

TUGAS AKHIR

PENGAMAN BRANKAS DENGAN SISTEM PELAPORAN MELALUI SMS BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51



Disusun Oleh :

**Himawan.S
0352040**



**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGAMAN BRANKAS DENGAN SISTEM
PELAPORAN MELALUI SMS BERBASIS
MIKROKONTROLER AT89C51**



Disusun Oleh :

Himawan.S

0352040

Mengetahui

Ketua jurusan elektro DIII



(Ir. Chornul Saleh, MT)

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

(Bambang Prio H, ST, MT)

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
FALKUTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2007

CHAMPIONS

PERSEMBAHAN

LEAGUE

AL HAMD'ULILLAHIROBIL'ALAMIN saya ucapkan kepada ALLOH Ya'ala yauna tala melimpahkan niKMATNYA kepada kita. AL HAMD'ULILLAHIROBIL'ALAMIN saya ucapkan kepada ROS'ULULLOH S.A.W. Atas Berkah Rahimat ALLOH sehingga laporan tugas akhir ini yang berjudul PENGAMAN BRANGKAS DENGAN SISTEM PELAPORAN MELALUI SMS BERBASIS MIKRO-KONTROLER AT89C51 dapat terselesaikan dengan baik adika O'luang s'ama ber'ua sujud'ala'umma'wala'k'ul'usum' dan sujud'ala'umma'wala'k'ul'usum' meril'annu'ul'el'ala'umma'wala'k'ul'usum' dapat'ala'umma'wala'k'ul'usum'

terselesaikan dengan baik adika O'luang s'ama ber'ua sujud'ala'umma'wala'k'ul'usum' dan sujud'ala'umma'wala'k'ul'usum' meril'annu'ul'el'ala'umma'wala'k'ul'usum' dapat'ala'umma'wala'k'ul'usum' koro kabe konco 2 senggak ketulis jenenge siji 2

septimite gak cukup ngone ker' Terimakasih O'luang Dosen2 ITN kususny D III makasili bimbingannya

WASSALAM

STAR MILD

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
BAB II PENDAHULUAN	6
2.1. Brankan	6
2.2. Telepon Selular	7
2.2.1. Siemens	7
2.3. Format Data SMS	8
2.3.1. Prinsip Kerja SMS (Short Message Service)	8
2.3.1.1. PDU Untuk Kirim SMS ke SMS Centre	9
2.3.1.2. PDU Untuk SMS terima dari SMS Centre	16
2.3.2. AT Command	17
2.4. Mikro Kontroller	17
2.4.1. Konfigurasi PIN	19
2.4.2. Organisasi Memori	21
2.4.3. Isolator	22
2.4.4. Reset	23
2.5. Liquid Crystal Display (LCD)	24
2.6. Tombol Masukan (Keypad)	26

2.7. Transistor Sebagai Seklar	26
2.8. Driver Penggerak Seleraid dan Alarm.....	29
2.9. LED (Light Emiting Dioda)	30
2.10. Foto Dioda.....	31
2.11. Camparator	33
2.12. Sensor Suhu.....	33
2.13. PIN Out Telepon Seluler Siemens C35	34
2.14. Performasi SMS (Short Massage Service)	35
2.14.1. Delay and to End.....	35
2.14.1.1. Delay Transmisi	37
2.14.1.2. Delay Propogasi	38
2.14.1.3. Delay Antrian	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	40
3.1. Studi Literatur	40
3.2. Perancangan Alat	41
3.3. Pengujian dan Analisa Alat.....	41
3.4. Realiasi Alat Secara Keseluruhan	42
3.5. Analisis Data dan Pengambilan Kesimpulan.....	42
BAB IV PERANCANGAN ALAT	43
4.1. Penentuan Spesifikasi Alat.....	43
4.2. Perancangan Alat	44
4.3. Prinsip Kerja Alat.....	46
4.4. Perancangan Perangkat Keras	48
4.4.1. Rangkaian Kontrol Menggunakan AT 89 C51	48
4.4.2. Perancangan Liquid Crystal Display (LCD)	50
4.4.3. Rangkaian Tombol Masukan (Keyboard)	53
4.4.4. Rangkaian Driver Relai	55
4.4.5. Rangkaian Sensor Infrared	57

4.4.5.1. Rangkaian Pemancar (Transmitter).....	57
4.4.5.2. Rangkaian Penerima (Receiver).....	58
4.4.6. Rangkaian Sensor Infra Merah.....	61
4.4.6.1. Rangkaian Pemancar (Transmitter)	61
4.4.6.2. Rangkaian Penerima (Receiver)	62
4.4.7. Rangkaian Sensor Kebakaran	67
4.4.8. Antar Muka Mikro Kontroller Dengan Ponsel.....	69
4.5. Perancangan Perangkat Lunak	70
4.5.1. Diagram Alir Program Utama.....	70
4.5.2. Diagram Cek Keypad.....	73
4.6. Perhitungan Delay	74
4.6.1. Delay End to End	74
4.6.1.1. Perhitungan Delay Transmisi	74
4.6.1.2. Perhitungan Delay Propagasi.....	76
4.6.1.3. Perhitungan Delay Antrian	78
 BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	 81
5.1. Pengujian AT Command dan Format Data SMS Pada Telepon Selular	 82
5.2. Pengujian Rangkaian Driver Selenoid.....	84
5.3. Pengujian Rangkaian Sensor Geser.....	86
5.4. Pengujian Rangkaian Sensor Guncang.....	88
5.5. Pengujian Rangkaian Sensor Kebakaran.....	89
5.6. Pengujian Sistem Keseluruhan	92
5.7. Pengujian Waktu Tunda Pengiriman Data	95
 BAB VI PENUTUP	 99
6.1. Kesimpulan.....	99
6.2. Saran.....	100
 DARTAR PUSTAKA.....	 101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem penguncian brankas konvensional.....	6
Gambar 2.2	Contoh brankas dengan menggunakan metode penguncian Konvensional.....	7
Gambar 2.3	Blok Diagram MCS-51	18
Gambar 2.4	Susunan Pin AT89C51	19
Gambar 2.5	Struktur Memori MCS-51	22
Gambar 2.6	Rangkaian Osilator	23
Gambar 2.7(a)	Rangkaian <i>Reset</i>	24
Gambar 2.7(b)	Rangkaian Ekuivalen <i>Reset</i>	24
Gambar 2.8	Diagram blok LCD M1632	24
Gambar 2.9	<i>Keypad</i> dot matrik 4x4	26
Gambar 2.10	Rangkaian transistor sebagai saklar	27
Gambar 2.11	Titik jenuh dan titik putus pada garis beban dc.....	28
Gambar 2.12	Rangkaian <i>driver</i> penggerak solenoid dan alarm.....	29
Gambar 2.13	Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED	31
Gambar 2.14	Fotodiode.....	32
Gambar 2.15	Rangkaian Comparator.....	33
Gambar 2.16	Konfigurasi pin-pin sensor suhu IC LM35	34
Gambar 2.17	Susunan pinout Siemens C35	35
Gambar 2.18	<i>Delay end-to-end SMS</i> pada jaringan GSM	36
Gambar 4.1	Blok diagram sistem.....	45
Gambar 4.2	Minimum sistem AT89C51	49
Gambar 4.4	Antarmuka LCD dengan mikrokontroler AT89C51	51
Gambar 4.5	Rangkaian <i>Keypad</i>	54
Gambar 4.6	Rangkaian <i>driver</i> solenoid.....	55
Gambar 4.7	Rangkaian <i>driver</i> alarm.....	55
Gambar 4.8	Rangkaian pemancar infrared	58
Gambar 4.9	Rangkaian penerima infra red	59
Gambar 4.10	Rangkaian sensor kebakaran	67

Gambar 4.11	Antarmuka ponsel dengan mikrokontroler AT89C51.....	69
Gambar 4.12	Diagram alir program utama	71
Gambar 4.13	Diagram alir program cek <i>keypad</i>	73
Gambar 4.14	<i>Delay end-to-end</i> SMS pada jaringan GSM.....	74
Gambar 5.1	Blok diagram pengujian telepon seluler.....	82
Gambar 5.2	Hasil pengujian <i>AT Command</i>	83
Gambar 5.3	Blok diagram pengujian rangkaian <i>driver</i> relai untuk selenoid	85
Gambar 5.4	Rangkaian Kontrol	85
Gambar 5.5	Blok diagram pengujian sensor geser	86
Gambar 5.6	Rangkaian Sensor Geser, Sensor Getar.....	87
Gambar 5.7	Blok diagram pengujian sensor guncangan.....	88
Gambar 5.8	Blok diagram pengujian rangkaian sensor kebakaran.....	90
Gambar 5.9	Hasil Keluaran Pengukuran Tegangan	91
Gambar 5.10	Blok diagram pengujian keseluruhan.....	93
Gambar 5.11	Tampilan Hasil Pengujian Alat	94
Gambar 5.12	Pewak Tuan Pengiriman Data.....	97
Gambar 5.13	Grafik <i>delay</i> pengiriman data dari pukul 14.00-13.00.	97
Gambar 5.14	Grafik <i>delay</i> pengiriman data dalam 7 hari setiap pukul 13.00	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Beberapa Nomor SMS-Senter Code	10
Tabel 2.2 Beberapa Nomor SMS-Senter Internasional Code	10
Tabel 2.3 Rumus Untuk Menghitung Jangka Waktu Validitas SMS.....	13
Tabel 2.4 Skema 7 Bit Pada Telepon Seluler.....	15
Tabel 2.5 AT Command pada SMS	17
Tabel 2.6 Fungsi Pin-Pin LCD M1632	25
Tabel 2.7 Pin Out Konektor Siemen C35.....	35
Tabel 4.1 Fungsi Penyemat LCD	51
Tabel 4.2 Hubungan Antara Suhu Dn Tegangan Keluaran Sensor.....	69
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Relai Selenoid	86
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Sensor Geser	88
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Sensor Geser	89
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Sensor Suhu IC LM35	92
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Delay Mulai Pukul 14.00-13.00	96
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Delay Selama 7 hari Setiap Pukul 13.00	98

ABSTRAK

Pengaman Brankas Dengan Sistem Pelaporan Melalui SMS Berbasis Mikrokontroler AT89C51, Jurusan Teknik Elektro Diploma Tiga (3), Program Studi Teknik Energi Listrik, Nama Himawan s, Nim 03.52.040, Dosen Pembimbing : Bambang Prio H.ST,MT

Brankas merupakan salah satu peralatan efektif dan efisien yang sampai sekarang digunakan. beberapa bentuk pengamanan brankas sangat bermacam-macam mulai dari yang bersifat manual seperti *rotary number* sampai yang bersifat otomatis dengan data *password* sebagai masukan untuk membuka brankas tersebut. pengamanan manual dengan *rotary number*, kombinasi angka pengamanan bisa dideteksi cocok tidaknya dengan stetoskop yang ditempelkan dekat *rotary number* untuk mendengar suara klik sehingga dapat mengetahui angka *password* yang diputar sudah benar. dikembangkan sistem untuk memantau keadaan brankas setiap saat dari jarak jauh dengan menggunakan fasilitas SMS. brankas dilengkapi beberapa sensor sebagai pengaman brankas. Sensor tersebut terdiri dari sensor geser, sensor guncangan, sensor kebakaran, sensor pintu, dan *password* untuk membuka pintu brankas. sehingga dapat memberikan kemudahan dalam melakukan pengawasan bagi pemiliknya

Perencanaan diambil dari buku data komponen elektronika dan beberapa situs internet. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan disesuaikan dengan komponen yang ada dipasaran. Perancangan dan pengujian alat ini dibagi dalam dua hal, yang pertama perancangan dan pengujian perangkat keras dan yang kedua perancangan dan pengujian perangkat lunak untuk mengendalikan perangkat keras. Setelah rangkaian tiap blok diuji dan keluarannya sesuai yang direncanakan, serta perangkat lunak yang diberikan dapat mengendalikan perangkat keras, maka selanjutnya dilakukan penggabungan bagian tiap blok.

Pengembangan sistem pengamanan yang di buat pada sistem ini yaitu dengan melaporkan kondisi yang terjadi pada brankas dari jarak jauh dengan menggunakan fasilitas SMS (*Short Message Service*) yang ada pada telepon seluler. Kondisi tersebut antara lain brankas bergeser, brankas bergoncang, brankas akan mengalami kebakaran, dan *password* salah 3x berturut-turut. Selain *password* angka, alat ini juga dilengkapi sensor pintu dan sirine alarm sebagai pelengkap sistem keamanan brankas ini. Dengan sistem keamanan yang telah disebutkan diatas, pemilik tidak perlu terus-menerus berada di dekat brankas karena dapat memantaunya melalui telepon seluler. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan alat ini dikemudian hari. menggunakan sistem cadangan daya, memodifikasi *password*, dapat digunakan telepon seluler yang menggunakan jaringan GSM yang berinterkoneksi dengan telepon seluler yang menggunakan jaringan CDMA.

Kata kunci : Brankas, Sms, Sensor, AT89C51.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Uang, surat berharga, perhiasan merupakan beberapa contoh barang-barang yang tidak boleh kita letakkan begitu saja di sembarang tempat. Demi keamanan, salah satu peralatan yang biasa digunakan oleh masyarakat untuk menyimpan barang-barang tersebut adalah brankas.

Brankas merupakan salah satu peralatan efektif dan efisien yang sampai sekarang digunakan di sejumlah Bank, di Perusahaan-perusahaan, dan bisa saja diletakkan di salah satu ruangan dalam rumah. Bank menaruh uang tunai atau surat berharga para konsumennya di dalam brankas, perusahaan menyimpan surat berharga dan bahkan gaji para pegawainya di dalam brankas, masyarakat juga sudah ada yang menggunakan brankas di dalam rumahnya untuk menyimpan uang surat-surat, perhiasan sampai barang-barang yang menurut mereka sangat berharga.

Saat ini dikenal beberapa bentuk pengamanan brankas sangat bermacam-macam mulai dari yang bersifat manual seperti *rotary number* sampai yang bersifat otomatis dengan data *password* sebagai masukan untuk membuka brankas tersebut. Kelemahan dari cara pengamanan manual dengan *rotary number*, kombinasi angka pengamanan bisa dideteksi cocok tidaknya dengan stetoskop yang ditempelkan dekat *rotary number* untuk mendengar suara klik sehingga para pencuri mengetahui angka *password* yang diputar sudah benar. (Yoga amigra, Brawijaya, 2006)

Dikembangkan sistem untuk memantau dan melaporkan keadaan brankas setiap saat dari jarak jauh dengan menggunakan fasilitas SMS (*Short Message Service*) pada telepon seluler. Sistem pengaman brankas ini akan melaporkan kejadian-kejadian jika ada orang yang tidak berhak melakukan proses pembukaan secara paksa, brankas bergeser dari tempatnya, brankas bergoncang ataupun akan mengalami kebakaran, *password* yang diisikan melalui *keypad* yang tersedia pada pintu brankas salah tiga kali berturut-turut. Bila kejadian-kejadian diatas terjadi maka alarm akan berbunyi dan juga akan mengirimkan laporan berupa SMS (*Short Message Service*) kepada telepon seluler pemilik brankas.

Dengan demikian pemilik brankas dapat melakukan kegiatan seperti ataupun aktifitas lainnya tanpa perlu takut akan keamanan brankasnya.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada:

- a. Bagaimana merancang alat pengaman brankas yang dapat memberikan laporan melalui SMS berbasis mikrokontroler AT89C51
 - b. Bagaimana merancang suatu kunci brankas berpassword dengan masukan dari *keypad* untuk ditampilkan pada *display* LCD
 - c. Bagaimana merancang dan menguji *driver* dari mikrokontroler AT89C51 dan dihubungkan dengan solenoid dan alarm
 - d. Bagaimana merancang dan menguji sensor-sensor pada brankas dan dihubungkan dengan mikrokontroler AT89C51
-

- e. Bagaimana menyusun perangkat lunak/*software* yang mendukung kerja *hardware* secara baik

1.3 Tujuan

Merancang sistem pengamanan brankas yang dapat memberikan kemudahan dalam melakukan pengawasan bagi pemiliknya dengan menggunakan fasilitas SMS

1.4 Batasan masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang dijelaskan diatas, maka penulisan tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Jenis telepon seluler yang digunakan adalah Siemens C35 dan alat bekerja saat kondisi dimana telepon seluler dapat berfungsi
 - b. Tidak membahas tentang sistem internal dari telepon seluler.
 - c. Tidak membahas tentang operator telepon seluler, jaringan telepon yang digunakan dan mekanisme pembayaran jasa operator telepon seluler.
 - d. Tidak membahas sumber dari catu daya yang digunakan alat.
 - e. Alat yang dibuat hanya sebatas miniatur
 - f. Tidak membahas komponen internal dari IC penyusun.
 - g. Layanan SMS yang digunakan dalam alat ini diasumsikan berlangsung tanpa adanya hambatan (teknis dan nonteknis) seperti : *blank spot*, baterai habis, SMS tertolak dan sebagainya, hanya menghitung *delay* pada jaringan SMS.
 - h. Tidak membahas perangkat lunak (*software*) secara mendetail.
-

.1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian atau langkah – langkah yang dilakukan, didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Dapat dilalui melalui tahapan – tahapan sebagai berikut.

1. Studi literature

Studi literature yang mempelajari teori – teori yang berkaitan mengenai cara kerja komponen – komponen yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat pengaman brangkas dengan sistem pelaporan melalui sms berbasis MK AT89S51.

2. Perancangan alat

Rancangan ini disesuaikan dengan fungsi dari komponen-komponen yang akan digunakan sesuai dengan literatur yang dipelajari sehingga terbentuk rangkaian elektronika yang siap direalisasikan.

3. Pengujian dan analisis alat

Pengujian alat ini meliputi pengujian perangkat keras maupun perangkat lunak.

