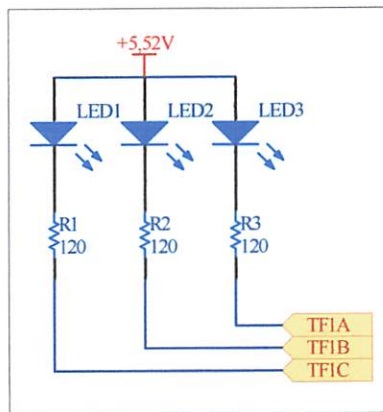
Perencanaan ini menggunakan 4 buah *traffic light* yang masing – masing *traffic light* terdiri dari 3 buah lampu yaitu merah, kuning dan hijau, dengan nyala lampu sebagai berikut :

- Hijau ke Kuning
- Kuning ke Merah
- Merah ke Kuning
- Kuning ke Hijau

Apabila tidak ada kereta api yang melintas, *traffic light* menyala dengan normal dan apabila ada kereta api yang melintas maka *traffic light* akan menyala merah semua, kemudian setelah kereta melintas *traffic light* kembali normal dengan mengambil data terakhir sebelum *traffic light* menyala merah semua. Adapun pengaturan nyala lampu *traffic light* dalam keadaan normal adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Pola Pengaturan Nyala Lampu Traffic Light

<i>Traffic light</i>	1	2	3	4
<i>Traffic light 1</i>	Hijau	Merah	Merah	Merah
<i>Traffic light 2</i>	Merah	Hijau	Merah	Merah
<i>Traffic light 3</i>	Merah	Merah	Hijau	Merah
<i>Traffic light 4</i>	Merah	Hijau	Merah	Hijau



Gambar 3.9 Rangkaian *Traffic Light*

Analisis rangkaian *traffic light* adalah:

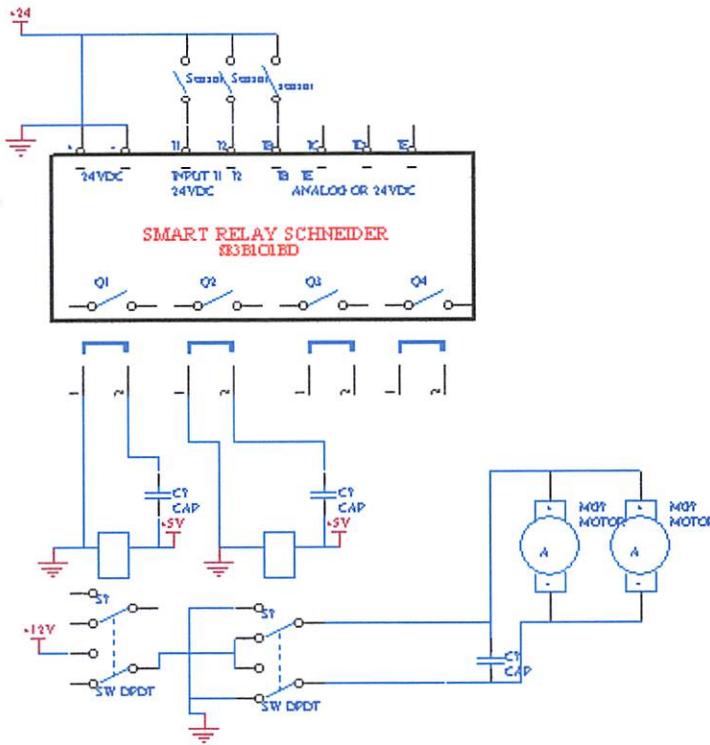
Diketahui tegangan sumber (V_{cc}) adalah 5,52 V, tegangan bias led (V_F) adalah 2,4 V dan arus (I_F) yang mengalir pada led adalah 20 mA maka:

$$\begin{aligned}
 R_{Led} &= (V_{cc} - V_F) / I_F \\
 &= (5,52V - 2,4V) / 20 \times 10^{-3} \\
 &= 3,12 V / 20 \times 10^{-3} \\
 &= 150 \Omega \approx 120 \Omega
 \end{aligned}$$

3.1.5. Rangkaian Driver Motor DC

Untuk rangkaian motor DC digunakan *Smart Relay Schneider* sebagai pengendali arah putaran mekanik motor DC. Pada *Smart Relay Schneider* dapat dipicu dengan tegangan 24 Volt dan arus maksimum sebesar 8 A. *Smart Relay Schneider* mampu menghidupkan dan mematikan relay yang hanya memiliki tegangan maksimal sebesar 5 Volt.

Di bawah ini adalah rangkaian *driver* relay motor DC :



Gambar 3. 10 Rangkaian Driver Motor DC

Cara kerja dari rangkaian di atas adalah sebagai berikut :

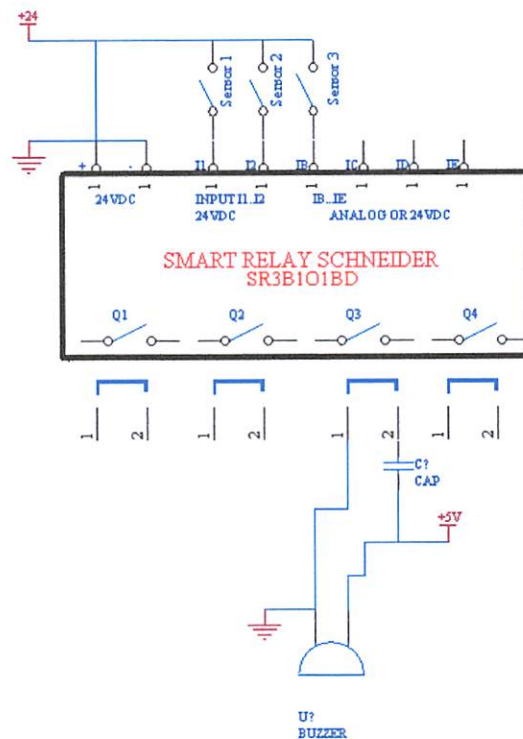
1. Apabila output 1 atau Q1 aktif maka motor akan tercatu daya sehingga motor berputar (di sini putaran motor diaplikasikan untuk menutup palang pintu lintasan kereta api).

2. Apabila output 1 atau Q1 dan output 2 atau Q2 aktif maka Akibatnya motor akan tercatu daya dengan kondisi *polaritas* berbalikan dengan kondisi pertama sehingga motor berputar dengan arah berlawanan dengan kondisi pertama (di sini putaran motor diaplikasikan untuk membuka palang pintu lintasan kereta api).

3.1.6. Rangkaian Driver *Buzzer*

Bila ada kereta api yang melintas sensor rel kereta api akan aktif , sehingga *buzzer* akan aktif sebagai tanda bahwa ada kereta yang melintas. Apabila output 1 atau Q1 aktif maka buzzer akan tercatu daya sehingga buzzer akan berbunyi

Driver *buzzer* seperti gambar berikut :



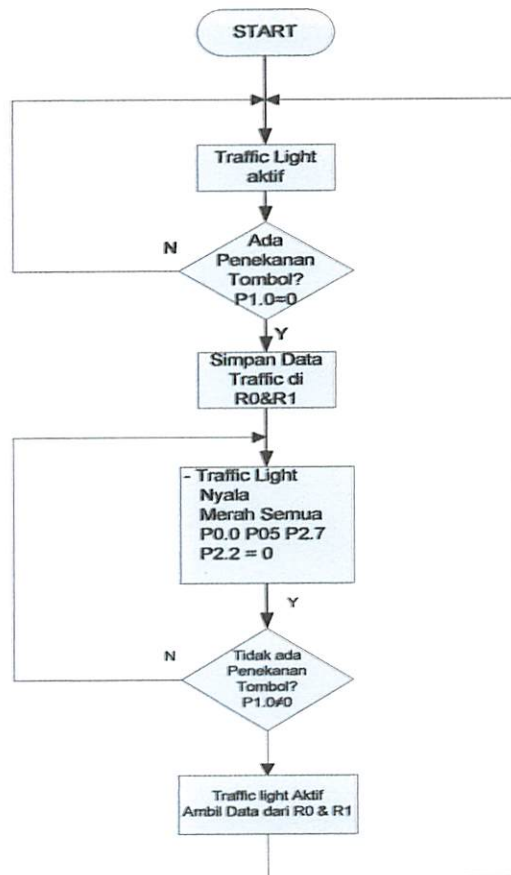
Gambar 3.11 Rangkaian Driver *Buzzer*

3.2 Perencanaan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk mendukung *hardware* yang sudah dibuat, maka dibutuhkan perangkat lunak (*software*) supaya perangkat keras tersebut bisa berjalan sesuai dengan tujuan. *PLC Zelio SR3B101BD* dan Mikrokontroler AT89C51 dapat mengendalikan seluruh sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan kerja yang harus dilaksanakan. Dalam perancangan alat ini perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*).

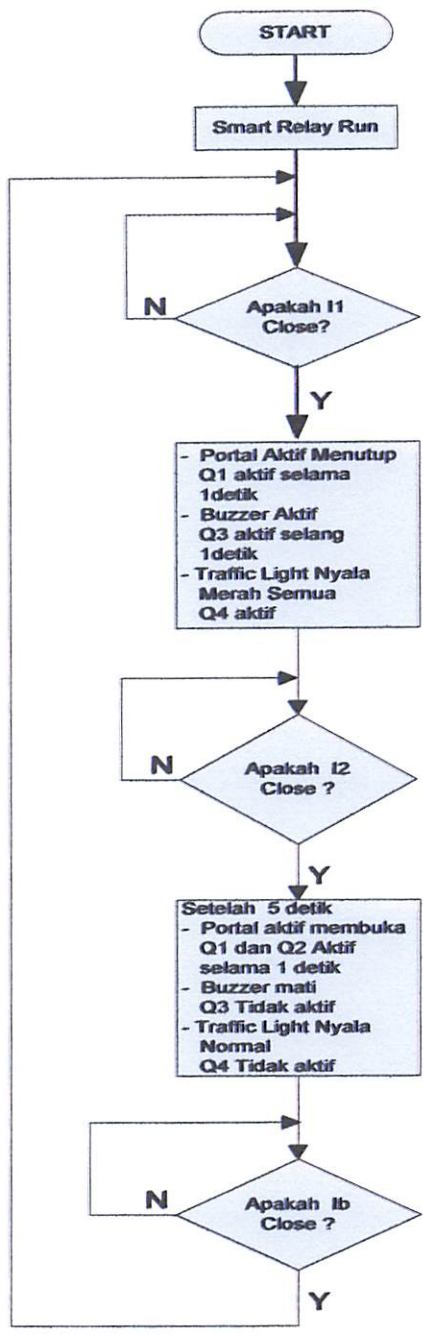
Sebelum membuat perangkat lunak, terlebih dahulu dibuat diagram alir (*flowchart*) dari proses yang akan dibuat supaya memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak (*software*).

3.2.1 Diagram Alir Mikrokontroler



Gambar 3.12 Flowchart Sistem Pada Mikrokontroler

3.2.2. Diagram Alir Smart Relay Serta Keseluruhan



Gambar 3.13 Flowchart Sistem Pada Smart Relay Serta Keseluruhan

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian yang sudah selesai dibuat. Pengujian alat ini menggunakan dua cara yaitu pengujian alat setiap blok dan pengujian alat secara keseluruhan dari sistem yang direncanakan. Pengujian alat setiap blok dimaksudkan untuk mempermudah dalam mencari kesalahan (*trouble shooting*) apabila rangkaian yang dibuat tidak sesuai dengan yang direncanakan. Setelah pengujian alat setiap blok selesai dan tidak ada kesalahan maka dilanjutkan dengan pengujian alat dari keseluruhan sistem yang telah direncanakan

4.1 Pengujian Alat Setiap Blok

4.1.1 Pengujian Detektor Rel Kereta Api

1. Tujuan

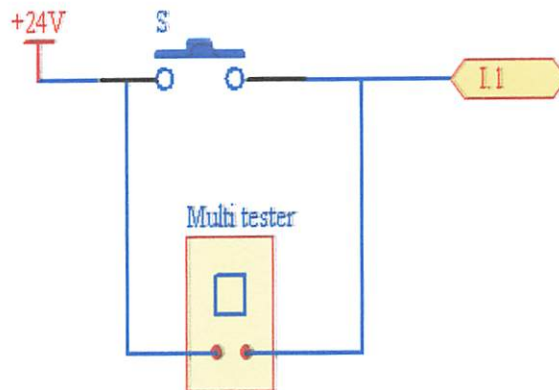
Untuk mengetahui rangkaian detektor rel kereta api apakah sudah dapat bekerja dengan baik atau belum, hal ini dapat diketahui dengan mengukur besarnya tegangan pada rangkaian tersebut pada saat detektor aktif dan tidak aktif. Prinsip kerja Detektor rel kereta api ini sama dengan switch.

2. Peralatan yang digunakan

- Multimeter digital
- Rangkaian *switch*
- Catu daya 24 volt

3. Prosedur Pengujian

- Membuat rangkaian seperti pada gambar 4.1.
- Pengukuran dilakukan dalam dua kondisi yaitu saat tidak ada penekanan dan ada penekanan.
- Memasukkan hasil pengukuran pada tabel 4.1.



Gambar 4.1 Pengujian Detektor Rel Kereta Api

Tabel 4.1.

Hasil Pengujian Rangkaian Tombol Start

Kondisi	Switch	
	Switch	Tegangan (Volt)
Ada Penekanan	<i>Close</i>	0,00 volt
Tidak Ada Penekanan	<i>Open</i>	23,8 volt

4. Hasil pengujian :

Dari hasil pengujian rangkaian *switch* pada tabel 4.1. di atas, dapat diketahui bahwa pada saat ada penekanan (ada kereta) saklar akan menutup, sehingga pada I.1 berlogika low atau “0” dan tegangannya adalah 0,00 Volt, sebaliknya pada saat kondisi tidak ada penekanan (tidak ada kereta) maka saklar akan terbuka sehingga I1 berlogika *high* atau”1” dan tegangannya adalah 23,8 Volt.

4.1.2 Pengujian Driver Motor

1. Tujuan:

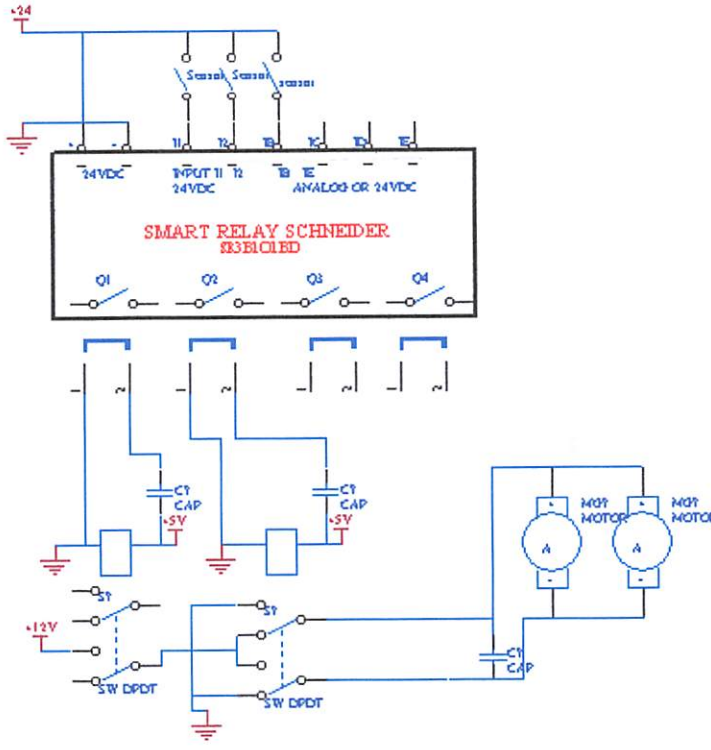
- Mengetahui apakah driver motor sudah bekerja sesuai dengan yang direncanakan apa belum.

2. Peralatan yang dibutuhkan :

- Rangkaian driver motor

3. Prosedur pengujian :

- Buat rangkaian seperti pada gambar 4.2
- Rangkaian diberi catu daya 12 volt dan 24 volt
- Mencatat hasil pengukuran.



Gambar 4.2 Pengujian Rangkaian *Driver Motor*

4. Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Rangkaian *Driver Motor*

Output I.1	Output I.2	Kondisi Output 1	Kondisi Output 2	Kondisi Motor
Aktif	Non aktif	Relay on	Relay Off	Kanan
Aktif	Aktif	Relay on	Relay on	Kiri
Non aktif	Aktif	Relay off	Relay on	Off
Non aktif	Non aktif	Relay off	Relay Off	Off

Dari hasil pengujian rangkaian driver motor, Apabila Output I.1 dalam keadaan “Aktif” dan Output I.2 dalam keadaan “ Non aktif” maka palang pintu kereta api dalam keadaan menutup sedangkan Apabila Output I.1 dalam keadaan “Aktif” dan Output I.2 dalam keadaan “Aktif” maka palang pintu kereta api dalam keadaan membuka. Sehingga dari hasil pengujian maka rangkaian driver motor tersebut dapat bekerja sesuai dengan perencanaan.

4.1.3 Pengujian Traffic Light

1. Tujuan:

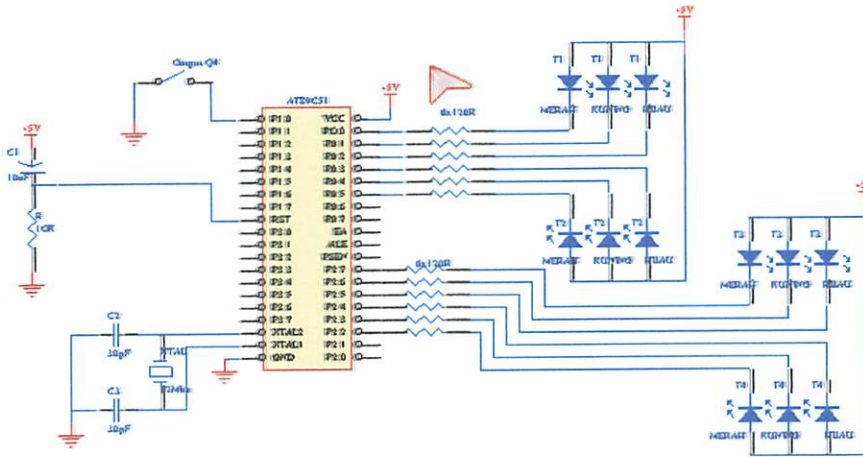
- Mengetahui selisih waktu delay *traffic light* antara pengukuran dengan program.

2. Peralatan yang dibutuhkan :

- Rangkaian traffic light
- Stopwatch

3. Prosedur pengujian :

- Buat rangkaian seperti pada gambar 4.4
- Rangkaian diberi catu daya 5 volt
- Buat program untuk menjalankan traffic light
- Kemudian jalankan program
- Mencatat hasil pengukuran.



Gambar 4.4 Pengujian Traffic Light

4. Hasil Pengujian

Nyala lampu traffic light adalah sebagai berikut:

- Hijau ke Kuning
- Kuning ke Merah
- Merah ke Hijau

Sehingga dari lampu hijau menyala sampai kembali ke hijau lagi dalam program ditentukan selama 72 detik dengan kondisi traffic light menyala sesuai dengan pola yang ditentukan.

putar:

```

setb p0.0           ;P0.0 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p0.1           ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 kuning mati)
clr p0.2            ;P0.2 diberi logika 0 ( T1 hijau hidup)

clr p0.5            ;P0.5 diberi logika 0 ( T2 merah hidup)
setb p0.4           ;P0.4 diberi logika 1 ( T2 kuning mati)
setb p0.3           ;P0.3 diberi logika 1 ( T2 hijau mati)

clr p2.7            ;P2.7 diberi logika 0 ( T3 merah hidup)
setb p2.6           ;P2.6 diberi logika 1 ( T3 kuning mati)
setb p2.5           ;P2.5 diberi logika 1 ( T3 hijau mati)

```

clr p2.2	;P2.2 diberi logika 0 (T4 merah hidup)
setb p2.3	;P2.3 diberi logika 1 (T4 kuning mati)
setb p2.4	;P2.4 diberi logika 1 (T4 hijau mati)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.2	;P0.2 diberi logika 1 (T1 hijau mati)
clr p0.1	;P0.1 diberi logika 0 (T1 kuning hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.1	;P0.1 diberi logika 1 (T1 kuning mati)
clr p0.0	;P0.0 diberi logika 0 (T1 merah hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.5	;P0.5 diberi logika 1 (T2 merah mati)
clr p0.4	;P0.4 diberi logika 0 (T2 kuning hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.4	;P0.4 diberi logika 1 (T2 kuning mati)
clr p0.3	;P0.3 diberi logika 0 (T2 hijau hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.3	;P0.3 diberi logika 1 (T2 hijau mati)
clr p0.4	;P0.4 diberi logika 0 (T2 kuning hidup)

1920-1921
1921-1922
1922-1923

1920-1921
1921-1922
1922-1923

1923-1924
1924-1925
1925-1926
1926-1927
1927-1928
1928-1929
1929-1930
1930-1931
1931-1932
1932-1933

1923-1924
1924-1925
1925-1926
1926-1927
1927-1928
1928-1929
1929-1930
1930-1931
1931-1932
1932-1933

1933-1934
1934-1935

1933-1934
1934-1935

1935-1936

1935-1936

1936-1937
1937-1938

1936-1937
1937-1938

1938-1939

1938-1939

1939-1940
1940-1941

1939-1940
1940-1941

1941-1942

1941-1942

1942-1943
1943-1944

1942-1943
1943-1944

1944-1945
1945-1946
1946-1947
1947-1948
1948-1949
1949-1950
1950-1951
1951-1952
1952-1953
1953-1954

1944-1945
1945-1946
1946-1947
1947-1948
1948-1949
1949-1950
1950-1951
1951-1952
1952-1953
1953-1954

1954-1955
1955-1956

1954-1955
1955-1956

call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.4	;P0.4 diberi logika 1 (T2 kuning mati)
clr p0.5	;P0.5 diberi logika 0 (T2 merah hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.7	;P2.7 diberi logika 1 (T3 merah mati)
clr p2.6	;P2.6 diberi logika 0 (T3 kuning hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.6	;P2.6 diberi logika 1 (T3 kuning mati)
clr p2.5	;P2.5 diberi logika 0 (T3 hijau hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.5	;P2.5 diberi logika 1 (T3 hijau mati)
clr p2.6	;P2.6 diberi logika 0 (T3 kuning hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.6	;P2.6 diberi logika 1 (T3 kuning mati)
clr p2.7	;P2.7 diberi logika 0 (T3 merah mati)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.2	;P2.2 diberi logika 1 (T4 merah mati)
clr p2.3	;P2.3 diberi logika 0 (T4 kuning hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.3	;P2.3 diberi logika 1 (T4 kuning mati)
clr p2.4	;P2.4 diberi logika 0 (T4 hijau hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk


```

call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p2.4             ;P2.4 diberi logika 1 ( T4 hijau mati)
clr p2.3              ;P2.3 diberi logika 0 ( T4 kuning hidup)

call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p2.3             ;P2.3 diberi logika 1 ( T4 kuning mati)
clr p2.2              ;P2.2 diberi logika 0 ( T4 merah hidup)

call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p0.0             ;P0.0 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
clr p0.1              ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 kuning hidup)
call tunda_2_dtk      ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p0.1             ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 kuning mati)
ajmp putar            ;Lompat ke Putar

```

Tabel 4.3 Pola Pengaturan Nyala Lampu Traffic Light

Traffic light	1	2	3	4
Traffic light 1	Hijau	Merah	Merah	Merah
Traffic light 2	Merah	Hijau	Merah	Merah
Traffic light 3	Merah	Merah	Hijau	Merah
Traffic light 4	Merah	Merah	Merah	Hijau

Умови роботи	Класифікація	Класифікація	Класифікація	Класифікація
Умови роботи	Класифікація	Класифікація	Класифікація	Класифікація
Умови роботи	Класифікація	Класифікація	Класифікація	Класифікація
Умови роботи	Класифікація	Класифікація	Класифікація	Класифікація
Умови роботи	1	3	2	4

Таблиця 1.2. Розподіл працівників за класифікацією умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Класифікація умови роботи

Perhitungan waktu delay pada traffic light:

- Waktu untuk 1 kali instruksi atau 1 siklus mesin adalah:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Siklus mesin} &= \frac{1}{F.Osc/12} \\
 &= \frac{1}{\frac{12MHz}{12}} \\
 &= \frac{12}{12} \\
 &= 1.10^{-6} = 1\mu S
 \end{aligned}$$

- Program delay *traffic light*:

```

tunda_2_dtk:
    mov r7,#100                ;Isi register 7 dengan 100
loop2: mov r6,#100            ;Isi register 6 dengan 100
loop1: mov r5,#100           ;Isi register 5 dengan 100
    djnz r5,$                 ;kurangi register 5 sampai = 0
    jb p1.0,ulang1a          ;Periksa P1.0 jika=1 mk lompat ke
                                ulang1a
    call kereta_lewat        ;lompat ke kereta_lewat

ulang1a:
    djnz r6,loop1            ;kurangi register 6 jika blm=0 mk
                                lompat ke loop1
    jb p1.0,ulang1b          ;Periksa P1.0 jika=1 mk lompat ke
                                ulang1b
    call kereta_lewat        ;lompat ke kereta_lewat

ulang1b:
    djnz r7,loop2           ;kurangi register 7 jika blm=0 maka
                                lompat ke loop2
    jb p1.0,ulang1c          ;Periksa P1.0 jika=1 maka lompat ke
                                ulang1c
    call kereta_lewat

ulang1c:
    jb p1.0,lagi1           ;Periksa P1.0 jika=1 maka lompat ke
                                lagi1
    call kereta_lewat        ;lompat ke kereta_lewat

lagi1:
    ret
    
```

Dalam program R5,R6,R7 masing-masing diisi 100, sehingga setiap pengurangan Register 5,6,7 sampai = 0 dibutuhkan waktu: $(100 \times 100 \times 100) \times 1\mu S = 1 \text{ s}$

Dan untuk Tunda_2_detik = $1 \text{ s} \times 2 = 2 \text{ s}$

Jadi waktu delay yang dibutuhkan *traffic light* dari lampu hijau menyala sampai kembali ke hijau lagi adalah: Tunda_2_Detik $\times 52 = 104 \text{ detik}$

Kemudian dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali, waktu perpindahan nyala lampu traffic light dari lampu hijau menyala sampai kembali ke hijau lagi dengan stopwatch didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Traffic Light

No	Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran
1	104 detik	105,43 detik
2	104 detik	105,72 detik
3	104 detik	106,18 detik
4	104 detik	106,31 detik
5	104 detik	106,68 detik
Jumlah	520 detik	530,32 detik

Dari hasil pengujian tersebut diperoleh rata-rata error sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan (error)} &= \frac{\text{Perhitungan} - \text{Pengukuran}}{\text{Perhitungan}} \times 100\% \\ &= \frac{520 + 530.32}{520} \times 100\% \\ &= 1,98 \% \end{aligned}$$

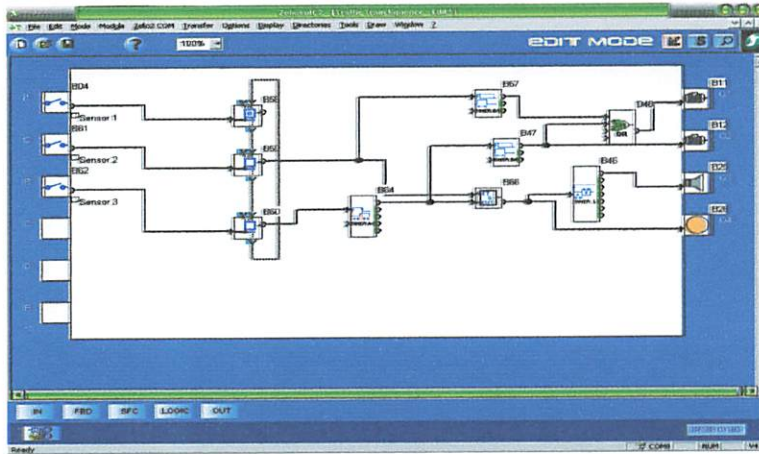
4.1.4 Pengujian PLC (Programmable Logic Controller)

Pengujian modul PLC dilakukan dengan menggunakan PC melalui kabel data USB. Data yang diterima oleh PC ditampilkan dan diproses dengan menggunakan program FBD atau Ladder diagram.