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan sistem SMS (*Short Message Service*) pada ponsel, format data SMS, sistem pentransmisian data dan dasar teori dari perangkat keras yang dirancang.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang langkah-langkah proses perancangan alat

BAB IV PERANCANGAN ALAT

Pada bab ini akan membahas mengenai perhitungan , perencanaan dan pembuatan alat.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan diisi oleh hasil pengujian alat dari setiap blok maupun secara keseluruhan dari alat tersebut.

BAB VI KESIMPULAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan-kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan dan saran-saran agar dapat dikembangkan lebih lanjut bila ada kekurangannya.



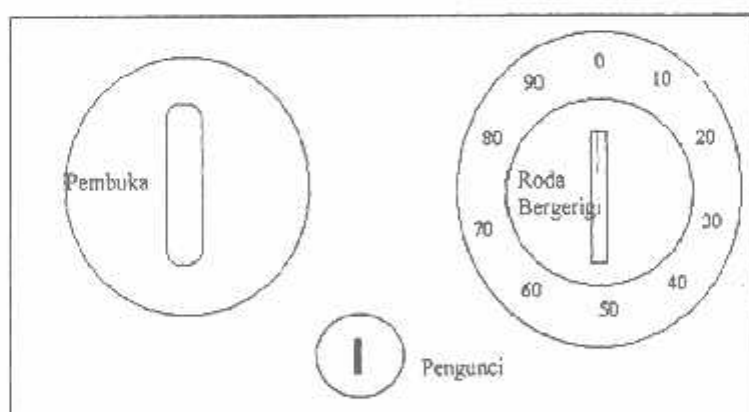
BAB II

TEORI DASAR

2.1. Brankas

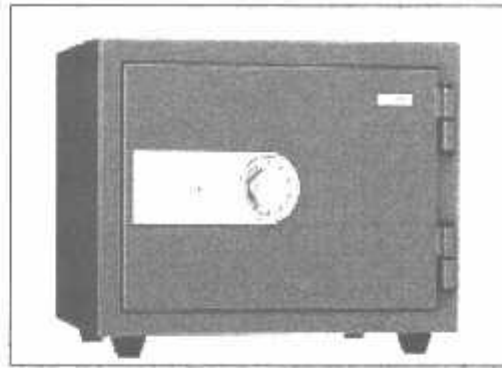
Selama ini brankas yang tersedia di pasaran pada umumnya terbuat dari bahan besi dengan menggunakan sistem penguncian berupa roda bergerigi dengan password berupa angka. Sistem roda bergerigi ini dilengkapi dengan pemutar yang digerakkan ke kanan dan ke kiri sesuai dengan kode yang ditentukan. Jika password sudah benar maka saklar pembuka dapat diaktifkan namun jika password salah maka saklar tidak dapat diaktifkan sehingga pintu tidak dapat terbuka. Sedangkan penguncian dilakukan dengan menggunakan metode penguncian konvensional yaitu dengan menggunakan kunci yang dapat diduplikat. (Yoga Anugra, Brawijaya, 2006).

Mekanisme sistem roda bergerigi brankas ukuran 20 x 30 ditunjukkan dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem penguncian brankas konvensional

Sedangkan gambar 2.2 adalah contoh brankas dengan menggunakan metode penguncian konvensional



Gambar 2.2 Contoh brankas dengan menggunakan metode penguncian konvensional
Sumber: [www. Safety box..com](http://www.Safetybox.com)

2.2. Telepon Seluler

Telepon Seluler (Ponsel) adalah suatu jenis telepon bergerak yang menggunakan teknologi sel sebagai akses komunikasinya sehingga memudahkan seseorang untuk berkomunikasi dimanapun dan dalam kondisi apapun. Sebuah ponsel dapat mengirim dan menerima data suara menggunakan pemancar RF. Dengan adanya ponsel, maka komunikasi lebih mudah dan lebih efisien tetapi sedikit lebih mahal. Seiring perkembangan teknologi di bidang *mobile* sistem, ponsel tidak hanya mengirim data suara tetapi juga data karakter yang biasa disebut SMS (*Short Message Service*). Disamping itu, pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan ponsel tidak hanya dapat berkomunikasi antara sesama ponsel, tetapi juga dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. Hal ini menyebabkan kita dapat melakukan pentransferan data antara ponsel dan mikrokontroler.

2.2.1 Siemens

Siemens merupakan salah satu merek ponsel yang dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui port serial, sehingga suatu pentransferan data dapat terjadi antara

mikrokontroler dengan ponsel merk Siemens tersebut. Melalui pentransferan data ini pengguna ponsel dapat mengirim atau menerima suatu pesan singkat (SMS). Untuk dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler, siemens dilengkapi dengan *internal* modem yang dapat mengenali *AT Command*. (Bustam,2002)

2.3. Format Data SMS

SMS (*Short Message Service*) merupakan sebuah mekanisme pengiriman pesan singkat melalui jaringan bergerak (*mobile network*). Panjang maksimum dari sebuah pesan singkat adalah 160 karakter, fasilitas ini disediakan oleh jaringan telepon seluler. Sebenarnya panjang pesan maksimum yang dapat dikirimkan melalui SMS adalah 140 karakter. Teknik ini bertumpu pada keadaan bahwa kode karakter ASCII alfanumerik yang mempunyai lebar data 7 bit (bit ke-7 selalu bernilai 0 sehingga bisa diabaikan). Teknik kompresi *septet to oktet* dilakukan dengan menyisipkan bit-bit LSB karakter selanjutnya ke dalam bit-bit MSB dari data sebelumnya secara berkesinambungan.

Ada dua cara pengiriman dan penerimaan SMS, yaitu dengan menggunakan mode teks dan mode PDU. Mode teks tidak terdapat pada beberapa telepon seluler, maka digunakan pesan SMS dengan mode PDU dan tidak membahas mode yang lain. PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang terdiri atas: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. (Bustam,2002)

2.3.1 Prinsip kerja SMS (*Short Message Service*)

Dibalik tampilan menu-menu SMS dalam telepon seluler sebenarnya adalah *AT Command* yang bertugas mengirim, menerima dan menghapus data dari dan ke SMS *centre*. *AT Command* tiap-tiap perangkat SMS bisa berbeda-beda tergantung dari jenis

telepon seluler, akan tetapi pada dasarnya sama berdasarkan fungsinya. Data-data yang mengalir ke dan dari *SMS-centre* berbentuk PDU (*Protocol Data Unit*). PDU ini berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa input output. PDU tersebut terdiri dari beberapa *header*. *Header* untuk mengirim SMS ke *SMS-centre* berbeda dengan SMS yang diterima dari *SMS-centre*.(Bustam,2002)

2.3.1.1 PDU untuk kirim SMS ke *SMS-Centre*

Format PDU untuk mengirim SMS terdiri atas delapan *header*, yaitu sebagai berikut :

1. Nomor *SMS-Centre*

Header pertama ini terbagi atas tiga *subheader*, yaitu :

- a. Jumlah pasangan heksadesimal *SMS-Centre* dalam bilangan heksa.
- b. Kode *National/International*.
 - Untuk *National*, kode *subheader*-nya yaitu 81
 - Untuk *International*, kode *subheader*-nya yaitu 91
- c. Nomor *SMS-Centre*-nya sendiri, dalam pasangan heksa dibalik-balik. Jika tertinggal satu angka heksa yang tidak memiliki pasangan, angka tersebut akan dipasangkan dengan huruf F di depannya. Contoh: untuk nomor *SMS-Centre* Telkomsel dapat ditulis dengan 2 cara yaitu :

- Cara 1, 0818445009 diubah menjadi:

- 1) 06 → ada 6 pasang
- 2) 81 → 1 pasang
- 3) 80-81-44-05-90 → 5 pasang

Total ada 6 pasang. Di gabung menjadi : 06818081440590

- Cara 2, 62818445009 diubah menjadi:
 - 1) 07 → ada 7 pasang
 - 2) 91 → 1 pasang
 - 3) 26-18-48-54-00-F9 → 6 pasang

Total ada 7 pasang. Digabung menjadi : 07912618485400F9

Berikut ini beberapa nomor SMS-Centre operator seluler di Indonesia.

Tabel 2.1 Beberapa nomor SMS-Centre National Code

No	Operator Seluler	SMS-Centre No	Kode PDU
1.	Telkomsel	0811000000	068180110000F0
2.	Satelindo	0816125	0581806121F5
3.	Excelcom	0818445009	06818081440590
4.	Indosat-M3	0855000000	06818055000000

Sumber : Bustam, 2002 : 10

Tabel 2.2 Beberapa nomor SMS-Centre International Code

No	Operator Seluler	SMS-Centre No	Kode PDU
1.	Telkomsel	62811000000	06912618010000
2.	Satelindo	62816124	059126181642
3.	Excelcom	62818445009	07912618485400F9
4.	Indosat-M3	62855000000	07912658050000F0

Sumber : Bustam, 2002 : 11

2. Tipe SMS

Untuk tipe SMS kirim = 1, jadi bilangan heksanya adalah 01

3. Nomor Referensi

Nomor referensi ini dibiarkan dulu 0, jadi bilangan heksanya adalah 00. Nomor referensi ini akan diberikan secara otomatis oleh ponsel tersebut.

4. Nomor Ponsel Penerima

Header ini juga terbagi menjadi 3 bagian :

- a. Jumlah bilangan desimal nomor ponsel yang dituju dalam bilangan heksa
- b. *National/International Code*
 - Untuk *National*, kode *subheader*-nya yaitu 81
 - Untuk *International*, kode *subheader*-nya yaitu 91
- c. Nomor ponsel yang dituju, dalam pasangan heksa dibalik. Jika tertinggal satu angka heksa atau tidak memiliki pasangan, angka tersebut dipasangkan dengan huruf F di depannya.

Contoh untuk nomor ponsel yang dituju 628129573337 dapat ditulis dengan dua cara, yaitu sebagai berikut :

- Cara 1, 08129573337 diubah menjadi :

- a. 0B → ada 11 angka
- b. 81
- c. 80-21-59-37-33-F7

Sehingga digabung menjadi : 0B818021593733F7

- Cara 2, 628129573337 diubah menjadi :

- a. 0C → ada 12 angka
- b. 91
- c. 26-18-92-75-33-73

Sehingga digabungkan menjadi : 0C91261892753373

5. Bentuk SMS, antara lain :

0 → 00 → dikirim sebagai SMS.

1 → 01 → dikirim sebagai *telex*.

2 → 02 → dikirim sebagai *fax*.

Dalam hal ini, untuk mengirim dalam bentuk SMS tentu saja harus memakai kode heksa 00.

6. Skema *Encoding Data I/O*

Ada dua skema, yaitu :

a. Skema 7 bit, ditandai dengan angka 0 → 00

b. Skema 8 bit, ditandai dengan angka lebih besar dari 0 kemudian diubah ke heksa.

Kebanyakan ponsel/SMS *Gateway* yang ada di pasaran sekarang menggunakan skema 7 bit sehingga kita menggunakan kode 00

7. Jangka waktu/waktu validitas

Jika jangka waktu validitas diabaikan, itu berarti tidak membatasi waktu berlakunya SMS. Sedangkan jika diisi dengan suatu bilangan integer yang kemudian diubah ke pasangan heksa tertentu, bilangan yang diberikan tersebut akan mewakili jumlah waktu validitas SMS tersebut. Rumus untuk menghitung jangka waktu validitas SMS adalah sebagai berikut :

Integer (INT)	Jangka Waktu Validitas SMS
0 – 143	$(INT + 1) \times 5$ menit (berarti : 5 menit s/d 12 jam)
144 – 167	12 jam + $((INT - 143) \times 30)$ menit
168 – 196	$(INT - 166) \times 1$ hari
197 – 255	$(INT - 192) \times 1$ minggu

Tabel 2.3 Rumus untuk Menghitung Jangka Waktu Validitas SMS
Sumber : Bustam, 2002 : 13

8. Isi SMS

Header ini terdiri atas dua *subheader*, yaitu :

- a. Panjang isi (jumlah huruf dari isi)

Misalnya : untuk kata “hello”, ada 5 huruf maka penulisannya 05

- b. Isi berupa pasangan bilangan heksa

Untuk ponsel/SMS *gateway* berskema *encoding* 7 bit, jika mengetik suatu huruf dari keypadnya, berarti telah membuat 7 angka I/O berturutan. Skema 7 bit tersebut diperlihatkan pada Tabel 2.4.

langkah yang harus dilakukan untuk mengkonversikan isi SMS, yaitu:

Langkah pertama : mengubah menjadi kode 7 bit.

Langkah kedua : mengubah kode 7 bit menjadi 8 bit, yang diwakili oleh pasangan heksa.

Contoh untuk kata “hello”

Langkah pertama :

Bit	7	1
h	110	1000
e	110	0101
l	110	1100
l	110	1100
o	110	1111

Langkah Kedua:

	E	8
h	<u>1</u> 110	1000
	3	2
e	<u>00</u> 11	0010 1
	9	B
l	<u>100</u> 1	1011 00
	F	D
l	<u>1111</u>	1101 100
	0	6
o	<u>0000</u> <u>0</u> 110	1111

Oleh karena total 7 bit x 5 huruf = 35 bit, sedangkan yang kita perlukan adalah 8 bit x 5 huruf = 40 bit, maka diperlukan 5 bit *dummy* (sisa) yang diisi dengan bilangan 0. Setiap 8 bit mewakili suatu pasangan heksa. Tiap 4 bit mewakili suatu angka heksa. Dengan demikian kata "hello" hasil konversinya menjadi E8329BFD06.

Tabel 2.4 Skema 7 Bit SMS pada Telepon Seluler

				b7	0	0	0	0	1	1	1	1
				b6	0	0	1	1	0	0	1	1
				b5	0	1	0	1	0	1	0	1
b4	b3	b2	B1		0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	@	Δ	SP	0	-	P	"	p
0	0	0	1	1			!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	\$	Φ	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3		Γ	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4		Λ		4	D	T	d	t
0	1	0	1	5		Ω	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6		Π	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7		Ψ	.	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8		Σ	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9		Θ	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	LF	Ξ	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11			+	;	K	Ä	k	ä
1	1	0	0	12			,	<	L	Ö	l	ö
1	1	0	1	13	CR		-	=	M		m	
1	1	1	0	14		β	.	>	N	Ü	n	ü
1	1	1	1	15			/	?	O		o	

Sumber : Bustam, 2002 : 15

2.3.1.2 PDU untuk SMS Terima dari SMS-Centre

Terdapat 8 *header* untuk menerima SMS yang pada prinsipnya hampir sama dengan 8 *header* untuk mengirim SMS. *Header* tersebut meliputi:

1. Nomor SMS-Centre
2. Tipe SMS untuk SMS-terima = 4 menjadi 04
3. Nomor ponsel pengirim
4. Bentuk SMS
5. Skema *Encoding*
6. Tanggal dan waktu SMS di SMS-Centre

Diwakili oleh 12 bilangan heksa (6 pasangan) yang berarti : yy/mm/dd hh:mm:ss.

Misalnya : 207022512380 yang berarti 02/07/22 15:32:08 atau 22 Juli 2002 15:32:08 WIB.

7. Batas waktu validitas, jika tidak dibatasi dilambangkan dengan 00
8. Isi SMS.

Contoh untuk kode PDU sebagai berikut 07912658050000F0,04,0C91265816107398,00,00,207022512380,00,05E8329BFD06. Dapat kita artikan sebagai berikut :

1. SMS tersebut dikirim lewat SMS-Centre : 62855000000.
 2. SMS tersebut merupakan SMS terima.
 3. SMS tersebut dikirim dari ponsel nomor 628561013789.
 4. SMS tersebut diterima dalam bentuk SMS.
 5. SMS tersebut memiliki skema *encoding* 7 bit.
 6. SMS tersebut sampai di SMS-Centre pada tanggal 22-07-02, pukul : 15:32:08 WIB.
-

7. SMS tersebut tidak memiliki batas waktu valid.
8. SMS tersebut isinya adalah "hello".

2.3.2 AT Command

Komunikasi data antara telepon seluler dengan periperhal lain seperti mikrokontroler dilakukan secara serial menggunakan perintah-perintah AT (*AT Command*). Dengan mengirimkan perintah-perintah AT yang spesifik dapat memerintahkan telepon seluler untuk melakukan apa yang kita inginkan.

Tabel berikut merupakan beberapa perintah-perintah AT yang digunakan untuk mengoperasikan SMS.

Tabel 2.5 AT Command pada SMS

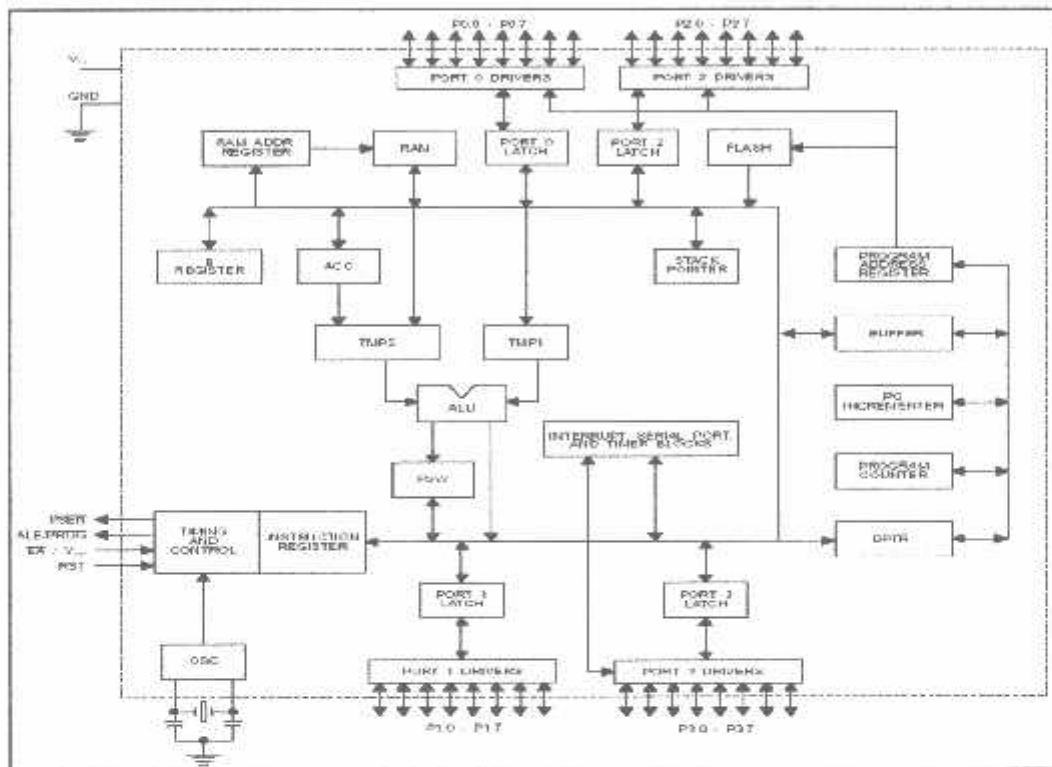
Perintah	Fungsi
AT+CMGC	Mengirim sebuah perintah SMS
AT+CMGD	Menghapus sebuah SMS dalam SMS memori
AT+CMGF	SMS Format
AT+CMGL	Daftar SMS
AT+CMGR	Membaca dalam sebuah SMS
AT+CMGS	Mengirim sebuah SMS
AT+CSCA	Alamat dari pusat SMS servis

Sumber: www.my-siemens.com

2.4 Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 merupakan keluarga mikrokontroler 8 bit yang mempunyai kompatibilitas instruksi dan konfigurasi pin dengan mikrokontroler MCS-51. AT89C51 merupakan sebuah versi *EEPROM* dari 80C51AH yang memori program

internalnya dapat diprogram dan dihapus secara elektrik, yang diproduksi oleh *ATMEL Corporation*. (Eko putra, Akfianto, 2004. *GAVA MEDIA*) Blok diagram MCS-51 diprlihatkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Blok Diagram MCS-51
Sumber: Data Sheets AT89C51

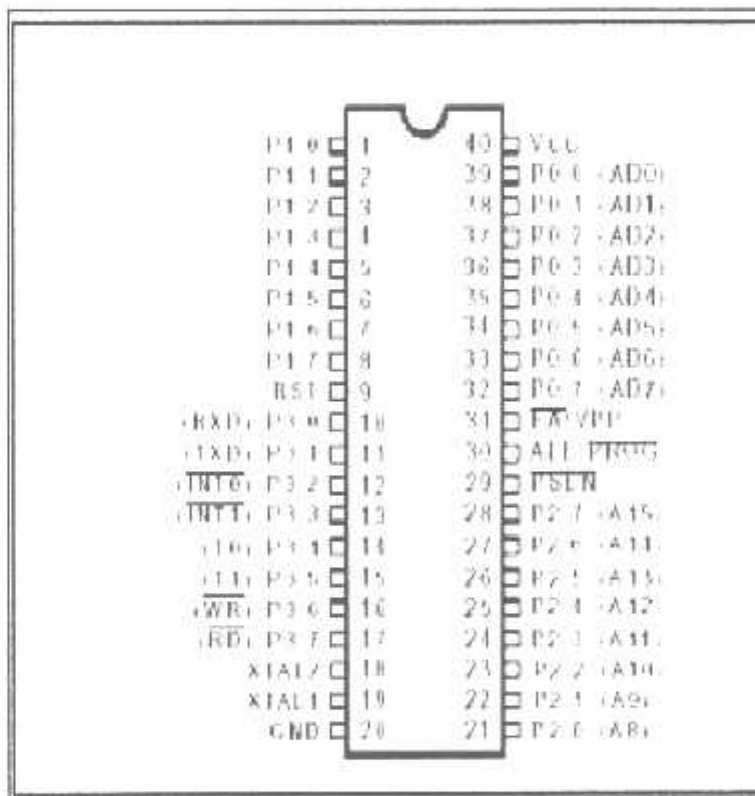
Secara umum keistimewaan yang dimiliki oleh mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut:

- Sebuah CPU 8 bit yang termasuk ke dalam keluarga MCS-51.
- 4 Kbyte *Reprogrammable Flash memory*.
- Kapasitas RAM internal sebesar 128 byte.
- Empat buah *programmable port I/O*, masing-masing terdiri atas 8 buah jalur I/O.

- Kecepatan operasi hingga 24 MHz.
- Sebuah *port serial full duplex*.

2.4.1 Konfigurasi Pin

Masing-masing kaki atau pin dalam mikrokontroler AT89C51 mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler AT89C51, akan lebih mudah merencanakan dan membuat sistem aplikasi mikrokontroler AT89C51. AT89C51 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin dapat dilihat dalam Gambar 2.4



Gambar 2.4 Susunan Pin AT89C51
Sumber: AT89C51 Data Sheets

Fungsi kaki-kaki AT89C51 adalah:

- Port 1 (Pin 1..8), berfungsi sebagai port I/O biasa.
 - Pin 9 (*RST*), pulsa transisi dari rendah ke tinggi yang diumpangkan ke pin *RST* akan mereset AT89C51. Pin ini dihubungkan dengan rangkaian *power on reset*.
 - Port 3 (Pin 10..17), port paralel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti. Fungsi pengganti meliputi TXD (*Transmit Data*), RXD (*Receive Data*), $\overline{INT0}$ (*Interrupt 0*), $\overline{INT1}$ (*Interrupt 1*), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer 1*), \overline{WR} (*Write*), \overline{RD} (*Read*). Apabila fungsi pengganti tidak digunakan, pin-pin ini dapat digunakan sebagai port I/O biasa.
 - Pin 18 (XTAL1), merupakan pin masukan ke rangkaian osilator internal. Osilator kristal dan sumber osilator luar dapat digunakan.
 - Pin 19 (XTAL2), merupakan pin masukan ke rangkaian osilator internal. Pin ini dipakai bila menggunakan osilator kristal.
 - Pin 20 (*Ground*), dihubungkan ke V_{SS} atau *ground*.
 - Port 2 (Pin 21..28), port paralel 8 bit dua arah, dapat digunakan sebagai port I/O 8 bit biasa dan digunakan untuk mengirim *upper byte* alamat jika digunakan untuk mengakses memori eksternal.
 - Pin 29 (\overline{PSEN} / *Program Store Enable*), merupakan pengontrol yang digunakan untuk mengakses program memori eksternal masuk ke dalam bus selama proses pemberian/pengambilan instruksi.
 - Pin 30 (*ALE*), digunakan untuk menahan (*latch*) alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
-

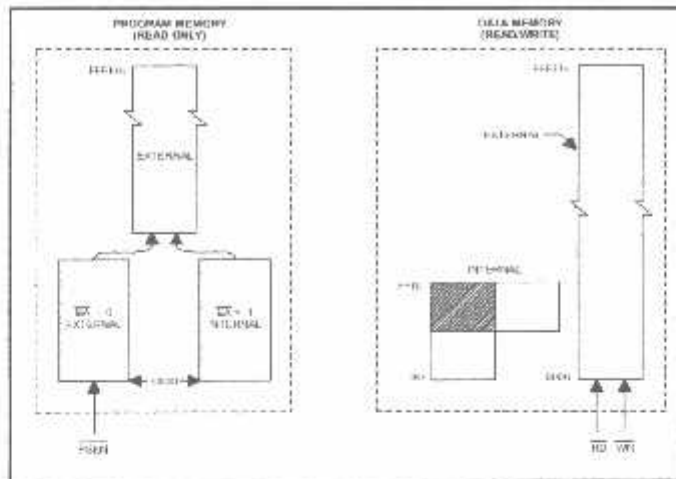
- Pin 31 (\overline{EA}), bila pin diberikan logika tinggi, maka mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari *ROM/EPROM* internal. Bila diberikan logika rendah, mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari memori program luar.
- *Port 0* (Pin 32..39), merupakan *port* paralel 8 bit *open drain* dua arah. *Port 0* dapat digunakan sebagai *port I/O* biasa dan dapat juga digunakan untuk memultiplek alamat dengan data pada waktu mengakses memori eksternal.
- Pin 40 (VCC), dihubungkan ke VCC (+5 volt).

2.4.2 Organisasi memori

Mikrokontroler MCS-51 memiliki pembagian ruang alamat untuk program dan data. Memori data diakses oleh alamat 8 bit, tetapi alamat data 16 bit juga dapat dihasilkan mikrokontroler melalui register DPTR (*Data Pointer Register*). Alamat data dan program yang bisa dialamati oleh mikrokontroler adalah sebesar 64 *kilobyte* yaitu dari alamat 0000_{16} - $FFFF_{16}$.

\overline{PSEN} adalah sinyal yang digunakan untuk pembacaan memori program eksternal. Mikrokontroler MCS-51 mempunyai dua buah alternatif untuk pembacaan memori program yaitu internal dan eksternal. Pembacaan memori program eksternal dengan men-set pin \overline{EA} pada logika 0 dan pembacaan memori program internal pin \overline{EA} diset pada logika 1.

Adapun struktur dari memori mikrokontroler MCS 51 ditunjukkan dalam Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Struktur Memori MCS-51.
Sumber: Data Sheets AT89C51

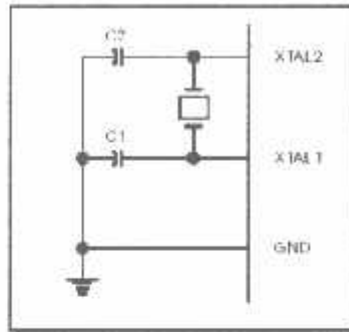
AT89C51 memiliki *RAM* internal 128 byte (00_H-7F_H) yang dapat digunakan untuk menampung data-data yang diperlukan dalam pemrograman. *RAM* internal tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut : 80 byte *general purpose* (30_H-7F_H), 32 byte (00_H – 1F_H) sebagai *register bank* yang dapat dimanfaatkan seperti *RAM* biasa, dan 16 byte (20_H-2F_H) *bit addressable*.

Gambar 2.5 memperlihatkan struktur memori MCS-51. *ROM* internal AT89C51 jenis *flash EEPROM* sebesar 4 kilobyte dapat diprogram ulang sebanyak 1000 kali. (Eko putra, Akfianto, 2004 .Gava Media)

2.4.3 Osilator

Mikrokontroler AT89C51 memiliki osilator internal (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber pewaktuan (*clock*) bagi CPU. Untuk menggunakan osilator internal diperlukan sebuah kristal atau resonator keramik antara pin XTAL₁ dan pin XTAL₂ dan sebuah kapasitor ke *ground*. Untuk kristalnya dapat digunakan kristal

dengan frekuensi sampai dengan 24 MHz. Gambar 2.6 menunjukkan rangkaian osilator yang digunakan



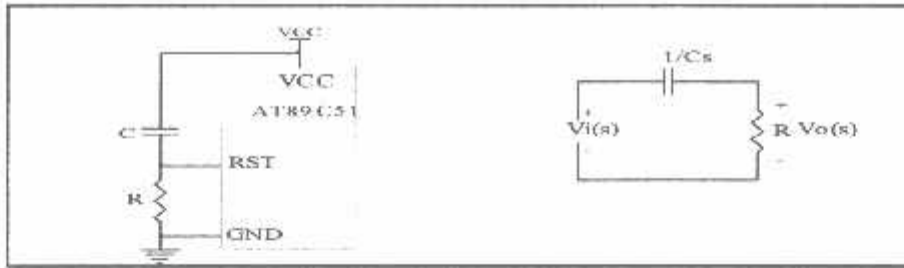
Gambar 2.6 Rangkaian Osilator
Sumber : AT89C51 Data Sheets, 1997: 4-32

Di dalam proses komunikasi serial antara mikrokontroler dengan ponsel terlebih dahulu ditentukan *baud rate* yang digunakan. Pada sistem ini digunakan *baud rate* sebesar 19200 bps dengan menggunakan $f_{osc} = 11,0592$ MHz.

$$Baud\ Rate = \frac{F_{osc}}{12 \times (256 - TH_1) \times 16} \dots\dots\dots(2-1)$$

2.4.4 Reset

Rangkaian *reset* dibutuhkan untuk me-*reset* mikrokontroler pada saat *power on*. Tegangan berlogika tinggi selama 2 siklus mesin dibutuhkan untuk me-*reset* MCU pada saat dihidupkan. Rangkaian *reset* terdiri dari resistor dan kapasitor yang dihubungkan seperti dalam Gambar 2.7

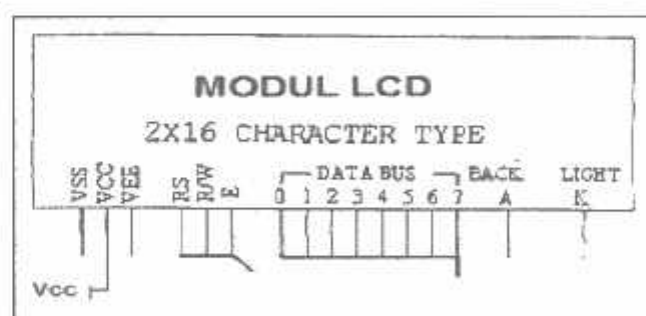


Gambar 2.7 Rangkaian *n* Reset
Sumber : Atmel, 1997: 2-63

2.5. Liquid Crystal Display (LCD)

Modul peraga yang digunakan dalam aplikasi ini adalah LCD modul M1632. Modul LCD ini membutuhkan daya yang kecil dan dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang terpasang dalam modul tersebut. Pengendali mempunyai pembangkit karakter ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi display diatur oleh instruksi-instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikroprosesor. LCD tipe ini tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul berupa bus data yang masih termultiplex dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara pengendalian LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang dalam modul LCD. (EL Tech, 1987) Diagram blok untuk LCD dapat dilihat dalam Gambar 2.8



Gambar 2.8 Diagram blok LCD M1632
Sumber: El-Tech, 1987: 5

LCD M1632 mempunyai 16 pin atau penyemat yang mempunyai fungsi-fungsi seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.6

Tabel 2.6 Fungsi pin-pin LCD M1632

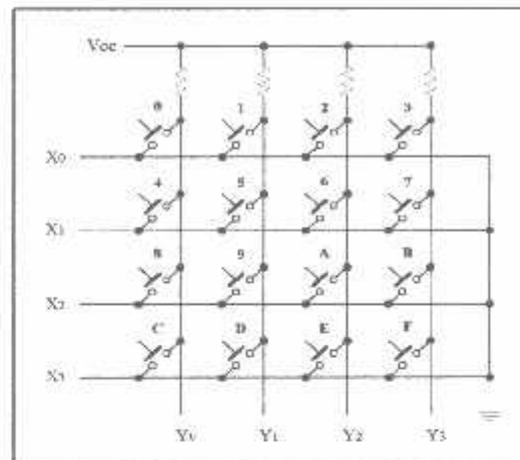
No	Nama Penyemat	Fungsi
1	Vss	Terminal ground
2	Vcc	Tegangan catu +5 volt
3	Vee	Drive LCD
4	RS	Sinyal pemilih register 0: Instruksi register (tulisi) 1: Data Register (tulisi dan baca)
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0: Tulis 1: Baca
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis dan baca
7 – 14	DB0-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan
15	V+ BL	Pengendali kecerahan latar belakang LCD 4 - 4,42 V dan 50 – 500 mA
16	V-BL	Pengendali kecerahan latar belakang LCD 0 V

Sumber: Seiko, 1987: 2

2.6. Tombol Masukan (*Keypad*)

Tombol masukan merupakan suatu perangkat atau komponen yang memberikan masukan data melalui penekanan tombol masukan yang terdapat pada papannya. Dalam perencanaan ini, tombol masukan (*keypad*) yang digunakan adalah *keypad* matrik 4x4. *Keypad* ini berfungsi untuk memberikan masukan kepada mikrokontroler untuk

melakukan operasi pengaturan manual, masukan data berupa password untuk membuka kunci brankas. Prinsip kerja keypad matrik dapat dilihat dari Gambar 2.9



Gambar 2.9 Keypad dot matrik 4x4
Sumber: Mazidi, 1995: 277

Gambar 2.9 terlihat bahwa *keypad* matrik ini terdiri atas 4 lajur baris (X_0 - X_3) dan 4 lajur kolom (Y_0 - Y_3), dan *keypad* ini akan bekerja dengan menggunakan prinsip *scanning* pada lajur baris dan lajur kolom tersebut. Jika terdeteksi adanya persambungan antara baris dan kolom *valid*, maka data dari *keypad* tersebut akan diterjemahkan pada mikrokontroler.

2.7. Transistor Sebagai Saklar

Cara yang paling mudah menggunakan sebuah transistor adalah sebagai saklar, artinya transistor dioperasikan pada salah satu dari saturasi atau *cut off*. Jika transistor berada pada titik saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor *cut off* maka transistor akan seperti sebuah saklar yang terbuka.