Gambar 4.4 Kabel USB

Dari hasil pengujian didapat data yang dikirimkan oleh PLC sebagai berikut :

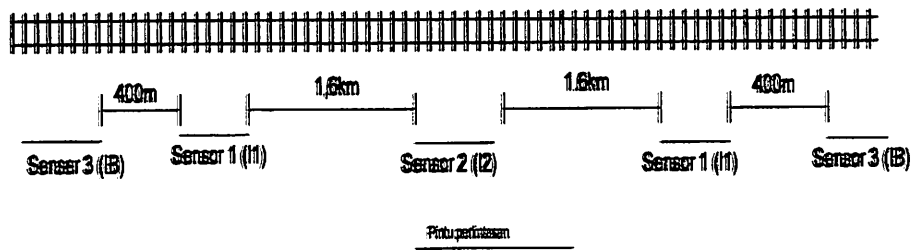


Gambar 4.5 Skematik Program FBD

Tabel 4-5

Pengujian Pembacaan Output Dalam Smart Relay

<i>State</i>	I1	I2	IB	Q1	Q2	Q3	Q4
<i>State</i> 1	Open	Open	Open	Non aktif	Non aktif	Non aktif	Non aktif
<i>State</i> 2	Close	Open	Open	Aktif 1s	Non aktif	Aktif selang 1s	Aktif
<i>State</i> 3	Open	Close	Open	setelah 5s Akif 1s	setelah 5s Akif 1s	setelah 5s Non Aktif	setelah 5s Non Aktif
<i>State</i> 4	Open	Open	Close	Non aktif	Non aktif	Non aktif	Non aktif



Gambar 4.6 Jarak Sensor

Pada Hasil pengujian diatas maka dapat dijabarkan dengan deskripsi pola kerja sebagai berikut:

- # Pada State pertama kondisi awal adalah 'standby' sebelum menjalankan sebuah plant sehingga plant dalam keadaan 'menunggu instruksi' untuk menjalankan state selanjutnya.
- # Pada state kedua jika I1 berlogika " 1 " dan I2 berlogika "0" maka Q1 akan aktif 1s (palang pintu perlintasan akan menutup), Q3 akan aktif selang 1s (buzzer akan aktif dengan selang 1s) dan Q4 aktif (lampu traffic light menyala merah semua).
- # Pada State ketiga jika I2 berlogika "1" dan I3 berlogika "0" maka setelah 5s Q1 dan Q2 akan aktif 1s (palang pintu perlintasan akan membuka), Q3 Non aktif (buzzer akan aktif dengan selang 1s) dan Q4 non aktif (lampu traffic light menyala normal).
- # Pada State keempat Jika IB "1" dan I1 "0" maka akan kembali pada keadaan 'standby'

4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian seluruh sistem dilakukan dengan membandingkan hasil rancangan dengan standar perancangan awal.

1. Tujuan :

Untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan dengan menjalankan kereta api pada jalur simulasi yang sudah dibuat.

2. Peralatan yang digunakan:

- Jalur yang telah dibuat seperti pada gambar di bawah
- Simulasi kereta api
- Rangkaian alat secara keseluruhan.

3. Proses Pengujian:

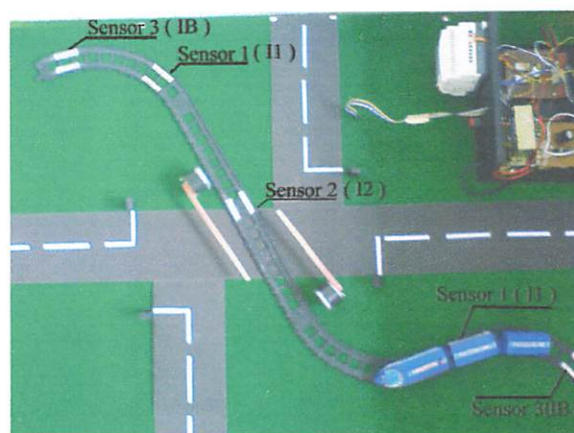
- Menjalankan kereta api pada jalur simulasi yang telah dibuat.
- Kemudian mengamati sistem kerja dari seluruh rangkaian.

4. Hasil pengujian :

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa pada saat kereta api melintas dan menyentuh detektor maka *buzzer* berbunyi, *traffic light* menyala merah semua dan palang pintu lintasan kereta juga menutup semua. Kemudian setelah kereta api melewati detektor maka *buzzer* tidak aktif, *traffic light* kembali menyala normal dengan mengambil data terakhir pada saat sebelum *traffic light* menyala merah semua dan palang pintu lintasan kereta api juga membuka kembali.

4.3 Spesifikasi alat:

1. Nama alat : simulasi palang pintu lintasan kereta api dan *traffic light* secara otomatis.
2. Fungsi Alat : untuk mempermudah mengetahui kedatangan kereta api dan menggantikan sistem kerja alat yang manual menjadi otomatis.
3. Keistimewaan atau kemampuan tambahan alat adalah penutupan palang pintu lintasan kereta api yang disesuaikan juga dengan nyala lampu *traffic light*.
4. Kinerja Alat:
 - Sistem penggerak palang pintu lintasan kereta api menggunakan motor DC
 - *Traffic light* menggunakan lampu led dengan warna: hijau, kuning, merah.
 - Sumber daya menggunakan tegangan 24 Volt, 12 Volt dan 5 Volt.
5. Dimensi jalur sebagai simulasi adalah
 - Jalur terbuat dari bahan plastik yang dilapisi dengan plat besi.
6. Simulasi alat yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.6 Simulasi Alat

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini penulis akan menyampaikan kesimpulan dan saran setelah melakukan pengujian pada alat simulasi palang pintu perlintasan kereta api dan traffic light secara otomatis.

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan, pembuatan, dan pengujian pada alat simulasi palang pintu perlintasan kereta api dan traffic light secara otomatis, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Detektor rel kereta api pada alat ini bekerja sesuai dengan sistem kerja pada switch, karena itu dapat diketahui bahwa pada saat ada *penekanan* (kereta lewat) saklar akan menutup, sehingga pada I.1 terjadi logika low atau "0" dan tegangannya adalah 0,00 Volt, sebaliknya pada saat kondisi *tidak ada penekanan* (tidak ada kereta) maka saklar akan terbuka sehingga pada I.1 logika *high* atau "1" dan tegangannya adalah 23.8 Volt.
2. Pada rangkaian driver motor, Apabila Q.1 aktif dan Q.2 non aktif maka motor akan berputar ke kanan dan Apabila Q.1 dan Q.2 aktif maka motor akan berputar ke kiri selain dari keadaan diatas maka motor tidak akan berputar.

3. Waktu perpindahan nyala lampu traffic light dari lampu hijau menyala sampai kembali ke hijau lagi dalam program ditentukan selama 104 detik dengan kondisi traffic light menyala sesuai dengan pola yang ditentukan. Kemudian dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali, waktu perpindahan nyala lampu traffic light dari lampu hijau menyala sampai kembali ke hijau lagi dengan stopwatch didapatkan error sebesar 1,98 %

5.2 Saran

Dalam skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan. Untuk mencapai hasil yang lebih sempurna dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Agar sistem ini dapat bekerja dengan baik harus dilakukan pengecekan berkala pada jalur rel kereta api, karena jalur rel kereta api memiliki peranan sangat penting dalam kinerja alat ini, yaitu sebagai pendeteksi apabila ada kereta api yang akan melintas.
2. Kendala utama system ini adalah pada saat musim hujan, karena curah hujan yang tinggi dapat mengganggu kinerja system ini terutama pada detector rel kereta api. Untuk mengatasi kendala tersebut kita harus dapat mengatur peletakan rel kereta api dengan baik agar tidak terendam oleh air.
3. Sistem akan bekerja dengan baik (stabil) jika digunakan komponen-komponen yang berkualitas tinggi.
4. Untuk mengatasi apabila listrik PLN mati perlu digunakan catu daya lain sebagai *back-up power supply*.

1. Waktu penyelesaian pada tingkat tinggi dan rendah masing-masing
adalah 10 dan 20 menit. Waktu penyelesaian ini akan berpengaruh terhadap
kecepatan penyelesaian. Waktu penyelesaian yang lebih rendah akan
menyebabkan penyelesaian yang lebih cepat. Waktu penyelesaian yang
lebih tinggi akan menyebabkan penyelesaian yang lebih lambat. Waktu
penyelesaian yang lebih rendah akan menyebabkan penyelesaian yang lebih
cepat.

2.2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari beberapa faktor
terhadap penyelesaian masalah. Faktor-faktor yang akan diteliti adalah
waktu penyelesaian, jumlah data, dan kompleksitas masalah. Penelitian ini
menggunakan metode eksperimen. Langkah-langkah yang akan dilakukan
adalah sebagai berikut:
1. Menentukan variabel-variabel yang akan diteliti.
2. Menentukan metode penelitian yang akan digunakan.
3. Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan.
4. Melakukan percobaan dan mencatat hasilnya.
5. Menganalisis data yang diperoleh.
6. Menyimpulkan hasil penelitian.

Daftar Pustaka

- (1) Eko Putra, Agfianto, 2004 **“Belajar Mikrokontroller AT 89C51/52/55”**, Gava Media Yogyakarta
- (2) Data Sheet Mikrokontroler AT89C51 www.atmel.com
- (3) Laporan Praktikum,2006 **“Kendali Industri”** Lab Sistem kendali Industri, ITN Malang
- (4) Bolton, W **“Pemrograman Logic Control (PLC) Sebuah Pengantar”**, Erlangga Jakarta
- (5) Setiawan, Iwan **“Pemrograman Logic Control (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem”**, Andi Yogyakarta



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Resky Tri Fandi CP
NIM : 02 17 078
Masa Bimbingan : 17 Juli 2007 s/d 17 Januari 2008
Judul : Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Otomatisasi Palang
Pintu Perlintasan Kereta Api Dan Traffic Light Pada Posisi
Berdekatan Dengan Pengendali Utama Smart Relay
Schneider (Seri SR3B101BD)

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	17 Maret 2008	- Abstrak , Tujuan, Pengujian (Error).	
		- Halaman 36 pin EA mikrokontroler. - Gambar rangkaian system.	