Transistor yang difungsikan sebagai saklar diperlihatkan dalam Gambar 2.10. Pada rangkaian tersebut merupakan penjumlahan tegangan disekitar *loop input*, sehingga diperoleh persamaan:

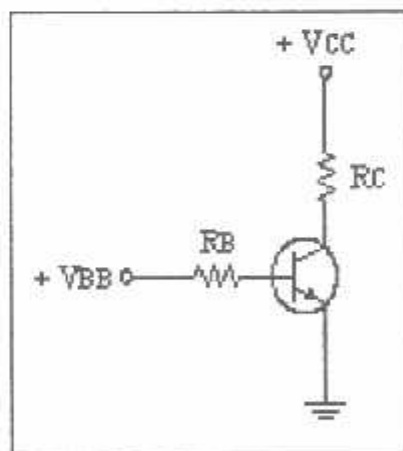
$$I_B \cdot R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0 \dots\dots\dots(2-2)$$

$$I_C \cdot R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0 \dots\dots\dots(2-3)$$

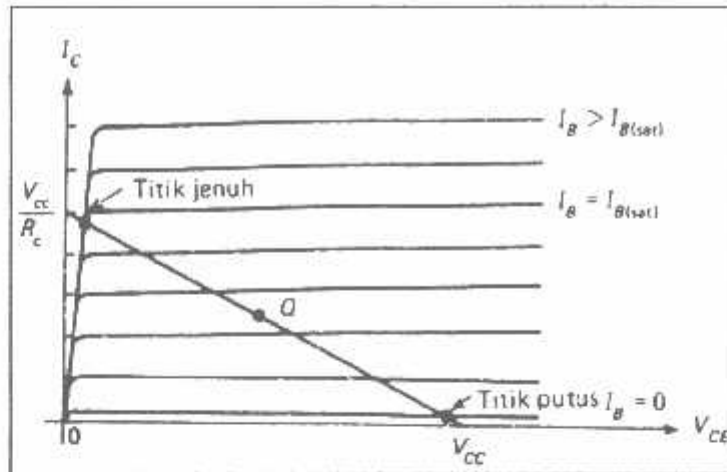
Sehingga dengan persamaan (2-8) didapat persamaan untuk mengetahui besar arus pada kutub basis (I_B). Maka persamaan untuk arus pada basis dalam rangkaian transistor sebagai saklar adalah:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \dots\dots\dots(2-4)$$

Jika arus basis lebih besar atau sama besar dengan I_B (sat), titik kerja Q berada pada ujung atas dari garis beban (Gambar 2.11). Dalam hal ini transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang tertutup. Sebaliknya jika arus basis nol, transistor bekerja pada ujung bawah dari garis beban, dan transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang terbuka.



Gambar 2.10 Rangkaian transistor sebagai saklar
Sumber: Malvino, 1992: 271



Gambar 2.11 Titik jenuh dan titik putus pada garis beban dc
Sumber: Malvino, 1994: 139

Titik potong antara garis beban dc dan kurva $I_B = 0$ dikenal sebagai titik putus (*cutoff*). Pada titik ini, arus basis sama dengan nol, dan arus kolektor juga sangat kecil. Ternyata dalam keadaan ini, diode emiter tidak lagi mendapat prategangan maju dan fungsi normal dari transistor menjadi terhenti..

Titik jenuh (*saturation*) adalah titik potong dengan kurva I_B pada ujung teratas dari garis beban dc. Untuk mudahnya, titik jenuh akan diberi koordinat $I_{C(sat)}$ dan $V_{CE(sat)}$. Arus kolektor pada titik ini ditentukan oleh: (Malvino ,1994)

$$I_{c(sat)} = \frac{V_{cc} - V_{ce(sat)}}{R_c} \dots\dots\dots(2-5)$$

Dari gambar 2.11 tampak jelas bahwa titik jenuh ini sangat berdekatan dengan sumbu tegak. Karena lazimnya $V_{CE(sat)}$ hanya berharga beberapa kali 0,1 V, persamaan diatas sering dituliskan dalam bentuk

$$I_{c(sat)} \cong \frac{V_{cc}}{R_c} \dots\dots\dots(2-6)$$

Arus basis yang menyebabkan kejenuhan ini diberikan oleh

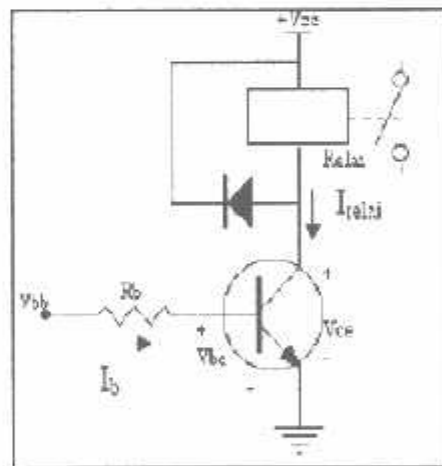
$$I_{B(sat)} = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{dc}} \dots \dots \dots (2-7)$$

Bila arus basis melebihi $I_{B(sat)}$, arus kolektor tidak dapat bertambah lagi karena diode kolektor tidak lagi berfungsi (tidak mendapat ptegangangan balik). Dengan kata lain, $I_{C(sat)}$ merupakan harga maksimum dari arus kolektor yang dapat dihasilkan oleh rangkaian dengan pteganggan basis pada tegangan catu dan hambatan kolektor tertentu.

2.8 Driver penggerak selenoid dan alarm

Untuk menggerakkan selenoid dan mengaktifkan alarm diperlukan suatu *driver*. *Driver* yang dirancang menggunakan transistor switching. Rangkaian yang umum digunakan adalah rangkaian *common* emiter dengan relai sebagai beban. Gambar rangkaian *driver* penggerak selenoid dan alarm ditunjukkan dalam

Gambar 2.12



Gambar 2.12. Rangkaian *driver* penggerak selenoid dan alarm.
Sumber: Malvino, 1996: 130

Dengan nilai resistansi relai yang diketahui sebesar R_{relai} , maka didapat :

$$I_{relai} = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_{relai}} \dots\dots\dots(2-8)$$

Jika $I_{relai} = I_c$, dengan nilai h_{fe} minimum maka nilai I_b minimum yang diperlukan agar transistor dalam keadaan saturasi adalah :

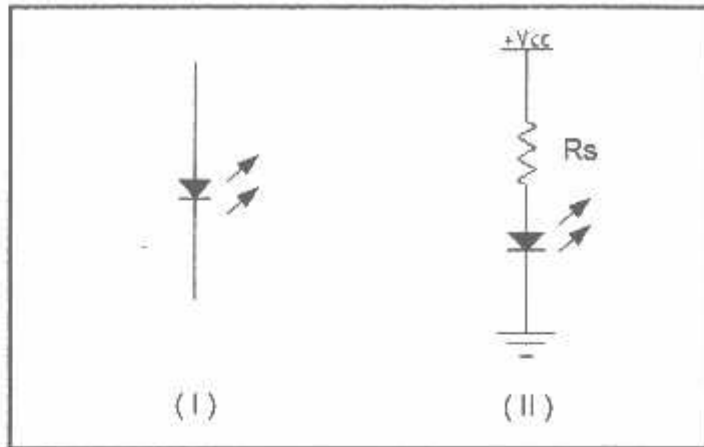
$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} \dots\dots\dots(2-9)$$

Dengan $V_{be} = 0,7 \text{ V}$ maka nilai tahanan R_b dapat dicari yaitu :

$$R_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_b} \dots\dots\dots(2-10)$$

2.9. LED (*Light Emitting Diode*)

Dioda pancar cahaya (*light Emitting Diode* = LED) adalah dioda semikonduktor khusus yang dirancang untuk memancarkan cahaya apabila arus melaluinya. Apabila diberi bias maju, energi elektron yang mengalir diubah menjadi energi cahaya. LED harus dioperasikan di dalam ukuran kerja tegangan dan arus tertentu untuk mencegah kerusakan. Sebagian besar LED membutuhkan 1,2 V sampai 2,5 V dan arus diantara 20 mA sampai 50 mA. Keuntungan utama penggunaan LED sebagai sumber cahaya dibandingkan dengan bola lampu cahaya biasa adalah penggunaan daya yang jauh lebih rendah, jauh lebih lama umurnya, dan beroperasi dengan kecepatan tinggi. Dioda konvensional mengubah energi menjadi panas. Dioda *arsenide gallium* mengubah energi menjadi panas dan sinar inframerah. Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED dapat dilihat dalam Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED
 Sumber: Malvino, 1985 : 97

Cara mengendalikan LED yaitu dengan memperhitungkan arus dan tegangan sumber. Besar arus LED yang diberikan dalam contoh rangkaian Gambar 2.13 adalah : (Malvino, 1995)

$$I = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{R_s} \dots\dots\dots (2-11)$$

$$R_s = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{I} \dots\dots\dots (2-12)$$

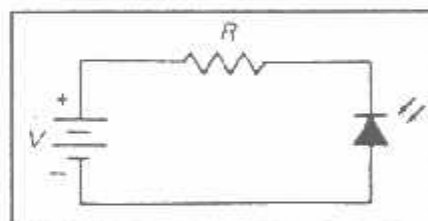
2.10. Fotodiode

Komponen photodiode mempunyai karakteristik seperti komponen yang dinamakan '*solar cell*', yang merubah energi cahaya menjadi energi listrik. Jika photodiode ini mendapat cahaya maka akan menghasilkan tegangan sekitar 0,5 volt dan arus yang dihasilkan tergantung dari intensitas cahaya yang masuk pada photodiode tersebut. Teknik ini biasa disebut sebagai '*unbiased current sourcing*' atau

'*photovoltaic mode*'. Teknik ini jarang digunakan karena tidak efisien dan mempunyai respon yang lambat terhadap pulsa-pulsa cepat sinyal cahaya.

Konfigurasi photodiode yang umum dipakai adalah teknik yang dikenal sebagai '*reversed biased*'. Pada mode *reverse bias*/bias terbalik, photodiode dibias dengan tegangan external mulai dari beberapa volt sampai sekitar 50 volt (tergantung karakteristik photodiode). Jika karakteristik photodiode tidak diketahui maka bias tegangan dapat diberi 12V agar tidak merusak photodiode tersebut.

Ketika photodiode ini mendapat cahaya, dalam hal ini cahaya *infra red* maka terdapat arus bocor yang relatif kecil. Besar-kecilnya arus bocor ini tergantung dari intensitas cahaya *infra red* yang mengenai photodiode tersebut. Gambar 2.14 di bawah menunjukkan rangkaian penerima photodiode.



Gambar 2.14 Fotodiode

Sumber: Malvino, 1985 : 98 Dengan R_1 didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

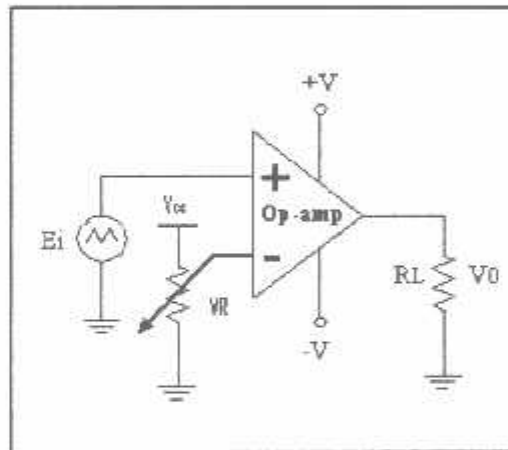
$$V_{CC} = V_{fd} + I_M R_1 \dots\dots\dots(2-13)$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{fd}}{I_M} \dots\dots\dots(2-14)$$

2.11. Comparator

Sebuah pembanding membandingkan tegangan isyarat pada satu masukan dengan suatu tegangan acuan pada masukan lainnya. Op-amp serba guna telah digunakan sebagai tambahan untuk IC yang telah dirancang untuk pembanding.

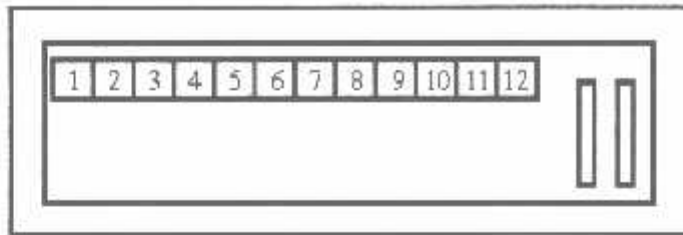
Tegangan keluaran op-amp serbaguna tidak berubah dengan sangat cepat. Lagi pula, keluarannya berubah-ubah diantara batas-batas yang ditetapkan oleh tegangan-tegangan jenuh, $+V_{sat}$ dan $-V_{sat}$ yang biasanya kira-kira $\pm 12V$. karena itu keluaran tersebut tidak dapat menggerakkan piranti, misalnya semacam IC logik digital TTL, yang memerlukan taraf tegangan antara 0 dan +5V.



Gambar 2.15 Rangkaian Comparator
Sumber: Coughlin, 1992: 19

2.12. Sensor Suhu

Sensor suhu berfungsi sebagai transduser yang mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu yang akan diukur.



Gambar 2.17. Susunan pinout Siemens C35
Sumber : Susanto Wibisono Koselan, 2001:1

Tabel 2.7. Pin out Konektor Siemes C35

Pin	Nama	Fungsi	In/Out
1	GND	Ground	
2	Self Service	Recognition / control battery charger	In / Out
3	Load	Charging Voltage	In
4	Battery	Battery	Out
5	Data Out	Data Sent	Out
6	Data In	Data Received	In
7	Z_Clk	Recognition / control accessories	
8	Z_Data	Recognition / control accessories	
9	MICG	Ground for microphone	In
10	MIC	Microphone input	
11	AUD	Loudspeaker	Out
12	AUDG	Ground for eksternal speaker	

Sumber : Susanto Wibisono Koselan, 2001:1

2.14 Performansi SMS (*Short Message Service*)

Salah satu faktor penting dalam pengukuran performansi jaringan adalah *delay*.

2.14.1 *Delay end to end*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber sampai tujuan. Pada implementasi *Short Message Service* pada jaringan GSM untuk menganalisa performansi *delay* jaringan digunakan *delay end to end*

Delay end to end adalah *delay* yang terjadi dalam perjalanan paket data dari sumber ke tujuannya setiap *node*. Untuk memperhitungkan *delay end-to-end*, mengacu pada gambar 2.18, dimana pada perhitungannya *delay end to end* yang dianalisa meliputi *delay* transmisi, *delay* propagasi, dan *delay* antrian. Persamaan *delay end to end* adalah sebagai berikut :(WWW.GSM.MULTIMEDIA.COM)

$$D_{\text{end-to-end}} = DT(\text{total}) + DP(\text{total}) + T_{\text{queue}} \dots \dots \dots (2-15)$$

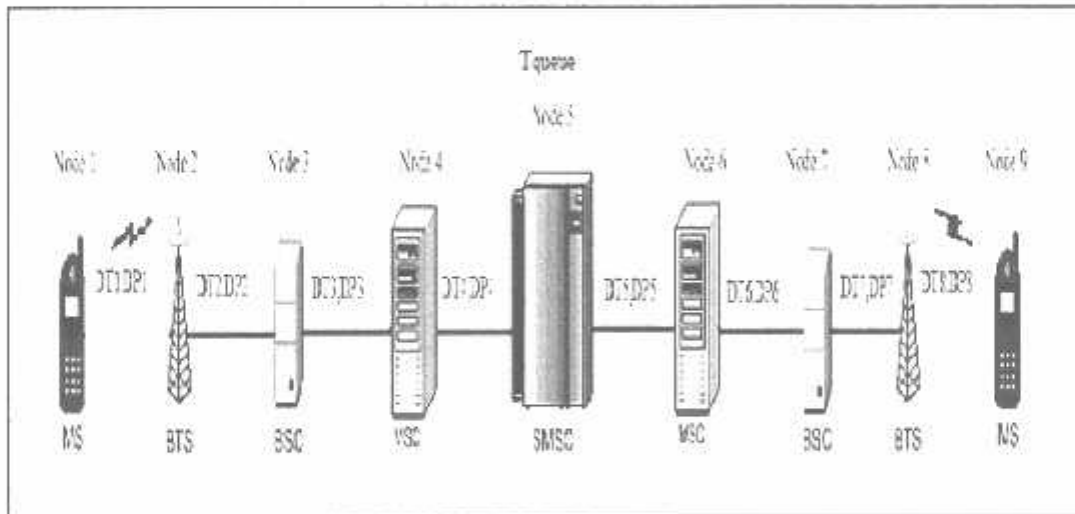
dimana:

$D_{\text{end-to-end}}$ = *Delay* total dari MS pengirim ke MS penerima. (detik)

$DT(\text{total})$ = *Delay* transmisi total dari MS pengirim ke MS penerima(detik).

$DP(\text{total})$ = *Delay* propagasi total dari MS pengirim ke MS penerima (detik).

T_{queue} = *Delay* antrian yang terjadi di SMSC (detik).



Gambar 2.18 *Delay end-to-end SMS* pada jaringan GSM
Sumber: Analisis

2.14.1.1 Delay Transmisi

Delay transmisi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan sebuah paket data. *Delay* transmisi untuk tiap-tiap *node* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: (WWW.GSM.MULTIMEDIA.COM)

$$DT = \frac{L}{C} \dots\dots\dots (2-16)$$

Besarnya *delay* transmisi total untuk layanan *short message* pada jaringan GSM menggunakan persamaan :

$$DT(\text{total}) = DT1 + DT2 + DT3 + DT4 + DT5 + DT6 + DT7 + DT8 \dots\dots\dots (2-17)$$

dimana :

$DT(\text{total})$ = *Delay* transmisi total dari MS pengirim ke MS penerima (detik).

$DT1$ = *Delay* transmisi dari MS pengirim ke BTS (detik).

$DT2$ = *Delay* transmisi dari BTS ke BSC (detik).

$DT3$ = *Delay* transmisi dari BSC ke MSC (detik).

$DT4$ = *Delay* transmisi dari MSC ke SMSC (detik).

$DT5$ = *Delay* transmisi dari SMSC ke MSC (detik).

$DT6$ = *Delay* transmisi dari MSC ke BSC (detik).

$DT7$ = *Delay* transmisi dari BSC ke BTS (detik).

$DT8$ = *Delay* transmisi dari BTS ke MS penerima (detik).

L = panjang paket data (bit)

C = kecepatan transmisi (bps)

2.14.1.2 Delay Propagasi

Delay propagasi adalah waktu perambatan atau penjalaran yang dibutuhkan oleh data dari suatu *node* ke *node* yang lain melalui media transmisi. *Delay* propagasi dapat dihitung menggunakan persamaan : (WWW.GSM.MULTIMEDIA.COM)

:

$$DP = \frac{d}{c} \dots\dots\dots(2-18)$$

Dan besarnya *delay* propagasi total dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$DP(\text{total}) = DP1 + DP2 + DP3 + DP4 + DP5 + DP6 + DP7 + DP8 \dots\dots\dots(2-19)$$

dimana :

$DP(\text{total}) = \text{Delay propagasi total dari MS pengirim ke MS penerima (detik)}$

$DP1 = \text{Delay propagasi dari MS pengirim ke BTS (detik)}$.

$DP2 = \text{Delay propagasi dari BTS ke BSC (detik)}$.

$DP3 = \text{Delay propagasi dari BSC ke MSC (detik)}$.

$DP4 = \text{Delay propagasi dari MSC ke SMSC (detik)}$.

$DP5 = \text{Delay propagasi dari SMSC ke MSC (detik)}$.

$DP6 = \text{Delay propagasi dari MSC ke BSC (detik)}$.

$DP7 = \text{Delay propagasi dari BSC ke BTS (detik)}$.

$DP8 = \text{Delay propagasi dari BTS ke MS penerima (detik)}$.

$d = \text{Jarak tiap-tiap node}$

$c = \text{Kecepatan propagasi } (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})$

2.14.1.3 Delay Antrian

Delay antrian adalah waktu dimana paket data tersebut berada dalam antrian untuk ditransmisikan. Selama waktu ini paket data menunggu sampai selesainya paket lain ditransmisikan.

Delay antrian total adalah penjumlahan dari waktu tunggu dalam antrian (t_{queue}) dan waktu pelayanan (t_s) dalam server, sehingga *delay* antrian dapat dirumuskan seperti pada persamaan : (WWW.GSM.MULTIMEDIA.COM)

$$T_{\text{queue}} = t_{\text{queue}} + t_s \dots\dots\dots(2-20)$$

Waktu pelayanan:

$$t_s = 1/\mu = \frac{L}{C} \dots\dots\dots(2-21)$$

Besarnya kecepatan pesan yang datang:

$$\lambda = \rho \mu \dots\dots\dots(2-22)$$

Rata-rata waktu tunggu dalam antrian (t_{queue})

$$t_{\text{queue}} = \frac{\lambda}{\mu^2 (1 - \rho)} \dots\dots\dots(2-23)$$

dimana :

T_{queue} = *Delay* antrian total (s)

t_{queue} = Rata-rata waktu tunggu dalam antrian (s)

t_s = Waktu pelayanan (s)

λ = Kecepatan pesan yang datang (bit/s)

ρ = Faktor kegunaan ($0 \leq \rho < 1$)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3. Metodologi

Penyusunan ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam perencanaan diambil dari buku data komponen elektronika dan beberapa situs internet. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan disesuaikan dengan komponen yang ada dipasaran. Hal-hal yang perlu dilakukan untuk merealisasiikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Mempelajari literatur yang berhubungan dengan perencanaan alat. Materi pustaka yang dibutuhkan adalah mengenai:

1. SMS (*Short Message Service*)
2. *AT COMMAND* dan PDU (*Protocol Data Unit*)
3. Mikrokontroler AT89C51
4. Transistor Sebagai Saklar
5. Led dan fotodiode
6. Comparator
7. Sensor suhu LM35

- Selain itu akan dianalisis juga mengenai performansi jaringan SMS mengenai *delay* dari data terkirim sampai data yang diterima oleh ponsel penerima

3.4 Realisasi alat secara keseluruhan

Setelah rangkaian tiap blok diuji dan keluarannya sesuai yang direncanakan, serta perangkat lunak yang diberikan dapat mengendalikan perangkat keras, maka selanjutnya dilakukan penggabungan bagian tiap blok.

3.5 Analisis data dan pengambilan kesimpulan

Kesimpulan didapat berdasarkan hasil perealisasiian dan pengujian Pengaman Brankas Dengan Sistem Pelaporan melalui SMS berbasis Mikrokontroler AT89C51



BAB IV

PERANCANGAN ALAT

Pada bab ini akan dibahas tentang perancangan dan pembuatan alat pengaman brankas dengan sistem pelaporan melalui SMS berbasis mikrokontroler AT89C51. Perancangan sistem ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk perangkat kerasnya meliputi sistem mikrokontroler AT89C51 yang diantarmukakan dengan telepon seluler, rangkaian *driver* selenoid, rangkaian *driver* alarm, *mikro switch*, rangkaian sensor geser, rangkaian sensor guncangan, rangkaian sensor kebakaran. Setelah mengetahui rancangan perangkat kerasnya, maka diperlukan perangkat lunak untuk mengendalikannya melalui mikrokontroler. Bahasa yang digunakan dalam perancangan ini adalah bahasa assembler untuk mikrokontroler AT89C51.

4.1 Penentuan spesifikasi alat

Dalam perancangan alat ini spesifikasi yang akan direalisasikan adalah sebagai berikut:

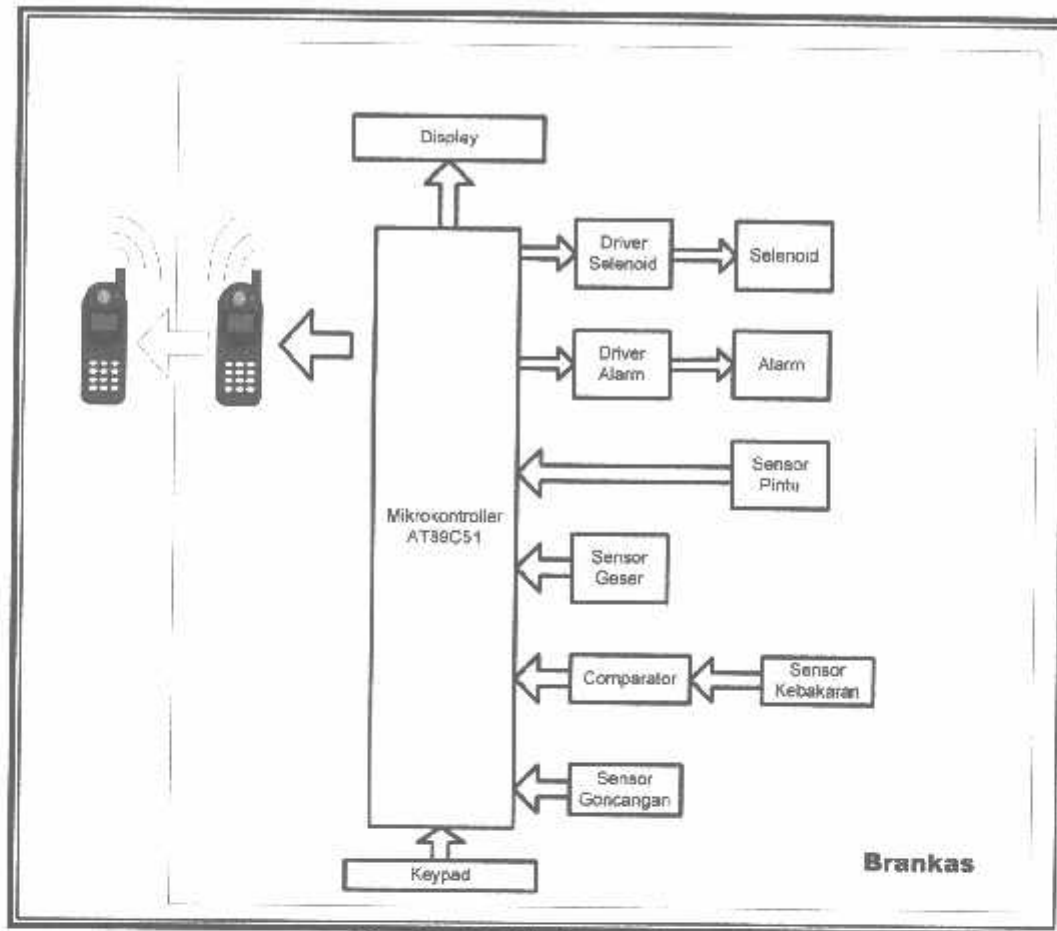
- Kotak yang terbuat dari kayu dengan dimensi 30cm x 30cm x 45cm sebagai miniatur dari brankas.
- Sistem mikrokontroler AT89C51 sebagai kontrol sistem.
- Ponsel yang menggunakan Siemens C35.
- Jenis SIM *card* yang digunakan adalah simpati dari Telkomsel.
- Selenoid yang digunakan untuk mengunci dan membuka pintu brankas.

- Alarm yang berbunyi bila salah memasukkan *password* tiga kali berturut-turut atau bila sensor pintu, sensor geser, sensor guncangan, dan sensor kebakaran aktif.
- *Micro Switch* untuk menandakan pintu brankas terbuka atau tertutup.
- LED dan fotodiode yang digunakan sebagai sensor geser dan sensor guncangan.
- LM35 sebagai sensor kebakaran.
- *Keypad* untuk mengisi *password*.
- Tampilan menggunakan LCD 16 kolom x 2 baris

4.2 Perancangan alat

Agar perancangan dan pembuatan alat dapat dilakukan sistematis dan terstruktur maka perlu dibuat blok diagram yang menjelaskan sistem yang dirancang. Blok diagram sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.1

Sesuai dengan blok diagram dalam Gambar 4.1 tersebut maka peralatan yang dirancang antara lain:



Gambar 4.1 Blok diagram sistem
Sumber : Perancangan

- ✓ Unit Mikrokontroler AT89C51 sebagai pengendali utama
- ✓ Ponsel pada brankas berfungsi mengirimkan laporan berupa sebuah SMS kepada ponsel pemilik brankas tentang segala hal yang terjadi pada brankas
- ✓ Ponsel pemilik brankas berfungsi menerima laporan berupa sebuah SMS dari ponsel yang terletak pada brankas
- ✓ *Keypad* berfungsi menuliskan *password* untuk membuka pintu brankas
- ✓ *Display* berfungsi menampilkan *password* yang diisikan
- ✓ Driver solenoid digunakan untuk menggerakkan relai kemudian relai itu akan menggerakkan solenoid

isi salah tiga kali berturut-turut atau pintu brankas dibuka secara paksa. Bila brankas bergeser dari tempatnya maka sensor geser yang terdapat pada bagian belakang brankas akan aktif. Maka alarm akan berbunyi dan akan mengirimkan laporan berupa sebuah SMS (*Short Message Service*) kepada telepon seluler pemilik brankas. Sensor kebakaran yang terletak pada dalam brankas akan aktif bila suhu melampaui limit yang telah ditentukan sehingga alarm akan berbunyi dan akan mengirimkan laporan berupa sebuah SMS (*Short Message Service*) kepada telepon seluler pemilik brankas. Selain itu brankas ini juga dilengkapi dengan dengan sensor guncangan yang terletak pada bagian dalam brankas. Sensor ini akan aktif bila brankas mengalami guncangan dan dilanjutkan dengan bunyi alarm dan adanya laporan berupa sebuah SMS (*Short Message Service*) kepada telepon seluler pemilik brankas. Setelah terdapat salah satu atau lebih dari satu sensor yang aktif untuk menormalkan ke keadaan semula yang dilakukan adalah menekan tombol reset.

Format laporan yang akan diterima pada telepon seluler pemilik brankas:

- Bila pintu brankas dibuka secara paksa, maka pada telepon seluler akan tertera informasi "dibuka paksa".
 - Bila sensor kebakaran "aktif", maka pada telepon seluler akan tertera informasi "akan terbakar".
 - Bila sensor geser "aktif" , maka pada telepon seluler akan tertera informasi "bergeser".
 - Bila sensor guncangan "aktif" ; maka pada telepon seluler akan tertera informasi "bergoncang".
-

- Bila *password* yang diisi salah tiga kali berturut-turut, maka pada telepon seluler akan tertera informasi “password salah”.

4.4 Perancangan perangkat keras

Perencanaan masing-masing blok diagram sistem terdiri dari perencanaan rangkaian kontrol menggunakan AT89C51, beberapa rangkaian pendukung seperti rangkaian *display* dan *keypad*, rangkaian *driver* relai, rangkaian sensor inframerah, serta rangkaian sensor kebakaran.

4.4.1 Rangkaian kontrol menggunakan AT89C51

Rangkaian minimum dari mikrokontroler AT89C51 terdiri dari 3 kapasitor, 1 IC mikrokontroler, 1 resistor, dan 1 kristal. Dengan rangkaian yang sederhana ini mikrokontroler dibuat sebagai sistem minimum menjadi pengontrol alat, disamping itu rangkaian ini dapat dibuat bermacam-macam alat dengan menambah sedikit komponen tambahan lainnya. Dari rangkaian tersebut yang berpengaruh terhadap kecepatan proses menjalankan program adalah kristal. Adapun rangkaiannya ditunjukkan seperti pada Gambar 4.2

5. Port 3.0 digunakan sebagai serial *input* yang dihubungkan dengan pin *transmitter* ponsel dan port 3.1 digunakan sebagai serial *output* yang dihubungkan dengan pin *receiver* ponsel.
6. Port 3.3 digunakan sebagai *input* dari sensor pintu
7. Port 3.4 digunakan sebagai *input* dari sensor kebakaran
8. Port 3.5 digunakan sebagai *input* dari sensor guncangan
9. Port 3.6 digunakan sebagai *input* dari sensor guncangan
10. Port 3.7 digunakan sebagai *input* dari sensor geser
11. X1 dan X2 digunakan sebagai *input* dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri dari kristal osilator 11,0592 MHz, kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 30 pF, akan membangkitkan pulsa *clock* yang menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU.
12. VCC dihubungkan dengan tegangan sebesar +5V
13. GND dihubungkan ke *ground* catu daya.
14. Reset digunakan untuk mereset program kontrol MCU, dimana MCU memiliki masukan aktif *high*.

4.4.2 Perancangan Liquid Crystal Display (LCD)

Dalam aplikasi ini menggunakan sebuah layar LCD (*Liquid Crystal Display*) yaitu jenis *Seiko Instrument M1632* yang merupakan LCD dua baris dengan setiap barisnya terdiri 16 karakter dan menggunakan IC 74LS164 yang merupakan register

baca oleh mikrokontroler, penyemat DB0-DB7 yang dihubungkan ke pin data IC74164 digunakan untuk menampilkan karakter yang dikehendaki oleh mikrokontroler. Ketika terdapat data pada jalur data, data tersebut akan ditahan dengan memberikan *clock* pin E pada LCD. Pin RS menentukan apakah data yang ditahan akan digunakan sebagai instruksi untuk mengatur *setting* tampilan pada LCD atau sebagai kode karakter yang diperlukan LCD untuk menampilkan suatu karakter. Sedangkan untuk pin R/W pada LCD dihubungkan ke *ground* karena dalam hal ini LCD hanya melakukan operasi write atau operasi menampilkan karakter.

Untuk pin Vcc pada LCD dihubungkan ke supply +Vcc dan Vss dihubungkan ke *ground*. Pin V_{EE} beserta pin Vcc dan Vss dihubungkan ke *trimmer potensio* atau kadang disebut dengan *trimpot*. *Trimpot* ini digunakan untuk mengatur kontras dari tampilan LCD dengan cara mengubah tegangan pada pin V_{EE}. Daftar tabel fungsi penyemat pada LCD dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Fungsi penyemat LCD

Penyemat	Fungsi
DB0 – DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan di LCD.
Enable	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca.
R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0: tulis 1: baca
RS	Sinyal pemilih <i>register</i> 0: masukan data 1: masukan instruksi

Sumber: EL-TECH Electronics; LCD Modul User Manual 1987: 2

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa data yang terdapat pada jalur data selain dianggap sebagai kode karakter dapat digunakan sebagai suatu perintah instruksi untuk mengatur setting dari tampilan LCD. Cara pemakaian data antara sebagai instruksi dengan kode karakter berbeda. Perbedaan hanyalah keadaan pin RS ketika data yang ada di jalur data ditahan oleh LCD dengan memberikan *clock* pada pin E.

4.4.3 Rangkaian tombol masukan (*Keypad*)

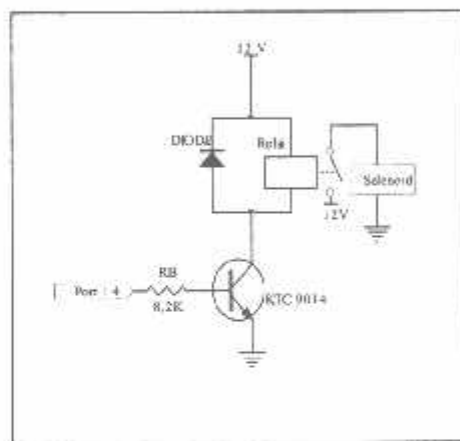
Keypad sering digunakan sebagai media masukan dalam berbagai aplikasi elektronik. Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya bahwa *keypad* ini bekerja dengan metode matrik dimana keluaran yang dihasilkan merupakan kombinasi dari baris dan kolom dari tombol yang ditekan.

Pada bagian belakang dari *keypad* terdapat delapan buah pin yang berfungsi sebagai keluaran dari *keypad* tersebut. Delapan buah pin ini terdiri dari 4 buah pin yang menunjukkan kolom dari tombol yang ditekan dan 4 buah pin terhubung ke *resistor pull up* menunjukkan baris dari tombol yang ditekan.