Disetujui

Penguji I

Penguji II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

I Komang Somawirata, ST, MT
NIP. P. 103.0100361

Mengetahui

Dosen pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir Widodo Puji Mulyanto, MT
NIP .Y. 1028700171

Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT
NIP .Y. 1039700310



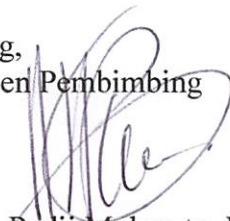
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Raya Karanglo Km 2
MALANG

FORM BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Resky Tri Fandi CP.
NIM : 02.17.078
Masa Bimbingan : 17 Juli 2007 s/d 17 Januari 2008
Judul : Perancangan dan Pembuatan Simulasi Otomatisasi Palang Pintu Kereta Api Dan Traffic Light Pada Posisi Berdekatan Dengan Pengendali Utama Smart Relay Schneider (seri SR3B101BD)

NO	Tanggal	Uraian	Paraf
1	15/9 '07.	Konsultasi tujuan dan Batasan Masalah Skripsi.	
2	17/11 '07.	BAB II - Untuk Suatu Referensi disesta "Sumber".	
3	2/12 '07.	BAB III - Konsultasi late letak Sensor.	
4	10/12 '07.	Ace BAB I, II, III.	
5	4/1 '08.	BAB IV - Konsultasi mengenai pengujian alat.	
6	10/1 '08.	BAB IV - Revisi pengujian "PLC."	
7	12/1 '08.	Ace BAB IV.	
8	13/1 '08.	BAB V; Revisi Kesimpulan	
9	15/1 '08.	Revisi Mahalah Seminar.	
10	16/1 '08.	Ace Mahalah Seminar	

Malang,
Dosen Pembimbing


Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT
NIP .Y. 1028700171

Form S-4a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Raya Karanglo Km 2
MALANG

FORM BIMBINGAN SKRIPSI

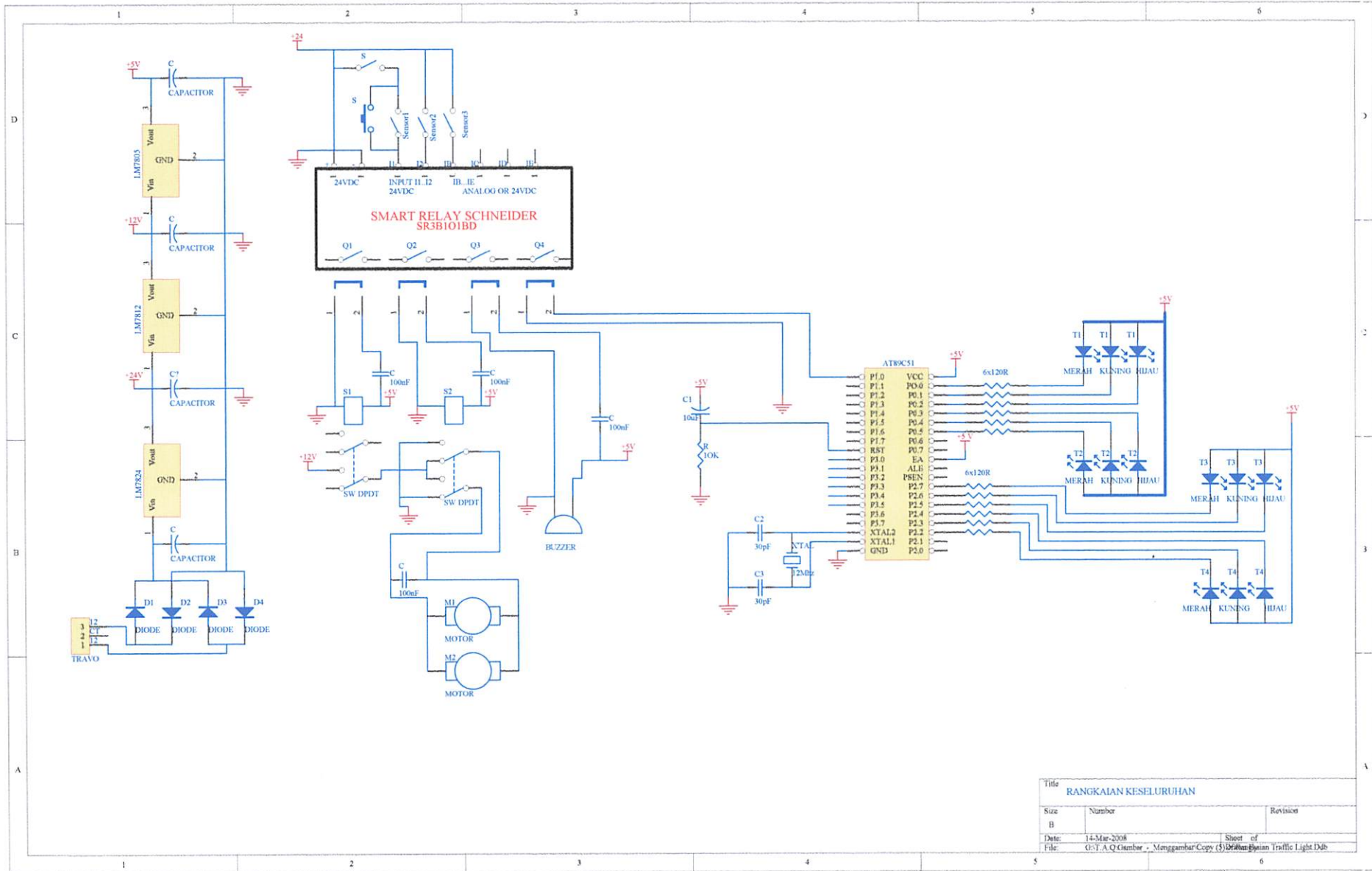
Nama : Resky Tri Fandi CP
NIM : 02.17.078
Masa Bimbingan : 17 Juli 2007 s/d 17 Januari 2008
Judul : Perancangan dan Pembuatan Simulasi Otomatisasi Palang Pintu Kereta Api Dan Traffic Light Pada Posisi Berdekatan Dengan Pengendali Utama Smart Relay Schneider (seri SR3B101BD)

NO	Tanggal	Uraian	Paraf
1	20-8-2007	BAB I - Rumusan masalah - Batasan masalah	
2	15-10-2007	- Uraian reff. re. takan BAB II - sumber - penulisan ke per !!	
3	20-12-2007	- Blok diagram sistem BAB III - tak buat sistem - diagram alir.	
4	08-01-08	BAB IV - Buat analisa utk masing ? hasil peng- jukan	
5	15-1-08	BAB V - Ke ringkasan. de !! Buat materi seminar.	
6			
7			
8			
9			
10			

Malang,
Dosen Pembimbing

Ir. Kartiko Ardi Widodo MT
NIP. Y. 1039700310

Form S-4a



Title		
RANGKAIAN KESELURUHAN		
Size	Number	Revision
B		
Date:	14-Mar-2008	Sheet of
File:	G:\T.A.Q.Gambar - Menggambar Copy (5) Orban-Bijian Traffic Light D4b	

```
#####Program Traffic Light#####  
#####Resky Tri Fandi CP#####  
#####02.17.078#####
```

org 00h

start:

putar:

```
setb p0.0 ;P0.0 diberi logika 1 ( T1 merah mati)  
setb p0.1 ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 kuning mati)  
clr p0.2 ;P0.2 diberi logika 0 ( T1 hijau hidup)  
  
clr p0.5 ;P0.5 diberi logika 0 ( T2 merah hidup)  
setb p0.4 ;P0.4 diberi logika 1 ( T2 kuning mati)  
setb p0.3 ;P0.3 diberi logika 1 ( T2 hijau mati)  
  
clr p2.7 ;P2.7 diberi logika 0 ( T3 merah hidup)  
setb p2.6 ;P2.6 diberi logika 1 ( T3 kuning mati)  
setb p2.5 ;P2.5 diberi logika 1 ( T3 hijau mati)  
  
clr p2.2 ;P2.2 diberi logika 0 ( T4 merah hidup)  
setb p2.3 ;P2.3 diberi logika 1 ( T4 kuning mati)  
setb p2.4 ;P2.4 diberi logika 1 ( T4 hijau mati)  
  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
  
setb p0.2 ;P0.2 diberi logika 1 ( T1 hijau mati)  
clr p0.1 ;P0.1 diberi logika 0 ( T1 kuning hidup)  
  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
  
setb p0.1 ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 kuning mati)  
clr p0.0 ;P0.0 diberi logika 0 ( T1 merah hidup)  
  
call tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk  
  
setb p0.5 ;P0.5 diberi logika 1 ( T2 merah mati)  
clr p0.4 ;P0.4 diberi logika 0 ( T2 kuning hidup)
```


call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.4 clr p0.3	;P0.4 diberi logika 1 (T2 kuning mati) ;P0.3 diberi logika 0 (T2 hijau hidup)
call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.3 clr p0.4	;P0.3 diberi logika 1 (T2 hijau mati) ;P0.4 diberi logika 0 (T2 kuning hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p0.4 clr p0.5	;P0.4 diberi logika 1 (T2 kuning mati) ;P0.5 diberi logika 0 (T2 merah hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.7 clr p2.6	;P2.7 diberi logika 1 (T3 merah mati) ;P2.6 diberi logika 0 (T3 kuning hidup)
call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.6 clr p2.5	;P2.6 diberi logika 1 (T3 kuning mati) ;P2.5 diberi logika 0 (T3 hijau hidup)
call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk call tunda_2_dtk	;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
setb p2.5 clr p2.6	;P2.5 diberi logika 1 (T3 hijau mati) ;P2.6 diberi logika 0 (T3 kuning hidup)

```

call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p2.6                        ;P2.6 diberi logika 1 ( T3 kuning mati)
clr p2.7                          ;P2.7 diberi logika 0 ( T3 merah mati)

call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p2.2                        ;P2.2 diberi logika 1 ( T4 merah mati)
clr p2.3                          ;P2.3 diberi logika 0 ( T4 kuning hidup)

call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p2.3                        ;P2.3 diberi logika 1 ( T4 kuning mati)
clr p2.4                          ;P2.4 diberi logika 0 ( T4 hijau hidup)

call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p2.4                        ;P2.4 diberi logika 1 ( T4 hijau mati)
clr p2.3                          ;P2.3 diberi logika 0 ( T4 kuning hidup)

call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p2.3                        ;P2.3 diberi logika 1 ( T4 kuning mati)
clr p2.2                          ;P2.2 diberi logika 0 ( T4 merah hidup)

call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p0.0                        ;P0.0 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
clr p0.1                          ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 kuning hidup)
call tunda_2_dtk                ;Panggil subrutin Tunda_2_dtk

setb p0.1                        ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 kuning mati)
ajmp start                        ;Lompat ke start
#####
kereta_lewat:
    mov r2,p0                    ;Pindahkan P0 ke register 2
    mov r1,p2                    ;Pindahkan P2 ke register 1

semua_merah:
    clr p0.0                    ;P0.0 diberi logika 1 ( T1 merah mati)

```

```

setb p0.1          ;P0.1 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p0.2          ;P0.2 diberi logika 1 ( T1 merah mati)

clr p0.5           ;P0.5 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p0.4          ;P0.4 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p0.3          ;P0.3 diberi logika 1 ( T1 merah mati)

clr p2.7           ;P2.7 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p2.6          ;P2.6 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p2.5          ;P2.5 diberi logika 1 ( T1 merah mati)

clr p2.2           ;P2.2 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p2.3          ;P2.3 diberi logika 1 ( T1 merah mati)
setb p2.4          ;P2.4 diberi logika 1 ( T1 merah mati)

jnb p1.0,semua_merah ;Periksa P1.0 bila = 0 maka lompat ke
                    ; semua_merah
mov p0,r2          ;Pindahkan isi register 2 ke P0
mov p2,r1          ;Pindahkan isi register 1 ke P2
ret

#####
tunda_2_dtk:
    mov r7,#100    ;Isi register 7 dengan 100
loop2: mov r6,#100  ;Isi register 6 dengan 100
loop1: mov r5,#100  ;Isi register 5 dengan 100
    djnz r5,$      ;kurangi register 5 sampai = 0
    jb p1.0,ulang1a ;Periksa P1.0 jika=1 mk lompat ke
    call kereta_lewat ;lompat ke kereta_lewat

ulang1a:
    djnz r6,loop1  ;kurangi register 6 jika blm=0 mk lompat
                    ; ke loop1
    jb p1.0,ulang1b ;Periksa P1.0 jika=1 mk lompat ke
    call kereta_lewat ;lompat ke kereta_lewat

ulang1b:
    djnz r7,loop2  ;kurangi register 7 jika blm=0 mk lompat
                    ; ke loop2

    jb p1.0,ulang1c ;Periksa P1.0 jika=1 mk lompat ke
    call kereta_lewat

ulang1c:
    jb p1.0,lagi1  ;Periksa P1.0 jika=1 mk lompat ke lagi 1
    call kereta_lewat ;lompat ke kereta_lewat

lagi1:
    ret
end

```



n information

: Resky Tri Fandi CP.

ame : Program Trafic Train

: 0.0

SR3B101BD

ie in the module : 5 x 2 ms

DOG action : inactive

Hardware Input Filtering : Slow (3ms)