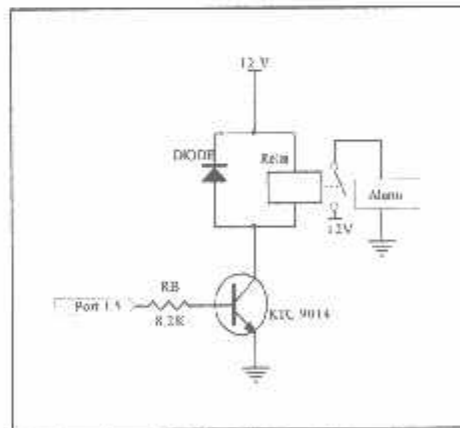
Masalah-masalah yang sering timbul dengan digunakannya *keypad* jenis ini adalah dengan adanya *bouncing*. Dengan adanya *bouncing* maka tombol yang ditekan sekali, Akan terdeteksi berulang kali. *Bouncing* ini dapat diatasi dalam pemrograman dengan memberikan jeda waktu atau delay beberapa saat sebelum data benar-benar dimasukkan ke dalam mikrokontroler untuk diolah. Tujuan pemberian jeda waktu ini untuk memberi kesempatan agar benar-benar terjadi kontak antar ujung baris dan kolom dari tombol yang ditekan dengan resistor pull up. Gambar antarmuka *keypad* matrik 4x4 dengan mikrokontroler AT89C51 dapat dilihat pada Gambar 4.5

4.4.4 Rangkaian *driver* relai

Rangkaian *driver* yang digunakan untuk menggerakkan relai yang terhubung dengan selenoid dan alarm/*buzzer* terdiri dari transistor NPN KTC9014 yang difungsikan sebagai transistor *switching*, relai yang dihubungkan dengan selenoid dan alarm/*buzzer*, dan dioda IN40001 yang dihubungkan paralel dengan relai. Rangkaian *driver* selenoid ditunjukkan dalam Gambar 4.6 dan rangkaian *driver* alarm/*buzzer* ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Rangkaian *driver* selenoid
Sumber: Perancangan



Gambar 4.7 Rangkaian *driver* alarm
Sumber: Perancangan

Dalam prancangan ini digunakan hfe 60 dengan pertimbangan transistor tetap mampu menggerakkan relai meskipun penguatan yang dipakai adalah minimum, maka dengan menggunakan persamaan (2-9):

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

$$I_B = \frac{14,68mA}{60}$$

$$= 0,245 \text{ mA}$$

Jika V_{bb} adalah tegangan keluaran dari mikrokontroler saat logika tinggi yaitu sebesar 2,4V dan $V_{be} = 0,7 \text{ V}$ maka dengan menggunakan persamaan (2-10) besar resistansi R_B adalah :

$$R_B = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{2,4v - 0,7v}{0,245mA}$$

$$= 6,94K\Omega \cong 8,2K\Omega$$

Dengan resistansi R_B sebesar $8,2K\Omega$, arus I_B menjadi 0,21 mA sehingga telah diperoleh arus I_B yang dibutuhkan.

4.4.5 Rangkaian Sensor Inframerah

4.4.5.1 Rangkaian Pemancar (*Transmitter*)

Rangkaian pemancar berfungsi untuk memancarkan sinar *infra red* dengan bantuan LED yang memancarkan *infra red* (IRED), yang nantinya diterima oleh rangkaian penerima *infra red*. Gambar 4.8 menunjukkan rangkaian pemancar *infra red*.

Dengan resistansi relai sebesar 800Ω , tegangan catu sebesar 12 V , dan V_{ce} saturasi sebesar $0,25 \text{ V}$ maka dengan menggunakan Persamaan (2-8) besar arus I_{relai} adalah : (Malvino ,1996)

$$I_{relai} = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_{relai}}$$

$$I_{relai} = \frac{12\text{v} - 0,25\text{v}}{800\Omega}$$

$$= 14,68 \text{ mA}$$

Dalam prancangan ini digunakan hfe 60 dengan pertimbangan transistor tetap mampu menggerakkan relai meskipun penguatan yang dipakai adalah minimum, maka dengan menggunakan persamaan (2-9):

$$I_B = \frac{I_c}{hfe}$$

$$I_B = \frac{14,68\text{mA}}{60}$$

$$= 0,245 \text{ mA}$$

Jika V_{bb} adalah tegangan keluaran dari mikrokontroler saat logika tinggi yaitu sebesar $2,4\text{V}$ dan $V_{be} = 0,7 \text{ V}$ maka dengan menggunakan persamaan (2-10) besar resistansi R_b adalah :

$$R_B = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{2,4\text{v} - 0,7\text{v}}{0,245\text{mA}}$$

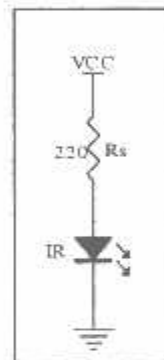
$$= 6,94\text{K} \Omega \cong 8,2\text{K} \Omega$$

Dengan resistansi R_B sebesar $8,2K\Omega$, arus I_B menjadi $0,21\text{ mA}$ sehingga telah diperoleh arus I_B yang dibutuhkan.

4.4.6 Rangkaian Sensor Inframerah

4.4.6.1 Rangkaian Pemancar (*Transmitter*)

Rangkaian pemancar berfungsi untuk memancarkan sinar *infra red* dengan bantuan LED yang memancarkan *infra red* (IRED), yang nantinya diterima oleh rangkaian penerima *infra red*. Gambar 4.8 menunjukkan rangkaian pemancar *infra red*.



Gambar 4.8 Rangkaian pemancar infrared
Sumber: Perancangan

Mengacu pada gambar rangkaian di atas, agar dioda infra merah dapat memancarkan sinar infra merah diperlukan arus sebesar 20 mA dan tegangan (V_{IR}) sebesar $1,2\text{ Volt}$. Sesuai dengan persamaan (2-12) dapat dihitung besarnya R_s sebagai berikut : (Malvino, 1995)

$$R_s = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{I}$$

$$R_s = \frac{5 - 1,2}{20 \times 10^{-3}}$$

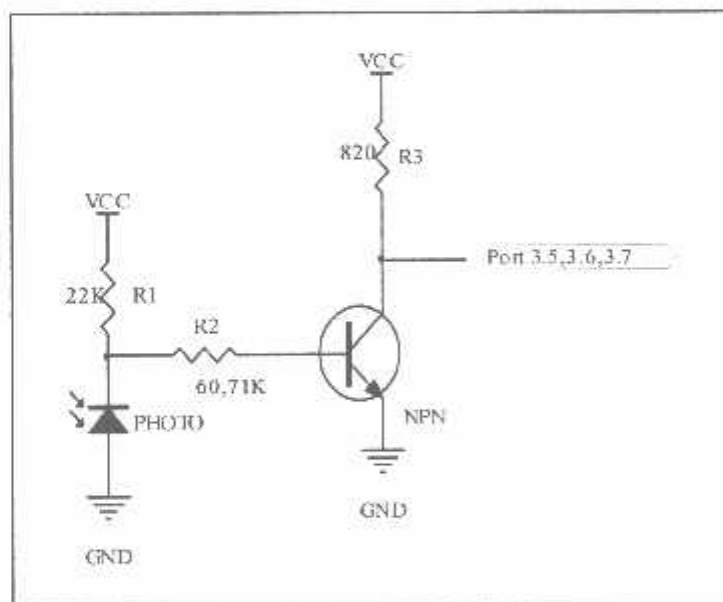
$$R_s = \frac{3,8}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_s = 190 \, \Omega \cong 220 \, \Omega$$

Jadi resistor yang terpasang pada rangkaian pemancar adalah 220 Ω .

4.4.6.2 Rangkaian Penerima (*Receiver*)

Rangkaian penerima berfungsi untuk menerima sinyal *infra red* dari pemancar *infra red*, sinyal *infra red* diterima oleh foto dioda dan digunakan untuk membias transistor yang difungsikan sebagai saklar (*switching*). Output dari rangkaian ini berupa tegangan. Gambar 4.9 menunjukkan rangkaian penerima *infra red*.



Gambar 4.9 Rangkaian penerima infra red
Sumber: Perancangan

Karena transistor dioperasikan untuk saklar (*switching*) maka dioperasikan pada dua titik kerja, yaitu : pada titik saturasi atau pada titik sumbat

(cut off). Jadi perhitungan nilai resistor yang terpasang pada rangkaian penerima sinyal *infra red* adalah sebagai berikut:

▪ **Kondisi Pertama, pada saat IR LED tidak terhalang benda**

Pada saat IR LED RX tidak terhalang dilakukan pengukuran untuk melihat arus. Arus itu memiliki nilai $I_{R1}=0,12mA$, Maka menurut persamaan (2-13): (Malvino ,1995)

$$V_{CC} = V_{fd} + I_{R1}R_1$$

Untuk rangkaian ini didesain V_{fd} adalah 2,4V

$$5 = 2,4 + I_{R1}R_1$$

Kemudian sesuai dengan persamaan (2-14):

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{fd}}{I_{R1}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 2,4}{0,12mA}$$

$$R_1 = 21666\Omega \cong 22K\Omega$$

Ditentukan besar $R_3 = 820 \Omega$ dan $V_{CE} = 2,7$. Maka menurut persamaan (2-3) dan

$R_3 = R_C$, nilai I_C adalah:

$$I_C \cdot R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

$$I_C = \frac{5 - 2,7}{820}$$

$$I_C = 2,8 \times 10^{-3} A$$

Dengan hfe minimum 60 maka dalam perancangan dapat digunakan hfe 100 agar transistor berkerja optimal dengan menggunakan persamaan (2-7) maka besar arus basis:

$$I_B = \frac{I_c}{hfe}$$

$$I_B = \frac{2,8 \times 10^{-3} A}{100}$$

$$= 0,028 mA$$

Kemudian mencari nilai $R_2 = R_B$, sesuai dengan persamaan (2-4) yaitu :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{BB} = V_{fd}$$

$$V_{fd} = I_B R_2 + V_{BE}$$

$$I_B R_2 = V_{fd} - V_{BE}$$

$$R_2 = \frac{V_{fd} - V_{BE}}{I_B}$$

$$R_2 = \frac{2,4 - 0,7}{0,028 mA}$$

$$R_2 = 60,71 K\Omega$$

- **Kondisi kedua , pada saat IR LED terhalang benda**

Sesuai dengan persamaan (2-4) yaitu

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{CC} = V_{BB}, R_B = R_1 + R_2$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{CE} = I_B R_B + V_{BE}$$

$$V_{CC} = IR_1 + IR_2 + V_{BE}$$

$$V_{CC} = IR_1 + IR_2 + V_{BE}$$

$$V_{CC} = I(R_1 + R_2) + V_{BE}$$

$$V_{CC} = I(21,6K\Omega + 1,36K\Omega) + V_{BE}$$

$$I = I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{(21,6K\Omega + 60,71K\Omega)}$$

$$I = I_B = \frac{5 - 0,7}{(82,31K\Omega)}$$

$$I = I_B = 0,052mA$$

Sesuai dengan persamaan (2-7) maka didapatkan nilai I_C :

$$I_C = I_B \cdot h_{fe}$$

$$I_C = 0,052mA \times 100$$

$$I_C = 5,2mA$$

Maka nilai V_{CE} (nilai masukan ke mikrokontroler) menurut persamaan (2-3)

adalah:

$$I_C \cdot R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0$$

$$R_C = R_3$$

$$V_{CC} = I_C R_3 + V_{CE}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_3$$

$$V_{CE} = 5 - 5,2 \times 10^{-3} A \times 820 \Omega$$

$$V_{CE} = 5 - 4,264V$$

$$V_{CE} = 0,736V$$

Rangkaian pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) digunakan untuk:

1. Sensor guncangan

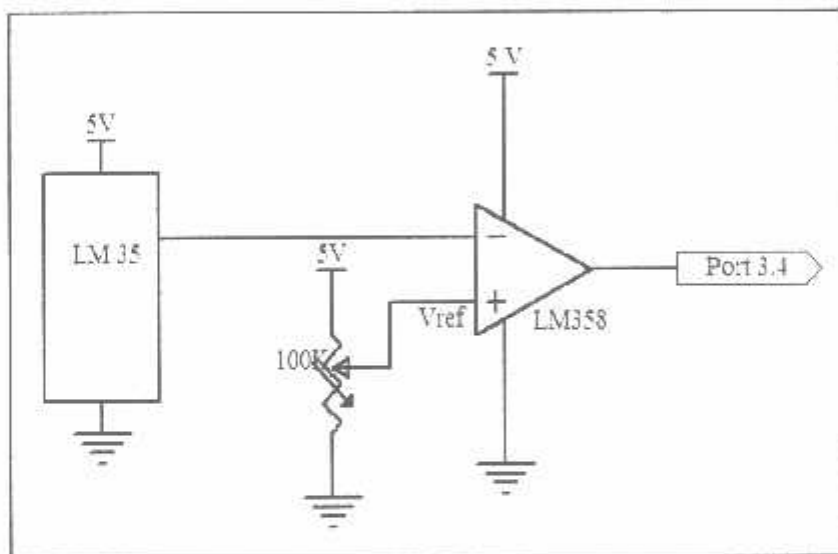
Pada saat brankas bergoncang, foto dioda tidak menerima cahaya dari IR LED. Kondisi tersebut mengakibatkan mikrokontroler berlogika "0" karena ada arus yang melewati R_2 atau I_B sehingga ada arus yang melewati R_3 dan timbul I_C . Dan sebaliknya, pada saat brankas tidak bergoncang foto dioda menerima cahaya dari IR LED kondisi tersebut mengakibatkan mikrokontroler berlogika "1" karena tidak ada arus yang melewati R_2 atau I_B sehingga arus yang melewati R_3 juga tidak ada ($I_C = 0$).

2. Sensor Geser

Pada saat brankas bergeser, foto dioda tidak menerima cahaya dari IR LED. Kondisi tersebut mengakibatkan mikrokontroler berlogika "0" karena ada arus yang melewati R_2 atau I_B sehingga ada arus yang melewati R_3 dan timbul I_C . Dan sebaliknya, pada saat brankas tidak bergeser foto dioda menerima cahaya dari IR LED kondisi tersebut mengakibatkan mikrokontroler berlogika "1" karena tidak ada arus yang melewati R_2 atau I_B sehingga arus yang melewati R_3 juga tidak ada ($I_C = 0$).

4.4.7 Rangkaian Sensor Kebakaran

Pada perancangan ini, sensor yang digunakan adalah sensor suhu. Sensor suhu merupakan transduser yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu menjadi sinyal listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM35 keluaran National Semikonduktor dengan pertimbangan antara lain rangkaianannya sederhana, keluarannya linier terhadap suhu, terkalibrasi secara langsung dalam derajat celsius, harga terjangkau dan mudah didapatkan. Rangkaian sensor kebakaran ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rangkaian sensor kebakaran
Sumber: Perancangan

IC LM35 mempunyai impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah, mempunyai sensitivitas $\pm 10\text{mV}/^\circ\text{C}$ dan jangkauan operasi suhu $-55^\circ\text{C} - 150^\circ\text{C}$. Tegangan catu yang digunakan 5V_{dc} . Tegangan keluaran dari sensor adalah $10\text{mV}/^\circ\text{C}$. Data yang diperlukan untuk mencari besar temperatur adalah sebagai berikut (*datasheet*):

$$V_{out} = \text{temp} * 10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$$

V_{out} = Tegangan output dari sumber LM35 (volt)

Temp = Besarnya suhu yang di baca sensor ($^{\circ}\text{C}$)

$$V_{out} = AV * V_{in}$$

$$AV = \frac{RF}{RI}$$

$$V_{out} = \frac{RF}{RI} * V_{in}$$

$$V_{in} = V_i - V_{ref}$$

V_i = Tegangan LM35

V_{ref} = Tegangan setting

Jangkauan pengaturan suhu yang direncanakan adalah 0°C - 45°C (suhu di dalam brankas), sehingga keluaran sensor adalah 0mV - 450mV (suhu di dalam brankas). Keluaran dari sensor suhu selanjutnya dihubungkan ke komparator. Tabel 4.2 menunjukkan hubungan antara suhu dan tegangan keluaran.

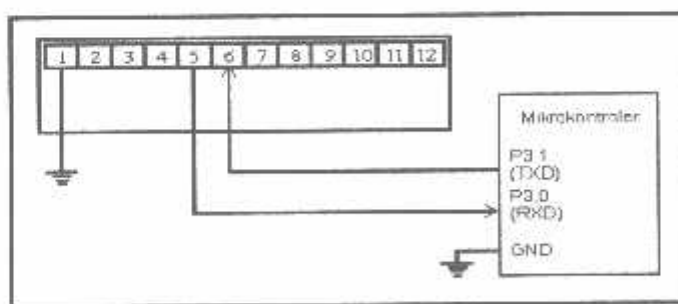
Pada perancangan ini rangkaian pembanding tegangan menggunakan op-amp LM358 dengan catu daya tunggal $+5\text{V DC}$. Tegangan acuan V_{ref} diterapkan ke masukan (+) op-amp, dan tegangan masukan dari LM35 (-). Bila tegangan masukan dari LM35 lebih besar V_{ref} , maka tegangan keluaran op-amp, $V_o = 0$ Volt. Bila tegangan masukan dari LM35 lebih kecil V_{ref} , maka tegangan keluaran op-amp, $V_o = 5$ Volt. Nilai V_{ref} pada perancangan ini di ambil 450 mV .

Tabel 4.2. Hubungan antara suhu dan tegangan keluaran sensor.

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Volt (mV)
0	0
1	10
2	20
.	.
.	.
25	250
.	.
.	.
50	500

4.4.8 Antarmuka mikrokontroler dengan ponsel

Pada telepon seluler jenis Siemens C35 terdapat 3 *pinout* yang dihubungkan dengan mikrokontroler, yaitu *ground* (pin1) yang dihubungkan dengan *ground* mikrokontroler, *Data Out* (pin 5) yang dihubungkan dengan port 3.0 (RXD) dan *Data In* (pin 6) yang dihubungkan dengan port 3.1 (TXD) seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.11. Pada pin out telepon seluler mempunyai level tegangan pada kondisi low (0 - 0.7 V_{DC}) dan pada kondisi high (2,6 - 5,0 V_{DC}) sehingga level tegangan tersebut sesuai dengan kondisi level tegangan pada TTL yang bisa dihubungkan dengan mikrokontroler.