ng of module front panel

at : dd/mm/yyyy

ht Saving Time change activated

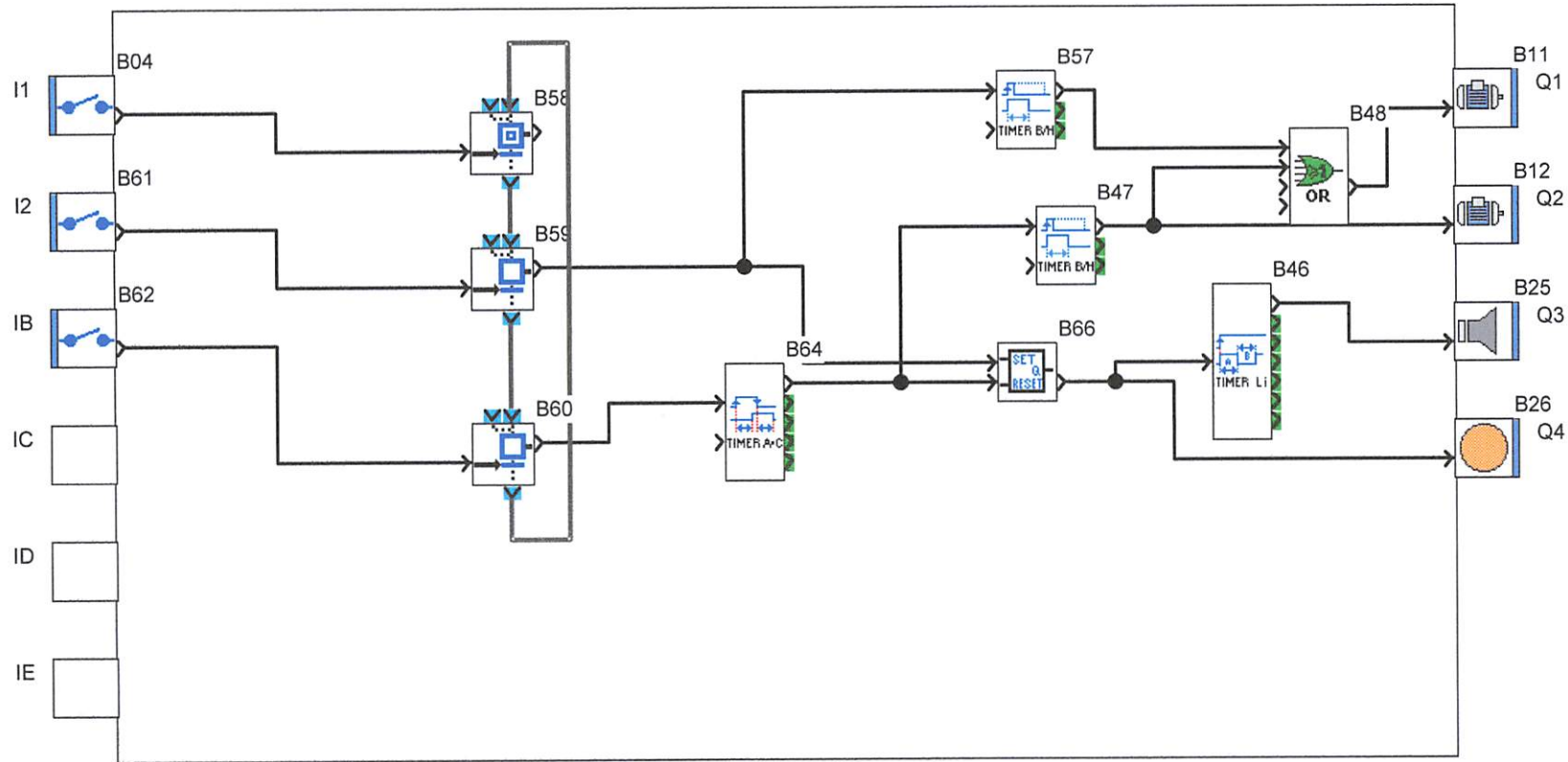
urope

o Daylight Saving Time : March, Last Sunday

o winter time : October, Last Sunday



Program diagram





I inputs

No	Symbol	Function	Lock	Parameters	Comment
304		Contact	—	No parameters	
361		Contact	—	No parameters	
362		Contact	—	No parameters	

I outputs

No	Symbol	Function	Comment
B11		Motor	
B12		Motor	
B25		Audible signal	
B26		Orange indicator light	

Variable functions

Symbol	Function	Lock	Latching	Parameters	Comment
	Cyclic timing	No	No	On time : 0H 0M 1S Off time : 0H 0M 1S Function Li - Continuous flashing	
	Timer B/H	No	No	On time : 0H 0M 2S Function B	
	Timer B/H	No	No	On time : 0H 0M 2S Function B	
	Timer	No	No	On time : 0H 0M 5S Off time : 0H 0M 0S	
	RS switching	—	—	Priority : RESET has priority	

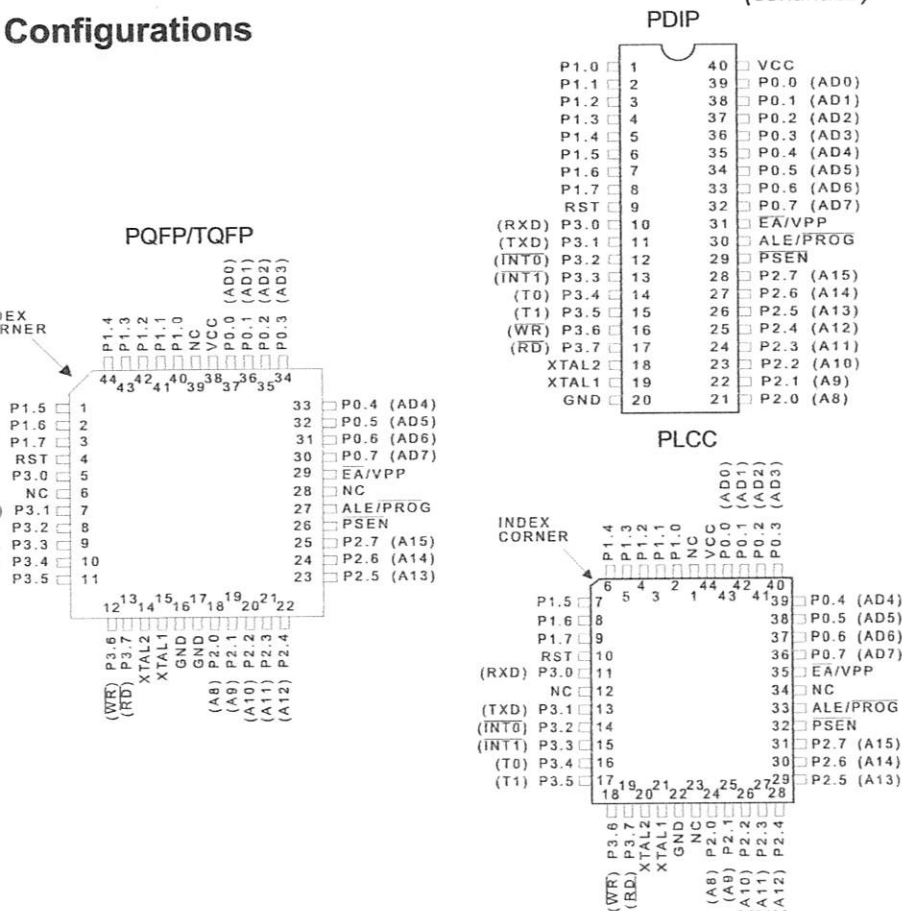
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
- Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Low Power Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Write-Level Program Memory Lock
- 2 x 8-Bit Internal RAM
- 8 Programmable I/O Lines
- 16-Bit Timer/Counters
- 5 Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K Bytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. The In-System Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with 4K Bytes of on-chip Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

Configurations



0265F-A-12/97

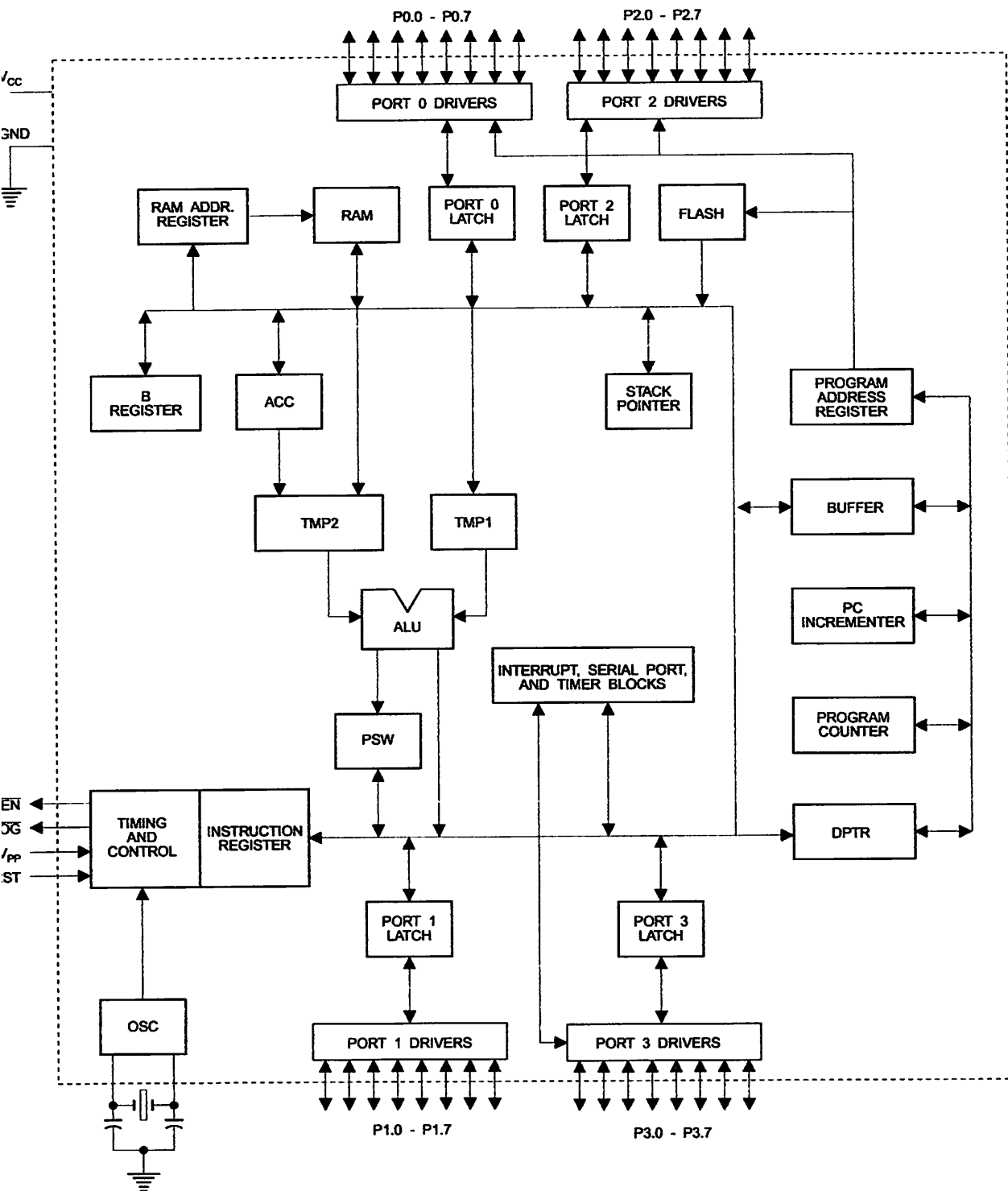


8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51



Diagram



AT89C51 provides the following standard features: 4K of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit counters, a five vector two-level interrupt architecture, duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuit. In addition, the AT89C51 is designed with static logic operation down to zero frequency and supports two low power saving modes. The Idle Mode halts the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next reset.

Description

Supply voltage.

and.

Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 1 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application it uses strong internal pullups

when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	\overline{WR} (external data memory write strobe)
P3.7	\overline{RD} (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/PROG

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.





the AT89C51 is executing code from external pro-
 memory, PSEN is activated twice each machine
 except that two PSEN activations are skipped during
 access to external data memory.

Program Memory Access Enable. EA must be strapped to GND in
 to enable the device to fetch code from external pro-
 memory locations starting at 0000H up to FFFFH.
 However, that if lock bit 1 is programmed, EA will be
 globally latched on reset.

EA should be strapped to VCC for internal program execu-

The device also receives the 12-volt programming enable volt-
 (/VPP) during Flash programming, for parts that require
 it VPP.

1
 Input to the inverting oscillator amplifier and input to the
 external clock operating circuit.

2
 Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively,
 of an inverting oscillator amplifier which can be configured for use as
 an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz
 crystal or ceramic resonator may be used. To drive the
 device from an external clock source, XTAL2 should be left
 unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2.
 There are no requirements on the duty cycle of the external
 signal, since the input to the internal clocking circuitry
 is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maxi-
 mum voltage high and low time specifications must be
 observed.

Idle Mode

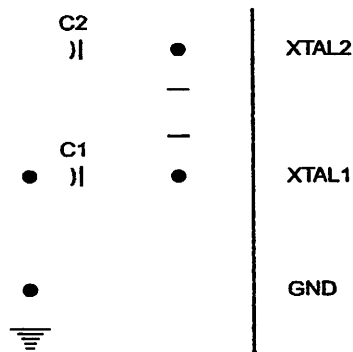
In Idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-
 chip peripherals remain active. The mode is invoked by
 software. The content of the on-chip RAM and all the spe-
 cial function registers remain unchanged during this
 mode. The Idle mode can be terminated by any enabled
 interrupt or by a hardware reset.

Status of External Pins During Idle and Power Down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Normal	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Normal	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power Down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power Down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

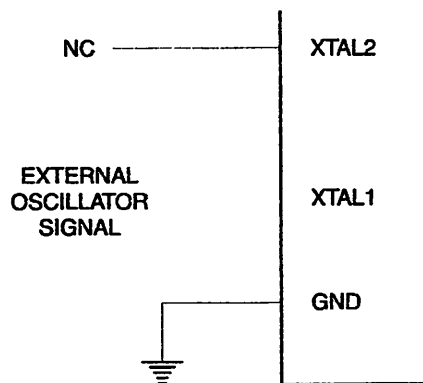
It should be noted that when Idle is terminated by a hard-
 ware reset, the device normally resumes program execu-
 tion, from where it left off, up to two machine cycles before
 the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware
 inhibits access to internal RAM in this event, but access to
 the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of
 an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by
 reset, the instruction following the one that invokes Idle
 should not be one that writes to a port pin or to external
 memory.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
 = 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power Down Mode

In power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. The reset redefines the SFRs but does not change the on-chip program memory. The reset should not be activated before V_{CC} is returned to its normal operating level and must be held low long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits			Protection Type
LB1	LB2	LB3	
U	U	U	No program lock features.
P	U	U	MOVX instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled.
P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled.
P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled.

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and is ready to be programmed. The programming interface supports either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage programming mode. The low voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective pin marking and device signature codes are listed in the following table.

	$V_{PP} = 12V$	$V_{PP} = 5V$
Side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=FFH	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. To program any non-erased byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of \overline{EA} be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 3 and 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89C51 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/ \overline{BSY} output signal. P3.4 is pulled low after \overline{ALE} goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.



Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back over the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is performed by observing that their features are enabled.

Erase: The entire Flash array is erased electrically using the proper combination of control signals and by pulling ALE/PROG low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of memory locations 030H,

031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(031H) = 51H indicates 89C51

(032H) = FFH indicates 12V programming

(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode	RST	PSEN	ALE/PROG	EA/V _{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data	H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data	H	L	H	H	L	L	H	H
Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	L
Erase	H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L

1. Chip Erase requires a 10-ms PROG pulse.

AT89C51

Figure 3. Programming the Flash

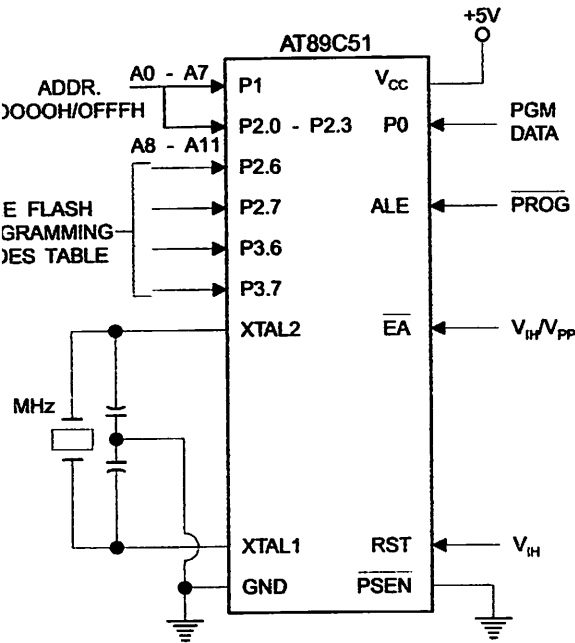
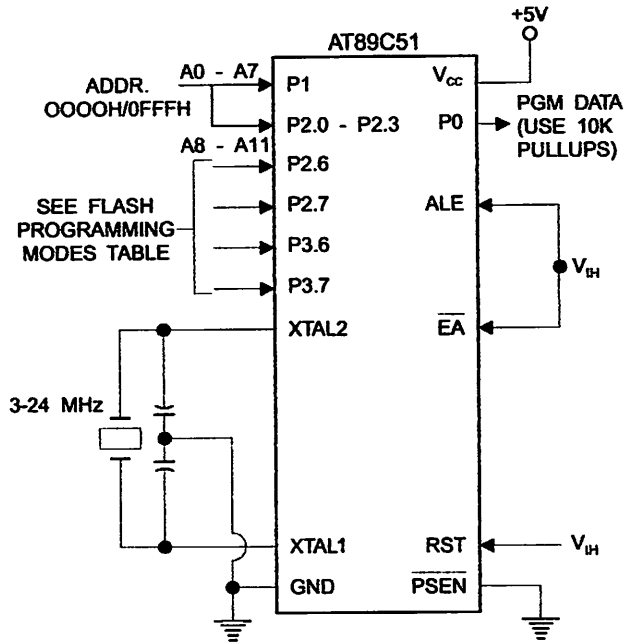


Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Characteristics

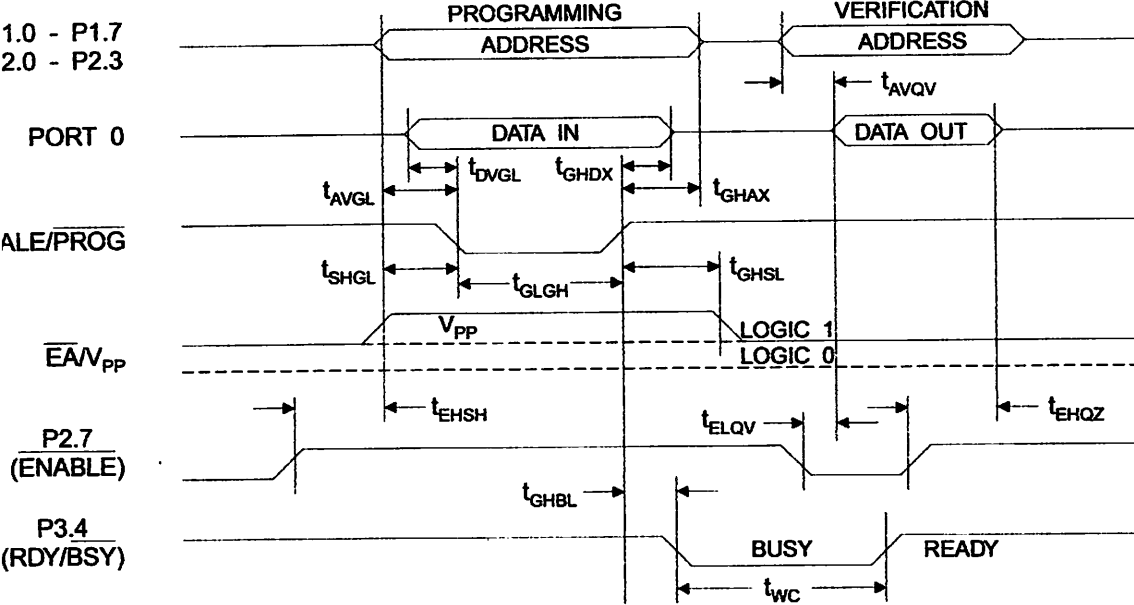
0°C to 70°C, $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{PE}	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I _{PE}	Programming Enable Current		1.0	mA
f _{CL}	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t _{AS}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t _{AH}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t _{DS}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t _{DH}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t _{PH}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t _{PL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t _{PL(1)}	V_{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t _{PH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t _{AV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t _{EV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t _{DZ}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	$48t_{CLCL}$	
t _{PL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t _{BC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

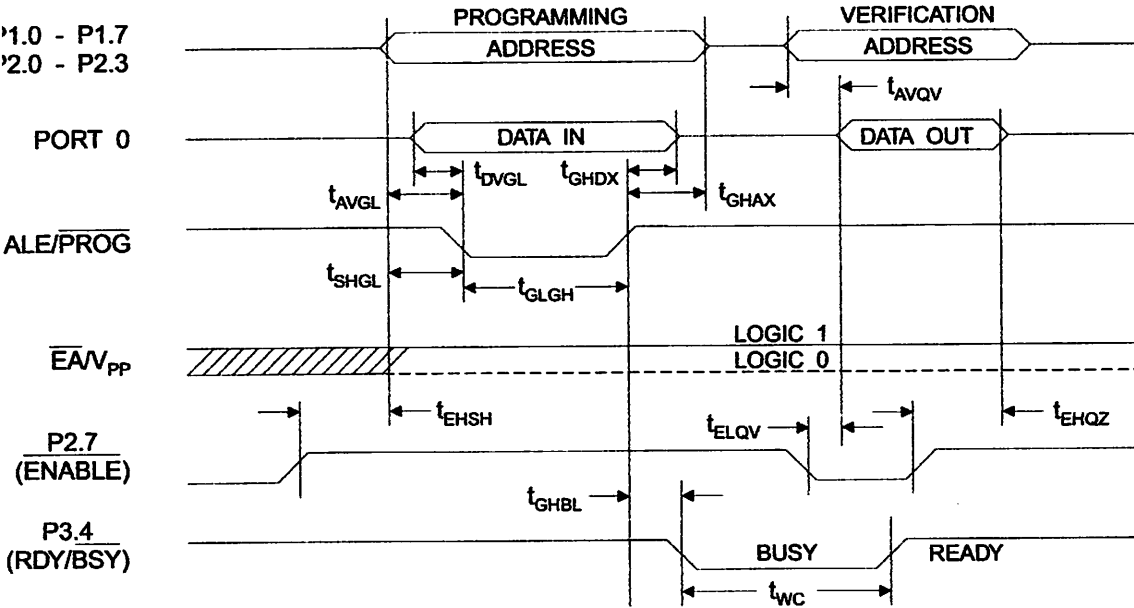
1. Only used in 12-volt programming mode.



Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode ($V_{PP} = 12V$)



Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode ($V_{PP} = 5V$)



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.6V
Output Current.....	15.0 mA

***NOTICE:** Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Characteristics

-40°C to 85°C, $V_{CC} = 5.0V \pm 20\%$ (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low Voltage	(Except $\bar{E}A$)	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
	Input Low Voltage ($\bar{E}A$)		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5V \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}, V_{CC} = 5V \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45V$		-50	μA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V \pm 10\%$		-650	μA
	Input Leakage Current (Port 0, $\bar{E}A$)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
T	Reset Pulldown Resistor		50	300	$K\Omega$
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power Down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6V$		100	μA
		$V_{CC} = 3V$		40	μA

1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA

Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA

Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power Down is 2V.



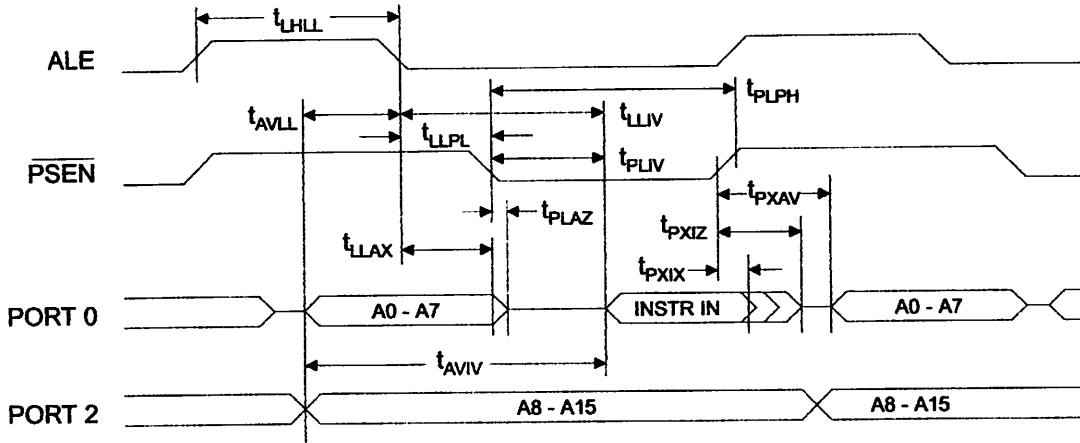
Characteristics

Operating Conditions; Load Capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; Load Capacitance for all other ports = 80 pF)

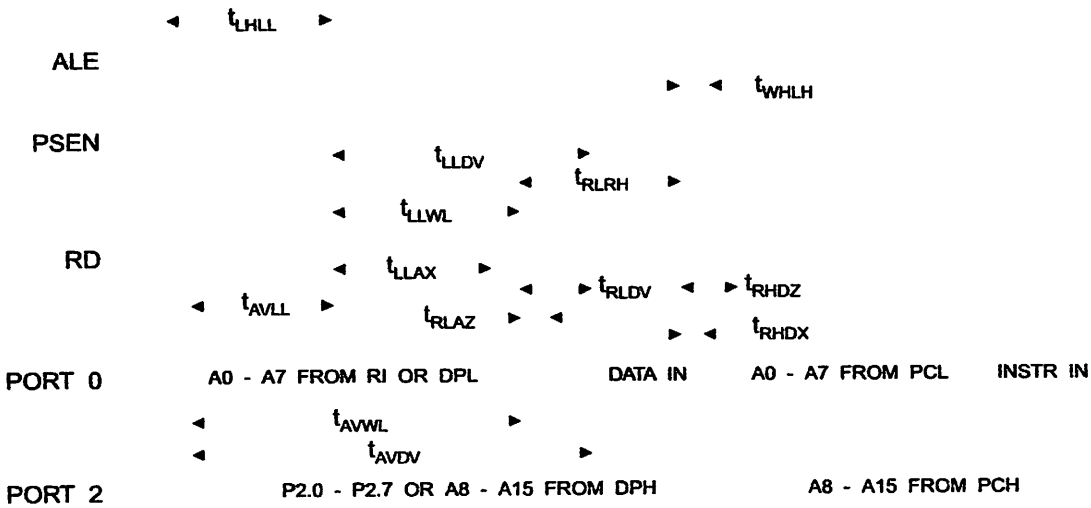
Normal Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
CL	Oscillator Frequency			0	24	MHz
	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-20$		ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-45$	ns
	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-10$	ns
v	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-55$	ns
Z	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
H	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
/H	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
v	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
X	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
Z	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
/	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
v	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
L	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
L	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
VX	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
VH	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-120$		ns
X	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
Z	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
.H	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-20$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns