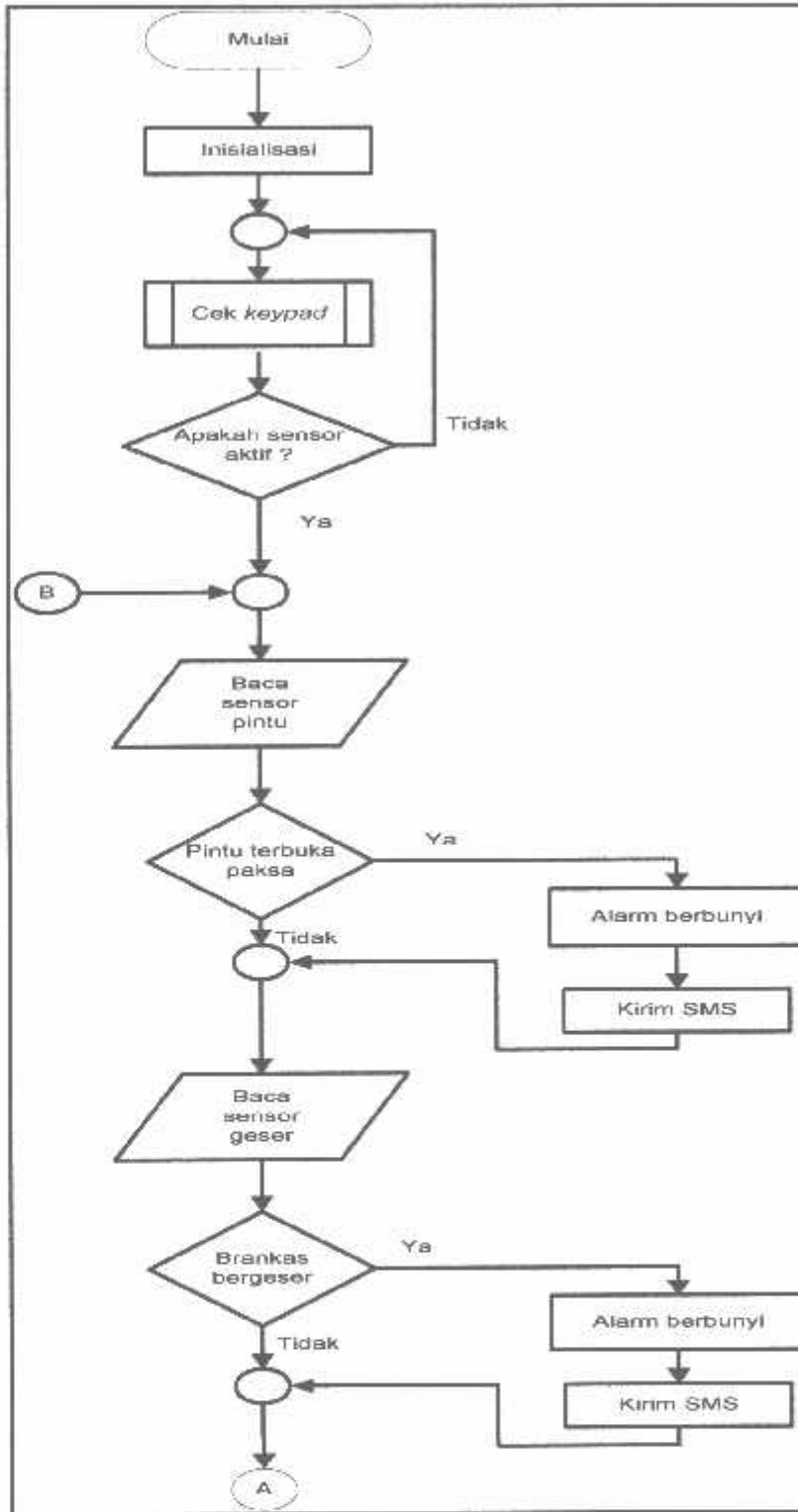
Gambar 4.11 Antarmuka ponsel dengan mikrokontroler AT89C51
Sumber: Perancangan

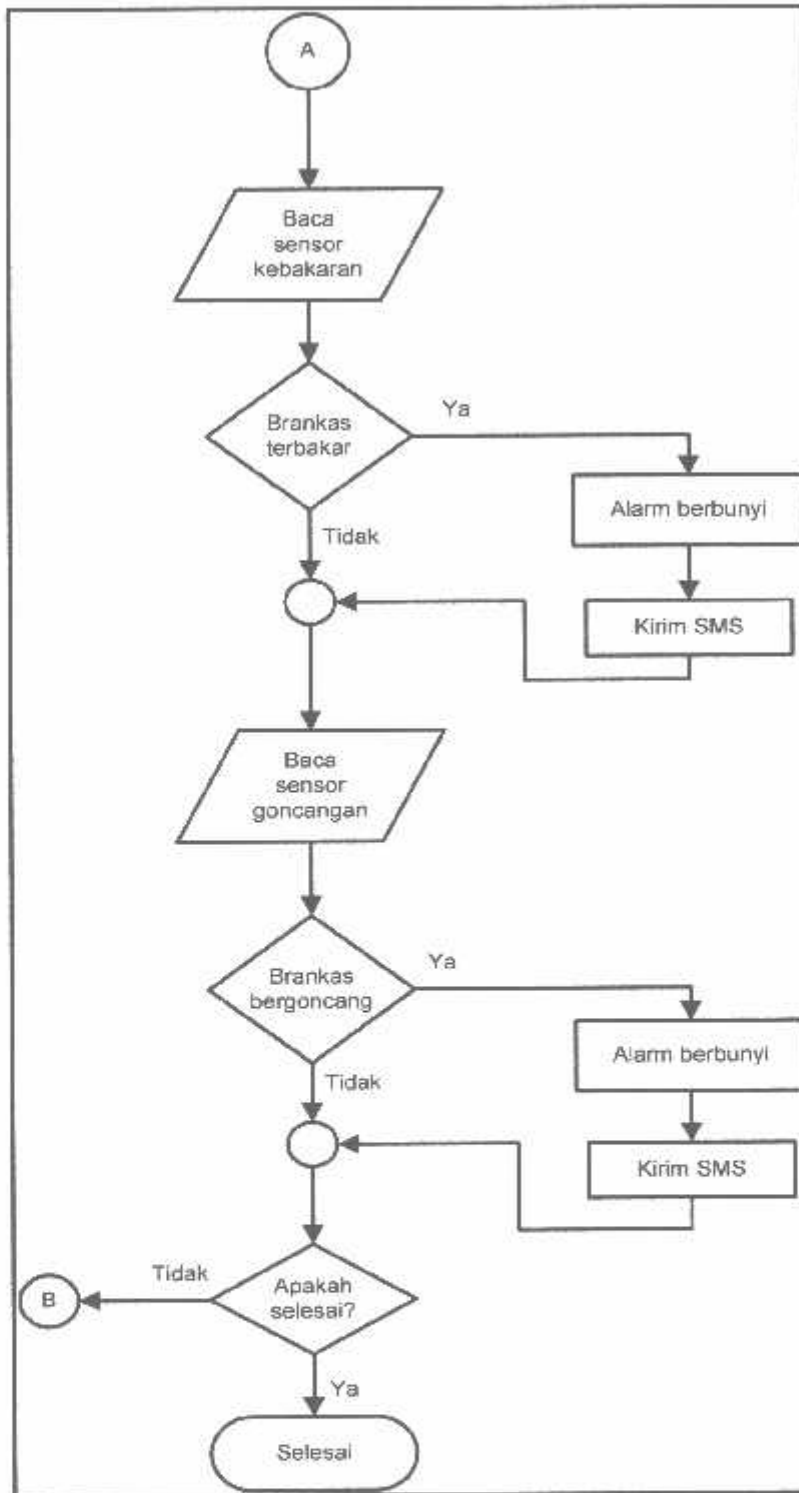
4.5 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) digunakan untuk memudahkan penyusunan program. Perangkat lunak itu sendiri diperlukan untuk mengatur kerja mikrokontroler sehingga dapat mengendalikan sistem perangkat keras. Perangkat lunak ditulis dalam bahasa *assembler* dan penulisannya sesuai dengan spesifikasi sistem yang telah ditentukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.

4.5.1 Diagram alir program utama

Diagram alir program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.12

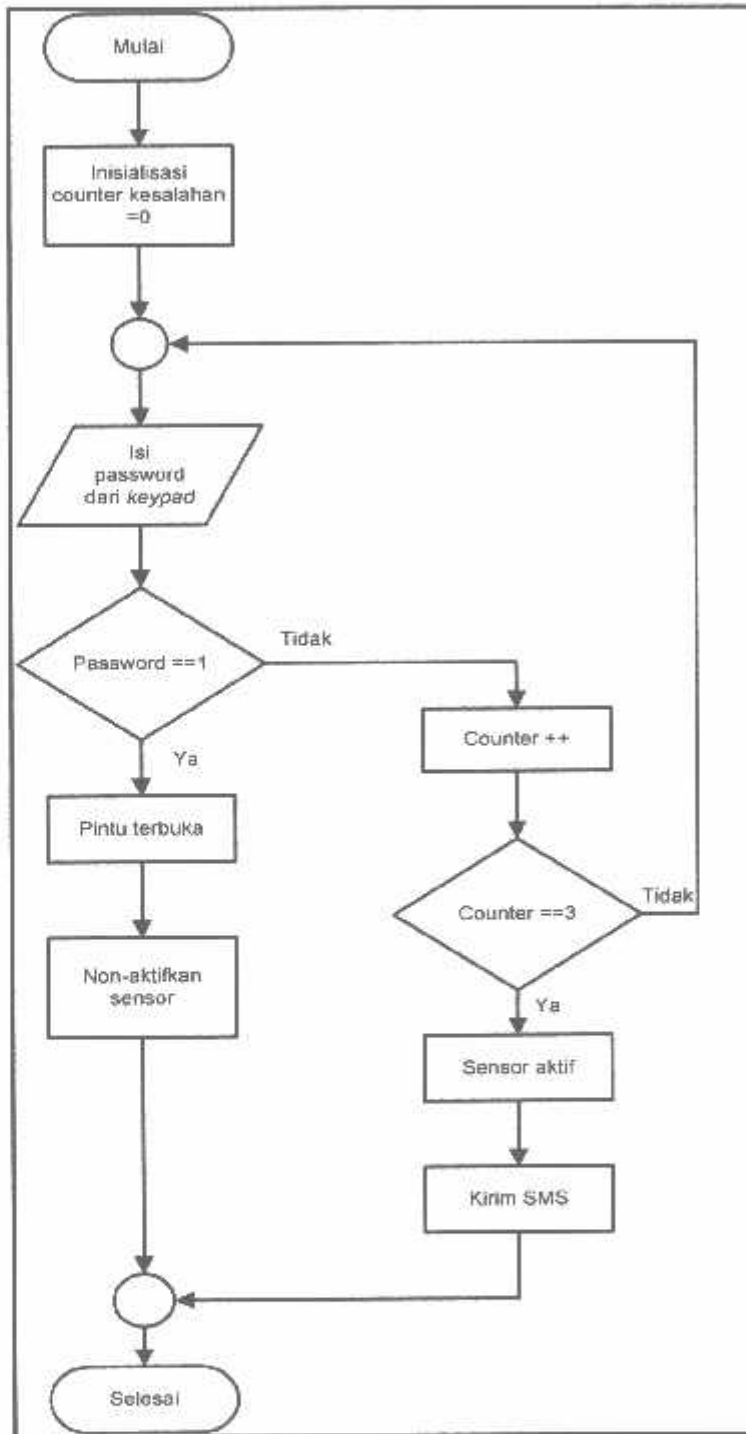




Gambar 4.12 Diagram alir program utama

4.5.2 Diagram alir cek keypad

Diagram alir program cek *keypad* ditunjukkan dalam Gambar 4.13



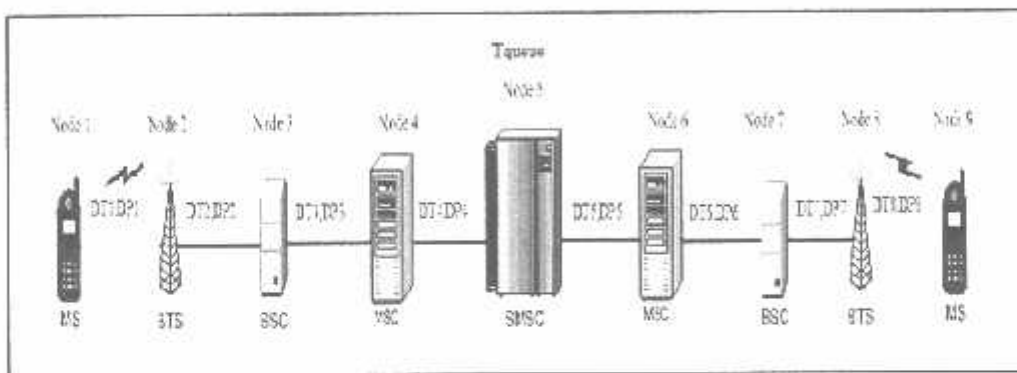
Gambar 4.13 Diagram alir program cek *keypad*

4.6 Perhitungan *delay*

Dalam perhitungan *delay* akan dihitung waktu tunda dari SMS dikirim sampai SMS diterima oleh ponsel penerima.

4.6.1 *Delay end-to-end.*

Untuk mentransmisikan *Short Message* antar jaringan GSM perlu diketahui model analisis *delay end-to-end* pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 *Delay end-to-end* SMS pada jaringan GSM.

Sumber : Perancangan

4.6.1.1 Perhitungan *Delay Transmisi*

Delay transmisi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan sebuah paket data.

Delay transmisi pada layanan *short message* ini terjadi dari MS pengirim ke MS penerima melalui tiap-tiap *node*, dari MS ke BTS dengan kecepatan transmisi 16 Kbps, antara BTS ke BSC dengan kecepatan transmisi 192 Kbps, antar BSC dan MSC dengan kecepatan transmisi 192 Kbps, antar MSC dan SMSC dengan kecepatan transmisi 512 Kbps, antara SMSC dan MSC kecepatan transmisi 512 Kbps, MSC ke BSC dengan

kecepatan transmisi 192 Kbps, BSC dan BTS kecepatan transmisi adalah 192Kbps, dan antara BTS dan MS dengan kecepatan transmisi 16 Kbps. Pada perhitungan delay ini akan dikirimkan kalimat DIBUKA PAKSA. Data SMS yang ditransmisikan pada kalimat tersebut adalah 12 karakter dimana 1 karakter = 7 bit, Jadi 12 karakter = 84 bit. Maka besarnya *delay* transmisi tiap *node* dapat dihitung menggunakan persamaan (2-16) yaitu :

(WWW.GSM.MULTIMEDIA.COM)

$$DT = \frac{L}{C}$$

$$DT1 = \frac{84 \text{ bit}}{16 \text{ Kbps}} = 5,25 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$DT2 = \frac{84 \text{ bit}}{192 \text{ Kbps}} = 4,375 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$DT3 = \frac{84 \text{ bit}}{192 \text{ Kbps}} = 4,375 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$DT4 = \frac{84 \text{ bit}}{512 \text{ Kbps}} = 1,640625 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$DT5 = \frac{84 \text{ bit}}{512 \text{ Kbps}} = 1,640625 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$DT6 = \frac{84 \text{ bit}}{192 \text{ Kbps}} = 4,375 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$DT7 = \frac{84 \text{ bit}}{192 \text{ Kbps}} = 4,375 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$DT8 = \frac{84 \text{ bit}}{16 \text{ Kbps}} = 5,25 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Sehingga *delay* transmisi total dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2-17):

$$DT(\text{total}) = DT1 + DT2 + DT3 + DT4 + DT5 + DT6 + DT7 + DT8$$

$$\begin{aligned} DT(\text{total}) &= 5,25 \cdot 10^{-3} + 4,375 \cdot 10^{-4} + 4,375 \cdot 10^{-4} + 1,640625 \cdot 10^{-4} + 1,640625 \cdot 10^{-4} + \\ &4,375 \cdot 10^{-4} + 4,375 \cdot 10^{-4} + 5,25 \cdot 10^{-3} \\ &= 0,0125 \text{ s} \end{aligned}$$

4.6.1.2 Perhitungan *delay* propagasi

Delay propagasi adalah waktu perambatan atau penjalaran yang dibutuhkan oleh data dari suatu *node* ke *node* yang lain melalui media transmisi

Delay propagasi terjadi antara MS pengirim ke BTS dengan jarak saluran transmisi antara MS dan BTS diambil jarak terjauh yaitu 15 km dan dari BTS ke BSC dengan jarak 300 m. Kemudian antara BSC dengan MSC pengirim sejauh 10 m, antara MSC pengirim dan SMSC dengan jarak 10 m, dan dari SMSC ke MSC tujuan yang jaraknya 8 km, dari MSC ke BSC jaraknya adalah 10 m, BSC ke BTS dengan jarak 300 m, dan jarak dari BTS ke MS penerima 15 km. Maka dapat dihitung besarnya *delay* propagasi untuk layanan SMS pada jaringan GSM menggunakan persamaan (2-18)

(WWW.GSM.MULTIMEDIA.COM)

$$: \quad DP = \frac{d}{c}$$

$$\begin{aligned} DP1 &= \frac{15000}{3 \cdot 10^8} \\ &= 5 \cdot 10^{-5} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DP2 &= \frac{300}{3 \cdot 10^8} \\ &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DP3 &= \frac{10}{3 \cdot 10^8} \\ &= 3,33 \cdot 10^{-8} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DP4 &= \frac{10}{3 \cdot 10^8} \\ &= 3,33 \cdot 10^{-8} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DP5 &= \frac{8000}{3 \cdot 10^8} \\ &= 2,67 \cdot 10^{-5} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DP6 &= \frac{10}{3 \cdot 10^8} \\ &= 3,33 \cdot 10^{-8} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DP7 &= \frac{300}{3 \cdot 10^8} \\ &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DP8 &= \frac{15000}{3 \cdot 10^8} \\ &= 5 \cdot 10^{-5} \text{ s} \end{aligned}$$

Sehingga besarnya *delay* propagasi total dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan

$$DP(\text{total}) = DP1 + DP2 + DP3 + DP4 + DP5 + DP6 + DP7 + DP8$$

$$\begin{aligned} DP(\text{total}) &= 5 \cdot 10^{-5} + 1 \cdot 10^{-6} + 3,33 \cdot 10^{-8} + 3,33 \cdot 10^{-8} + 2,67 \cdot 10^{-5} + 3,33 \cdot 10^{-8} + 1 \cdot 10^{-6} + 5 \cdot 10^{-5} \\ &= 1,288 \cdot 10^{-4} \text{ s} \end{aligned}$$

4.6.1.3 Perhitungan *Delay* Antrian

Delay antrian adalah waktu dimana paket data berada dalam antrian untuk ditransmisikan. Selama waktu ini paket data menunggu sampai selesainya paket lain ditransmisikan.