Internal Program Memory Read Cycle

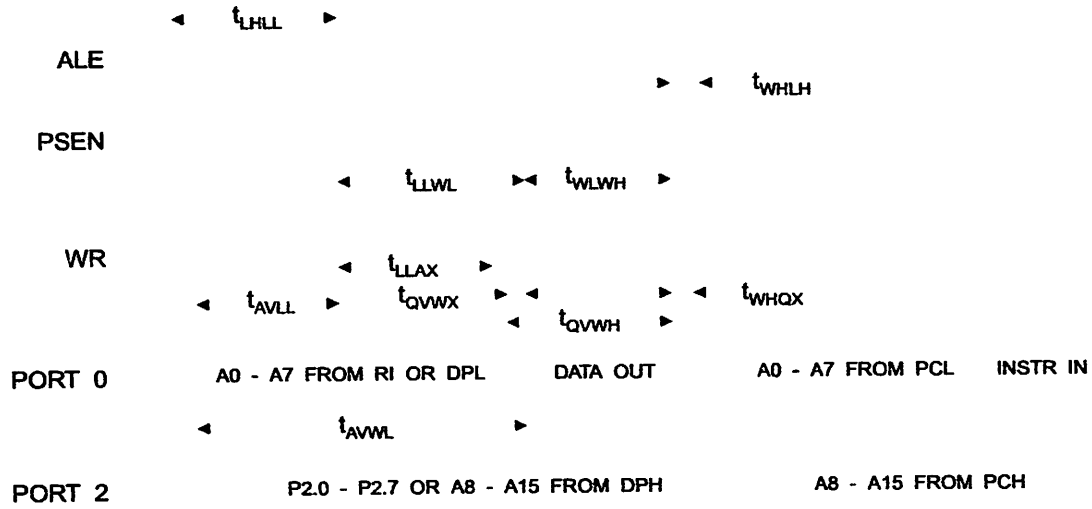


Internal Data Memory Read Cycle

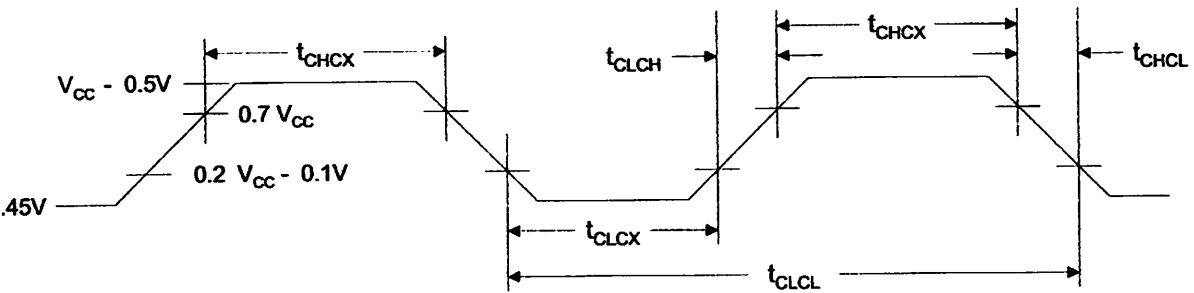




Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

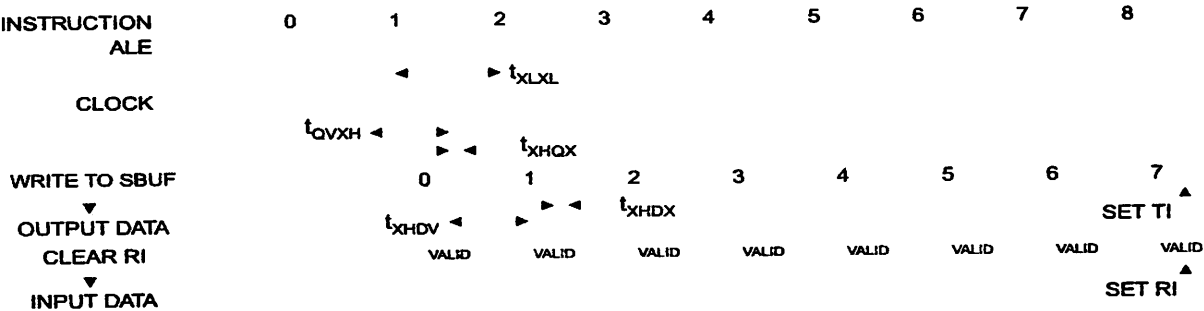
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
CL	Oscillator Frequency	0	24	MHz
CL	Clock Period	41.6		ns
CHX	High Time	15		ns
CLX	Low Time	15		ns
CH	Rise Time		20	ns
CL	Fall Time		20	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

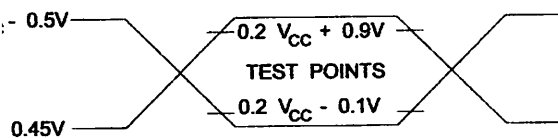
V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
	Min	Max	Min	Max	
Serial Port Clock Cycle Time	1.0		12t _{CLCL}		μs
Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		10t _{CLCL} -133		ns
Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		2t _{CLCL} -117		ns
Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		10t _{CLCL} -133	ns

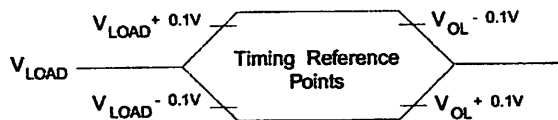
Shift Register Mode Timing Waveforms



Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



Float Waveforms⁽¹⁾



- AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

- Note:
- For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.



Operating Information

Speed (Hz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
2	5V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
		AT89C51-12AA	44A	Automotive (-40°C to 105°C)
		AT89C51-12JA	44J	
		AT89C51-12PA	40P6	
		AT89C51-12QA	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
		AT89C51-16AA	44A	Automotive (-40°C to 105°C)
		AT89C51-16JA	44J	
		AT89C51-16PA	40P6	
		AT89C51-16QA	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	

AT89C51

AT89C51

Ordering Information

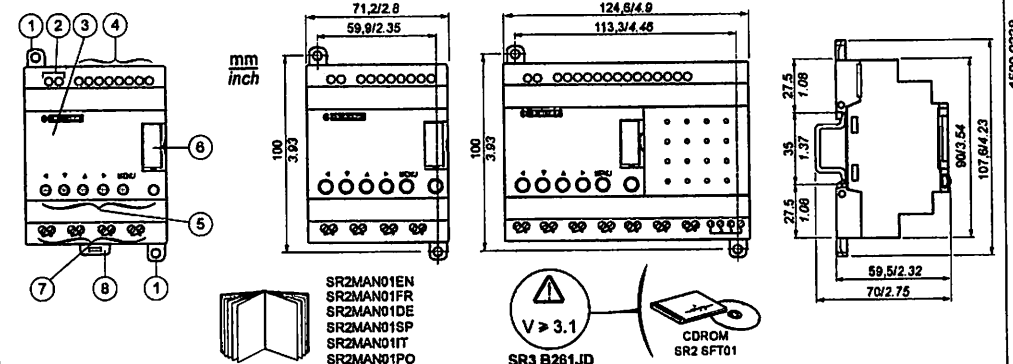
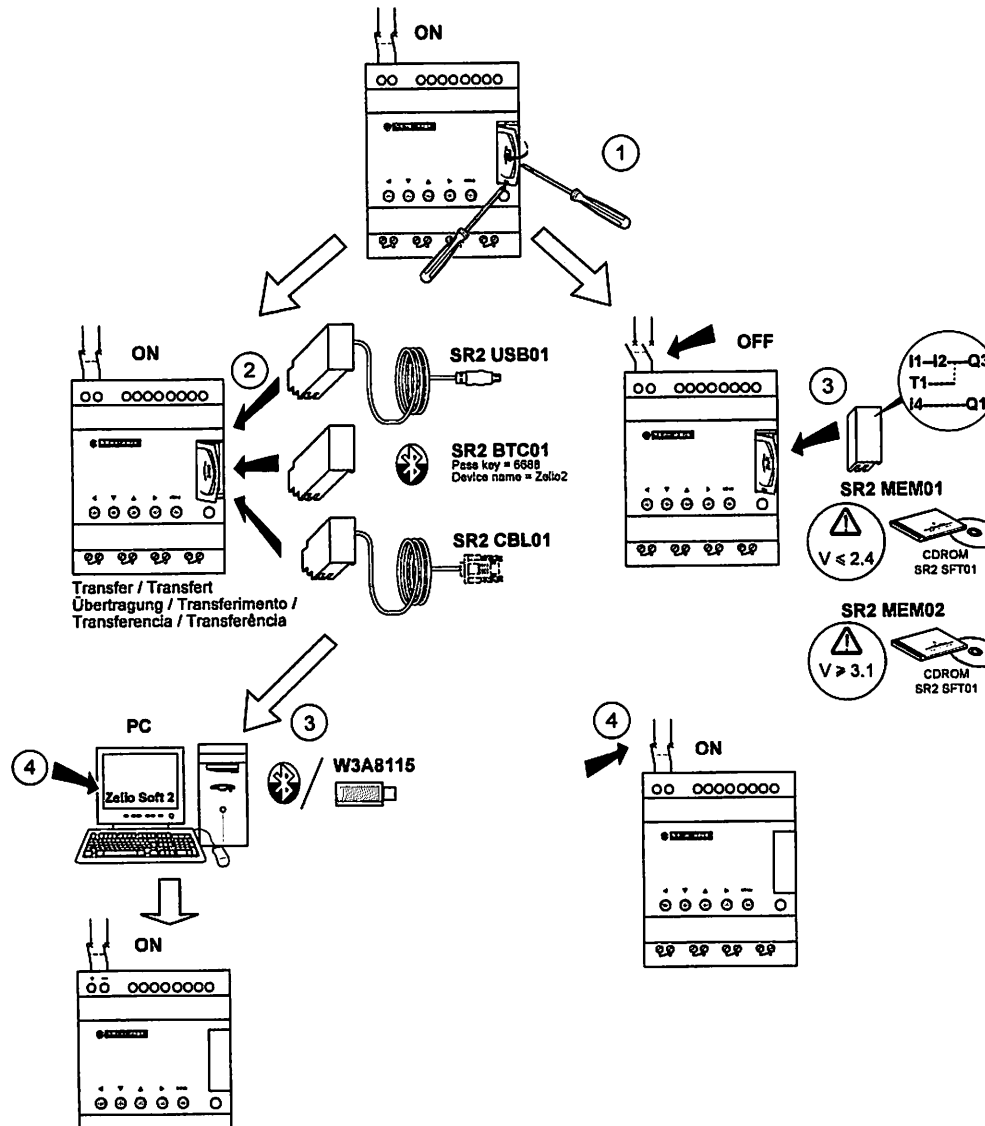
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)	
		AT89C51-24JC	44J		
		AT89C51-24PC	44P6		
		AT89C51-24QC	44Q		
			AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
			AT89C51-24JI	44J	
			AT89C51-24PI	44P6	
			AT89C51-24QI	44Q	

Package Type	
	44 Lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
	44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
6	40 Lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
	44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)



Only use special SR2 CBL01 or SR2 USB01 or SR2 BTC01 cable
 Utiliser uniquement le câble spécifique SR2 CBL01 ou SR2 USB01 ou SR2 BTC01
 Ausschließlich das spezielle Kabel SR2 CBL01 oder SR2 USB01 oder SR2 BTC01 verwenden
 Utilzar únicamente el cable específico SR2 CBL01 o SR2 USB01 o SR2 BTC01
 Utilzate soltanto il cavo specifico SR2 CBL01 oppure SR2 USB01 oppure SR2 BTC01
 Utilzar únicamente o cabo específico SR2 CBL01 ou SR2 USB01 ou SR2 BTC01

SR2 MEM01/02
 The memory can be removed. In every case, shut down the supply voltage BEFORE removing the memory module (EEPROM).
 La mémoire peut être retirée. Dans tous les cas, couper la tension d'alimentation AVANT de retirer la mémoire (EEPROM).
 Der Speicher kann herausgenommen werden. In allen Fällen ERST die Spannungsversorgung abschalten und DANACH den Speicher (EEPROM) herausnehmen.
 La memoria se puede extraer. En todos los casos, cortar la tensión de alimentación ANTES de extraer la memoria (EEPROM).
 La memoria può di togliere. Essere rimosse, interrompere la tensione di alimentazione PRIMA di togliere la memoria (EEPROM).
 A memória puede de retirar. Em todos os casos, desligar a tensão de alimentação ANTES de retirar a memória (EEPROM).



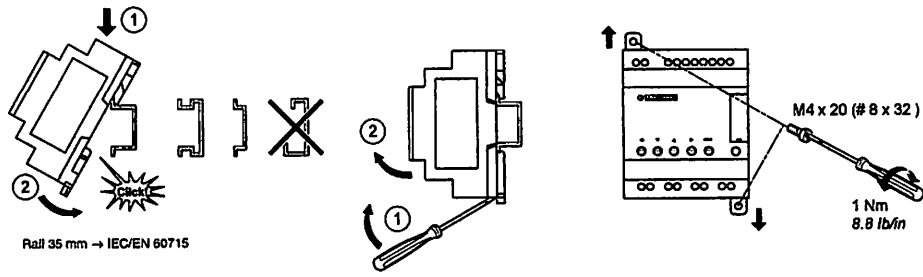
- Retractable mounting feet / Pattes de fixations retractables / Einzelbare Befestigungslaschen / Patas de fijaciones retractables / Asolo estraibíl di fissaggio / Patilhas de fixação retrácteis
- Power supply terminals / Borniers à vis d'alimentation / Schraubklemmen für die Anschlussspannung / Terminales de tornillos de alimentación / Morsettiere di alimentazione / Terminais de parafusos de alimentação
- LCD display / Afficheur LCD / LCD-Anzeige / Afficheur LCD / Pantalla LCD / Visualizzatore LCD / Visor LCD
- Input terminals / Borniers à vis des entrées / Schraubklemmen für die Eingänge / Terminales de tornillos de las entradas / Morsettiere a vite degli ingressi / Terminais de parafusos das entradas
- Navigation keys or Z pushbutton keys after configuration / Touches de navigations ou après configuration boutons poussoir Z / Navigationsasten bzw.nach Konfiguration Z-Drucktasten / Teclas de navegación o después de configuración pulsantes Z / Teasti di navigazione o dopo configurazione pulsanti Z / Teclas de navegação ou após configuração botões Z
- EEPROM cartridge or PC cable connection / Emplacement cartouche EEPROM ou câble de raccordement PC / Anschluss EEPROM-Speicher bzw. PC-Anschlußkabel / Emplazamiento del cartucho EEPROM o cable de conexión / Ubicazione cartuccia EEPROM o cavo di collegamento / Posição cartucho EEPROM ou cabo de ligação
- Output terminals / Borniers à vis des sorties / Schraubklemmen für die Ausgänge / Borne con tornillos de las salidas / Morsettiere a vite delle uscite / Caixa de terminais de parafusos das saídas
- 35 mm rail clip-in spring / Ressort de clipsage sur rail de 35 mm / Klemmfeder auf 35 mm Schiene / Resorte de engato sobre carril de 35 mm

IMPORTANT : This document provides installation instructions only. Refer to User Manual #SR2MAN01EN for complete Zelio 2 set-up, operation and software instructions. Those responsible for the application, implementation or use of this product must ensure that the necessary design considerations have been incorporated into each application, completely adhering to applicable laws, performance and safety requirements, regulations, codes and standards. The customer is responsible for all consequences of the application.

IMPORTANT : Ce document ne fournit que des instructions d'installation. Reportez-vous au Manuel Utilisateur #SR2MAN01FR pour des instructions concernant toute l'installation, le fonctionnement et la partie logicielle Zelio 2. Les responsables de l'application, de la mise en œuvre ou de l'utilisation de ce produit doivent s'assurer que les considérations nécessaires de conception ont été incorporées à chaque application, en parfaite adéquation aux lois, aux besoins de performance et de sécurité, la réglementation, aux normes et standards. Le client est responsable des conséquences de son application.

IMPORTANTE : Este documento solo contiene instrucciones para la instalación. Consulte el manual de Instrucciones #SR2MAN01SP para obtener informaciones más allá de la instalación, del funcionamiento y del programa Zelio 2. Los responsables de la aplicación, implementación o uso de este producto deben asegurarse que las consideraciones de diseño necesarias han sido incorporadas en cada aplicación, completamente de acuerdo con las leyes, requisitos de rendimiento y seguridad, regulaciones, códigos y modelos aplicables. El cliente es responsable de la consecuencia de su aplicación.

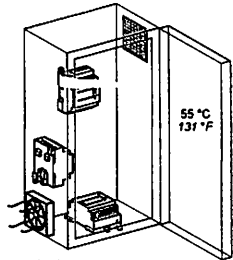
⚠ DANGER	⚠ DANGER	⚠ PELIGRO
HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION OR ARC FLASH - Turn power off before installing, removing, wiring or maintaining. Failure to follow this instruction will result in death or serious injury.	RISQUE D'ELECTROCUTION, D'EXPLOSION OU D'ARC ELECTRIQUE - Coupez l'alimentation avant d'installer, de câbler ou d'effectuer une opération de maintenance. Le non-respect de cette instruction entraînera la mort ou des blessures graves.	RIESGO DE ELECTROCUCION, DE EXPLOSION O DE ARCO - Desconecte la alimentación antes de realizar los procesos de instalación, cableado, o mantenimiento. Si no se respetan estas instrucciones, se producirán graves daños corporales o la muerte.
⚠ WARNING	⚠ AVERTISSEMENT	⚠ ADVERTENCIA
EXPLOSION HAZARD - According to CSA C22.2 No 213: This equipment is suitable for use in class I, division 2, groups A, B, C and D or non-hazardous locations only. Substitution of components may impair suitability for class I, division 2. - Confirm that the product power supply voltage and its tolerances are compatible with those of the network. - Do not disconnect equipment unless power has been switched off or the area is known to be non-hazardous. UNINTENDED EQUIPMENT OPERATION - This product is not intended for use in safety critical machine functions. Where personnel and/or equipment hazard exist, use appropriate hard-wired safety interlocks. - Do not disassemble, repair or modify the controller. - This controller is designed for use within an enclosure according to specifications described in these instructions in the paragraph on installation conditions. - Install the controllers in the operating environment conditions described below. Failure to follow this instruction can result in death, serious injury or equipment damage.	RISQUE D'EXPLOSION - Selon CSA C22.2 No 213: cet équipement est acceptable pour utilisation dans les endroits dangereux de classe I, division 2, groupes A, B, C et D ou non classifiés seulement. Le remplacement des composants peut affecter l'utilisation en classe I, division 2. - Assurez-vous que la tension d'alimentation du produit, avec ses tolérances, est compatible avec celles du réseau. - Assurez-vous que l'alimentation est coupée ou que la zone ne présente aucun danger avant de connecter l'équipement. OPERATION D'EQUIPEMENT NON INTENTIONNELLE - Ce produit ne doit pas être utilisé dans des fonctions critiques de machine de sûreté. Là où il existe des risques pour le personnel et/ou le matériel, utilisez les contacts de sécurité câblés appropriés. - Veuillez ne pas démonter, réparer, ni modifier le contrôleur. - Ce contrôleur logique doit être utilisé dans une enceinte fermée, selon les spécifications décrites dans cette notice, au paragraphe Conditions d'installation. - Installez les contrôleurs dans un environnement de fonctionnement normal, comme indiqué. Le non-respect de cette directive peut entraîner la mort, des lésions corporelles graves ou des dommages matériels.	RIESGO DE EXPLOSION - Según CSA C22.2 No 213: Este aparato está preparado para trabajar dentro de ambientes peligrosos de clase I, División 2, grupos A, B, C, y D o únicamente en lugares no peligrosos. Reemplazar componentes puede perjudicar la adecuación para la clase I, división 2. - Asegúrese de que la tensión de alimentación del producto y sus tolerancias son compatibles con las de la red eléctrica. - No conecte el equipo a menos que se haya eliminado la alimentación o que la zona no sea peligrosa. OPERACION DEL EQUIPO INVOLUNTARIA - Este producto no está diseñado para un uso en funciones críticas de una máquina de seguridad. Donde existan riesgos para el personal o el equipamiento, use circuitos de seguridad cableados adaptados. - No desmonte, repare ni modifique los productos. - Este producto está diseñado para un uso en un recinto cerrado, según las especificaciones que se describen en estas instrucciones, al apartado Condiciones de instalación. - Instale los productos en las condiciones de entorno de funcionamiento descritas. Si no se respetan estas precauciones pueden producirse graves lesiones, daños materiales o incluso la muerte.



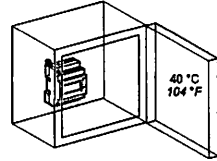
mm					
inch					
mm ²	0.25...2.5	0.25...0.75	0.2...2.5	0.2...2.5	0.2...1.5
AWG	24...14	24...18	25...14	25...14	25...18
	C	Nm	0.5	lb-in	4.5

	max 100 000		
≡ 12 V		8 / 5 A	2 A
≡ 24 V		8 / 5 A	2 A
~ 24 V		8 / 5 A	2 A
~ 100...240 V		8 / 5 A	3 A

Installation conditions / Conditions d'installation / Condiciones de instalación



Power factor (CSA Certification) 25 %
 Facteur de marche (Certification CSA) 25 %
 Factor de marcha (Certificación CSA) 25 %

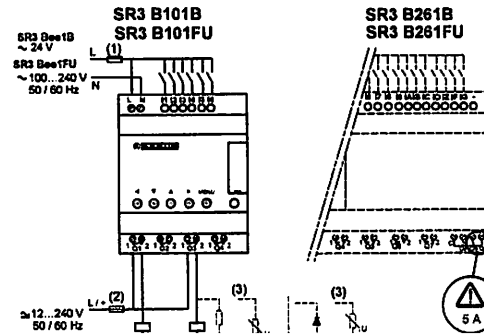
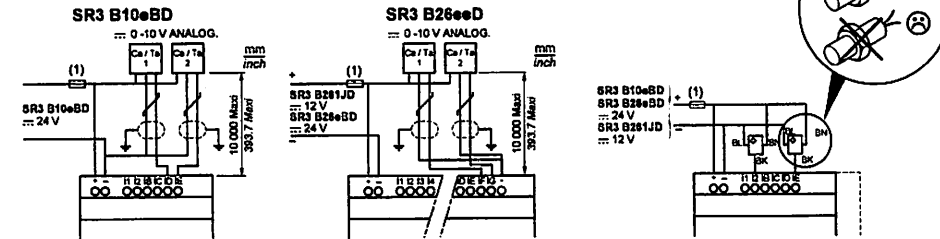
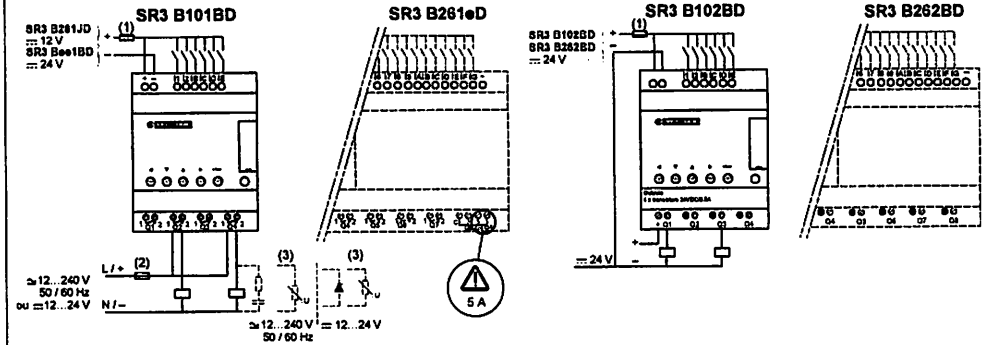
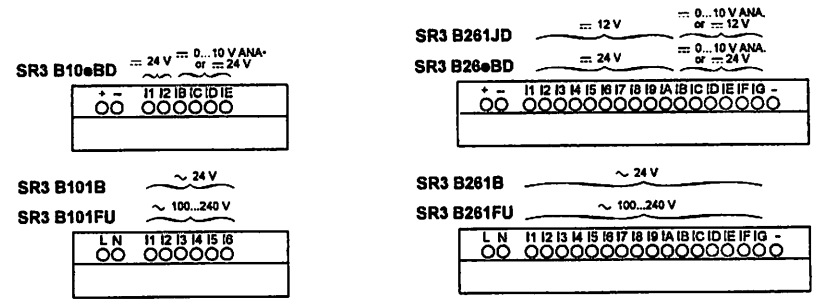


Service conditions

Conditions de fonctionnement

Condiciones de funcionamiento

Operating temperature (IEC 60068-2-7)	-20...+65 °C (-4 °F...+131 °F)	Température de fonctionnement (IEC 60068-2-7)	-20...+65 °C	Temperatura de funcionamiento (IEC 60068-2-7)	-20...+65 °C
Storage temperature (IEC 60068-2-27)	-40...+70 °C (-40 °F...+168 °F)	Température de stockage (IEC 60068-2-27)	-40...+70 °C	Temperatura de almacenamiento (IEC 60068-2-27)	-40...+70 °C
Relative Humidity (IEC 60068-2-33)	Level RH1, 30...95 % (non-condensing)	Humidité relative (IEC 60068-2-33)	Niveau RH1, 30...95 % (sans-condensation)	Humedad relativa (IEC 60068-2-33)	Nivel RH1, del 30...95 % (no condensante)
Pollution Degree (IEC 60529)	2 (IEC/EN 61131-2)	Degré de pollution (IEC 60529)	2 (IEC/EN 61131-2)	Grado de contaminación (IEC 60529)	2 (IEC/EN 61131-2)
Degree of Protection (IEC 60529)	IP 20 (IEC 60529)	Degré de protection (IEC 60529)	IP 20 (IEC 60529)	Grado de protección (IEC 60529)	IP 20 (IEC 60529)
Altitude (IEC 60068-2-27)	Operation: 0 to 2000 m (0...6562 ft) Transport: 0 to 3048 m (0...10000 ft)	Altitude (IEC 60068-2-27)	Fonctionnement : 0...2000 m Transport : 0...3048 m	Altitud (IEC 60068-2-27)	Utilización : 0...2000 m Transporte : 0...3048 m
Vibration resistance (IEC 60068-2-6)	Mounting on rail or panel 5...9 Hz, amplitude: 3.5 mm (0.14 in) 9...150 Hz, acceleration: 1 g 10 cycles/axis, 1 octave/minute	Tenue aux vibrations (IEC 60068-2-6)	En montage sur rail et panneau : 5...9 Hz, amplitude: 3.5 mm, 9...150 Hz, accélération: 1 g 10 cycles/axe, 1 octave/minute	Resistencia a las vibraciones (IEC 60068-2-6)	En montaje en carril y panel 5...9 Hz, amplitud: 3.5 mm 9...150 Hz, aceleración: 1 g 10 ciclos/ eje, 1 octava/ minuto
Shock resistance (IEC 60068-2-27)	147 m/sec ² (15 g), 11 ms duration, 3 shocks per axis.	Tenue aux chocs (IEC 60068-2-27)	147 m/sec ² (15 g), durée 11 msec, 3 chocs par axe sur les trois axes	Resistencia mecánica a los golpes (IEC 60068-2-27)	147 m/sec ² (15 g), duración 11 msec, 3 golpes por eje.
Enclosure material	Self-extinguishable	Matériau boîtier	Auto-extinguible	Material caja	Autoextinguible
Standard applicable/	IEC/EN 61131-2	Normes applicables/	IEC/EN 61131-2	Norma de aplicación/	IEC/EN 61131-2



- (1) 1 A quick-blowing fuse, circuit-breaker or circuit protector (US) / Fusible ultra rapide 1 A ou coupe circuit / Ultraschnellsicherung 1 A oder Geräteschutzsicherung / Fusible ultra rápido 1 A o Interruptor de circuito / Fusibile ultra rapido 1 A o interruttore / Fusível ultra-rápido 1 A ou corta-circuito.
- (2) Fuse, circuit-breaker or circuit protector (US) / Fusible ou coupe circuit / Ultraschnellsicherung oder Geräteschutzsicherung / Fusible o interruptor / Fusibile o interruttore / Fusível ou corta-circuito.
- (3) Inductive load / Charge inductive / inductive Last /