Delay antrian total adalah penjumlahan dari waktu tunggu dalam antrian (t_{queue}) dan waktu pelayanan (t_s) dalam server. Dengan asumsi panjang *message* yang digunakan 12 karakter = 84 bit, kapasitas saluran transmisi 512 Kbps, dan faktor utilitas 0,9 maka dapat diketahui besarnya rata-rata kecepatan pelayanan dengan menggunakan persamaan (2-21) : (WWW.GSM.MULTIMEDIA.COM)

$$t_s = 1/\mu = L/C$$

$$t_s = 84 \text{ bit} / 512 \text{ Kbps}$$

$$t_s = 1,64 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$t_s = \frac{1}{\mu}$$

$$\mu = \frac{1}{t_s}$$

$$= \frac{1}{1,64 \cdot 10^{-4}}$$

$$\mu = 6097,56 \text{ bps}$$

Sehingga diperoleh besarnya kecepatan pesan yang datang untuk nilai kecepatan pelayanan sebesar 6097,56 bps dengan menggunakan persamaan (2-22).

$$\lambda = \rho \mu$$

Dari kecepatan pelayanan sebesar 6097,56 bps dan faktor kegunaan sebesar 0,9 (semakin besar faktor kegunaan maka semakin besar juga kecepatan pesan yang datang) maka dapat diperoleh:

$$\begin{aligned} \lambda &= \rho \cdot \mu \\ &= 0,9 \cdot 6097,56 \text{ bps} \\ &= 5487,8 \text{ bps} \end{aligned}$$

Untuk menentukan waktu tunggu pesan dalam antrian dengan menggunakan persamaan (2-23)

$$t_{\text{queue}} = \frac{\lambda}{\mu^2 (1 - \rho)}$$

dengan:

t_{queue} = rata-rata waktu tunggu dalam antrian

Dengan memasukkan nilai λ dan μ yang telah didapat, dapat ditentukan besarnya waktu tunggu rata-rata dalam antrian, yaitu:

$$\begin{aligned} t_{\text{queue}} &= \frac{\lambda}{\mu^2 (1 - \rho)} \\ &= \frac{5487,8}{6097,56^2 (1 - 0,9)} \\ &= 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ s} \end{aligned}$$

Sehingga dengan menggunakan persamaan (2-20) dapat ditentukan *delay* antrian total yaitu :

$$\begin{aligned}
 T_{\text{queue}} &= t_{\text{queue}} + t_s \\
 T_{\text{queue}} &= 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ s} + 1,64 \cdot 10^{-4} \text{ s} \\
 &= 1,63 \cdot 10^{-3} \text{ s} \\
 &= 0,00163 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh *delay* transmisi total = 0,0125 s *delay* propagasi total = $1,288 \cdot 10^{-4}$ s, serta *delay* antrian total = 0,00163 s Sehingga besarnya *delay end-to-end* dapat diperoleh dengan persamaan (2-15) yaitu:

$$\begin{aligned}
 T_{\text{end to end}} &= DT(\text{total}) + DP(\text{total}) + T_{\text{queue}} \\
 &= 0,0125 \text{ s} - 1,288 \cdot 10^{-4} \text{ s} + 0,00163 \text{ s} \\
 &= 0,0142 \text{ s}
 \end{aligned}$$



BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian pengaman brankas dengan sistem pelaporan melalui SMS berbasis mikrokontroler AT89C51 meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Pengujian dilakukan perbagian untuk mempermudah dalam menganalisis hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan. Bagian-bagian yang diuji adalah:

- ❖ Bagian telepon seluler pada brankas dengan menguji fungsi *AT Command* dan menguji format data SMS
- ❖ Rangkaian *driver* selenoid
- ❖ Rangkaian sensor geser
- ❖ Rangkaian sensor guncangan
- ❖ Rangkaian sensor kebakaran

Setelah semua bagian di atas diuji, langkah berikutnya adalah pengujian sistem secara keseluruhan

Alat-alat bantu yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

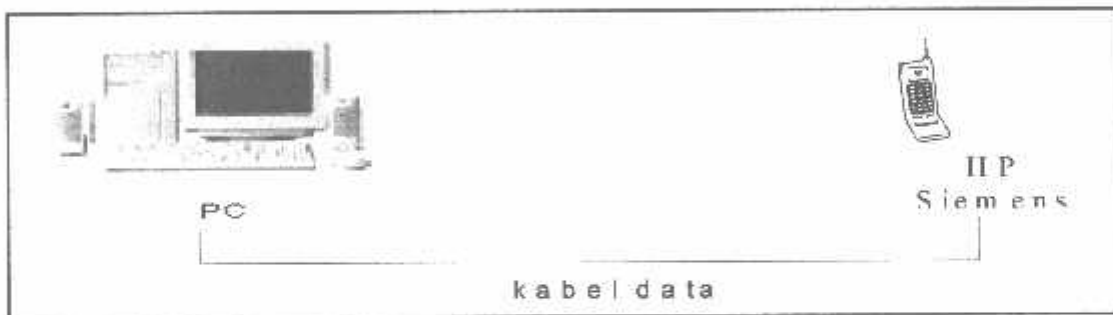
1. Multimeter digital
2. Catu daya 5volt dan 12volt
3. 1 set komputer
4. Telepon seluler Siemens C35
5. Kabel data serial
6. Termometer
7. Bejana

8. Logic Probe
9. Pemanas
10. *Stopwatch*

5.1. Pengujian *AT Command* dan format data sms pada telepon seluler

❖ Tujuan

Untuk menguji fungsi *AT Command* pada telepon seluler dan mengetahui data PDU yang dikirim dari telepon seluler pada brankas kepada telepon seluler pemilik brankas.



Gambar 5.1 Blok diagram pengujian telepon seluler
Sumber : Perancangan

❖ Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Hubungkan telepon seluler dengan komputer menggunakan kabel data serial
- Menjalankan program *Hyper Terminal*
- Melakukan *setting port* serial pada program *hyper terminal*
- Mengetik instruksi *AT+CMGS=21* untuk mengirim sms

21 = jumlah pasangan heksa PDU sms dimulai setelah nomor *sms-centre*
(maksimal 140)

❖ Hasil Pengujian

```

YOGA - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
AT+CMGS=21
> 0691261801000001000C91265836356202000008E2B2FC5C9E97E500+
+CMGS: 60
OK |
-
Connected 01/05/24  ANDY  19200 8 N 1  AT+CMGS  NUM  [Status]

```

Gambar 5.2 Hasil pengujian *AT Command*
Sumber : Pengujian

❖ Analisa hasil pengujian

Berdasarkan pengujian ini menunjukkan bahwa komunikasi dengan telepon seluler dapat dilakukan dengan menggunakan instruksi *AT Command* dan *AT Command* merupakan bahasa yang digunakan untuk menjalankan menu-menu pada telepon seluler.

Dari format data PDU yang diterima dapat dilihat ada delapan header didalamnya yaitu:

1. Nomor *sms-centre*, terdapat tiga *subheader*:
 - 06 = Jumlah pasangan heksa *sms-centre*
 - 91 = Kode internasional
 - 2618010000 = Nomor *sms-center* Telkomsel: 6281100000

2. Tipe sms:
 - Untuk *SEND* tipe *sms* = 1. Jadi bilangan heksanya adalah 01
3. Nomor referensi
Nomor referensi ini dibiarkan dulu 0, jadi bilangan heksanya adalah 00.
4. Nomor ponsel penerima, terdapat tiga *subheader*:
 - 0C = Jumlah bilangan decimal nomor pengirim (12 angka)
 - 91 = Kode internasional
 - 265836356202 = Nomor penerima (628563532620)
5. Bentuk sms:
 - 00 = Menandakan data dikirim sebagai sms.
6. Skema encoding:
 - 00 = Menandakan skema encoding menggunakan skema 7 bit.
7. Batas waktu validitas:
 - Agar sms kita pasti terkirim sampai ke ponsel penerima, sebaiknya kita tidak memberikan batasan waktu validnya.
8. Isi sms:
 - 08 = Jumlah karakter dari data yang dikirim
 - E2B2FC5C9E97E500 = bergeser (data yang dikirim)

5.2. Pengujian rangkaian *driver* selenoid

Blok pengujian rangkaian driver relai untuk selenoid ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.3.

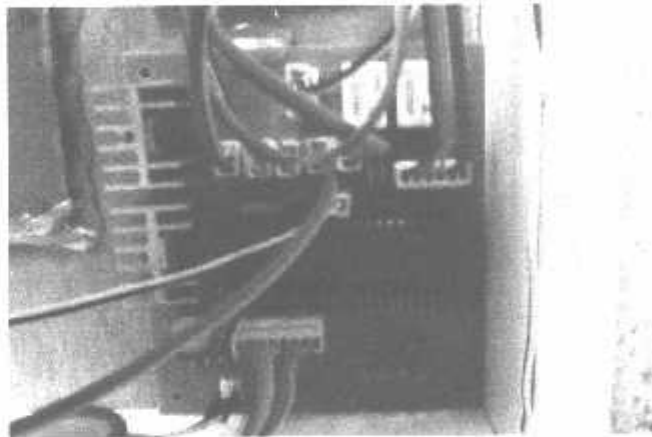
❖ **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan prinsip kerja selenoid apakah selenoid bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 5.3 Blok diagram pengujian rangkaian *driver* relai untuk selenoid

Rangkain kontrol ,driver relai untuk selenoid ditunjukkan seperti dalam gambar



Gambar 5.4 rangkaian kontrol

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian *driver* relai.
- Amati keluaran dari kondisi relai dan output relai.
- Hasil Pengujian rangkaian driver relai ditunjukkan dalam Tabel 5.1

❖ **Analisis hasil pengujian**

Dari Tabel 5.1 terlihat bahwa pengaturan selenoid tergantung dari driver relai. Jika driver relai berlogika tinggi ("1") maka kondisi relai on , demikian sebaliknya jika driver relai berlogika rendah ("0") maka kondisi relai off

❖ **Hasil Pengujian**

Tabel 5.1 Hasil pengujian rangkaian *driver* relai selenoid

Tegangan Masukan	Kondisi Relai	Output Relai	Tegangan keluaran driver
Logika Tinggi ("1")	Relai on	Selenoid bergerak	12 volt
Logika Rendah ("0")	Relai off	Selenoid tidak bergerak	0 volt

Sumber: Pengujian

5.3. Pengujian rangkaian sensor geser

Blok diagram pengujian rangkaian sensor geser ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.5

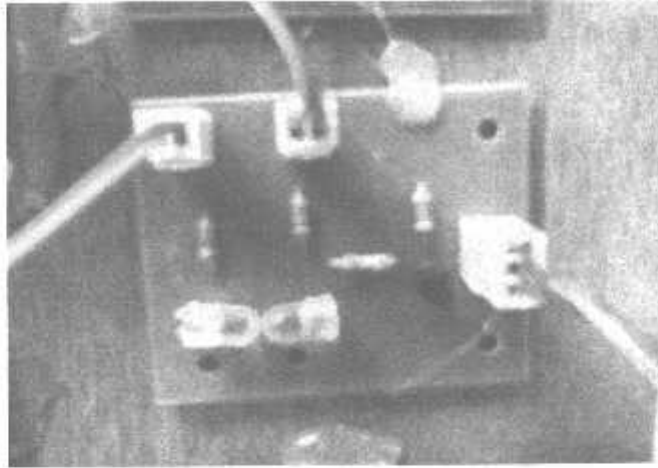
❖ **Tujuan**

Mengetahui apakah kerja rangkaian sensor geser sesuai perencanaan.



Gambar 5.5. Blok diagram pengujian sensor geser

Rangkaian sensor geser ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.6 di bawa ini



Gambar 5.6. rangkaian sensor geser,sensor getar

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Menghubungkan rangkaian seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.4.
- Memberikan tegangan catu 5 volt.
- Memberikan keadaan photo dioda menerima cahaya dan keadaan tidak menerima cahaya.
- Mengamati perubahan logika menggunakan logic probe.

❖ **Hsial Pengujian**

Keluaran logika pada keadaan yang diubah-ubah pada photo dioda ditunjukkan dalam Tabel 5.2 :

Tabel 5.2. Hasil pengujian sensor geser

Keadaan Photo Dioda	Logika
Menerima cahaya	High (1)
Tidak menerima cahaya	Low (0)

Sumber: Pengujian

❖ Analisis hasil pengujian

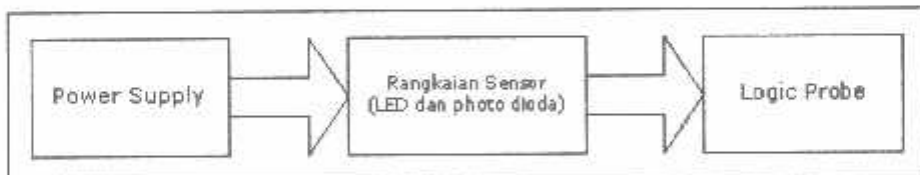
Dari Tabel 5.2 terlihat hasil pengujian sesuai dengan yang direncanakan.. Jika keadaan photo dioda menerima cahaya maka berlogika High (“1”) dan sebaliknya jika keadaan photo dioda tidak menerima cahaya maka berlogika Low (“0”)

5.4. Pengujian rangkaian sensor guncangan

Blok diagram pengujian rangkaian sensor guncangan ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.7

❖ Tujuan

Mengetahui apakah kerja rangkaian sensor guncangan sesuai perencanaan.

**Gambar 5.7** Blok diagram pengujian sensor guncangan

❖ Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Menghubungkan rangkaian seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.5.
- Memberikan tegangan catu 5 volt.

- Memberikan keadaan photo dioda menerima cahaya dan keadaan tidak menerima cahaya.
- Mengamati perubahan logika menggunakan logic probe.

❖ Hasil Pengujian

Keluaran logika pada keadaan yang diubah-ubah pada photo dioda ditunjukkan dalam Tabel 5.3 :

Tabel 5.3. Hasil pengujian sensor guncangan

Keadaan Photo Dioda	Logika
Menerima cahaya	High (1)
Tidak menerima cahaya	Low (0)

Sumber: Pengujian

❖ Analisis hasil pengujian

Dari Tabel 5.3 terlihat hasil pengujian sesuai dengan yang direncanakan.. Jika keadaan photo dioda menerima cahaya maka berlogika High (“1”) dan sebaliknya jika keadaan photo dioda tidak menerima cahaya maka berlogika Low(“0”)

5.5. Pengujian rangkaian sensor kebakaran

❖ Tujuan

Pengujian rangkaian sensor kebakaran yang menggunakan LM35 bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan suhu sekitarnya yaitu dengan mengukur tegangan keluarannya. Jika tanggapan sensor suhu baik maka setiap perubahan 1°C keluaran sensor akan berubah $\pm 10\text{mV}$

$$\text{Prosentase penyimpangan} = \frac{|V_o \text{ perhitungan} - V_o \text{ pengukuran}|}{V_o \text{ perhitungan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Penyimpangan rata-rata} &= \frac{X}{Y} \\ &= Z\% \end{aligned}$$

Adanya penyimpangan dikarenakan:

- Pembacaan yang tidak tepat pada termometer
- Tidak presisinya multimeter sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan

❖ Hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian sensor suhu ditunjukkan dalam Tabel 5.4. Dari data tersebut diperlihatkan hubungan nilai suhu, tegangan keluaran berdasarkan pengukuran, tegangan keluaran berdasarkan perhitungan, dan besar penyimpangan data pengukuran terhadap perhitungan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.9 hasil keluaran pengukuran tegangan

Hasil pengujian beberapa sample suhu dengan tegangan keluaran pengukuran 422 (mvolt), tegangan keluaran perhitunga 430 (mvolt) .sesuai dengan persamaan di atas dapat dihitung

$$\begin{aligned} \text{Persentase kesalahan (\%)} &= \frac{(430 - 422)}{430} \times 100\% \\ &= 0,046 \approx 0,46\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyimpangan rata-rata} &= \frac{0,46 + 0,91 + 0,35 + 0,43 + 0,21 + 0,62}{6} \\ &= 0,49\% \end{aligned}$$

Tabel 5.4 Hasil pengujian sensor suhu IC LM35

No	Suhu (°C)	Tegangan keluaran pengukuran (mvolt)	Tegangan keluaran perhitungan (mvolt)	Penyimpangan (%)
1	43	422	430	0,46
2	44	436	440	0,91
3	45	452	450	0,35
4	46	458	460	0,43
5	47	471	470	0,21
6	48	483	480	0,62
Penyimpangan rata-rata				0,49

Sumber: Pengujian

5.6. Pengujian Sistem Keseluruhan

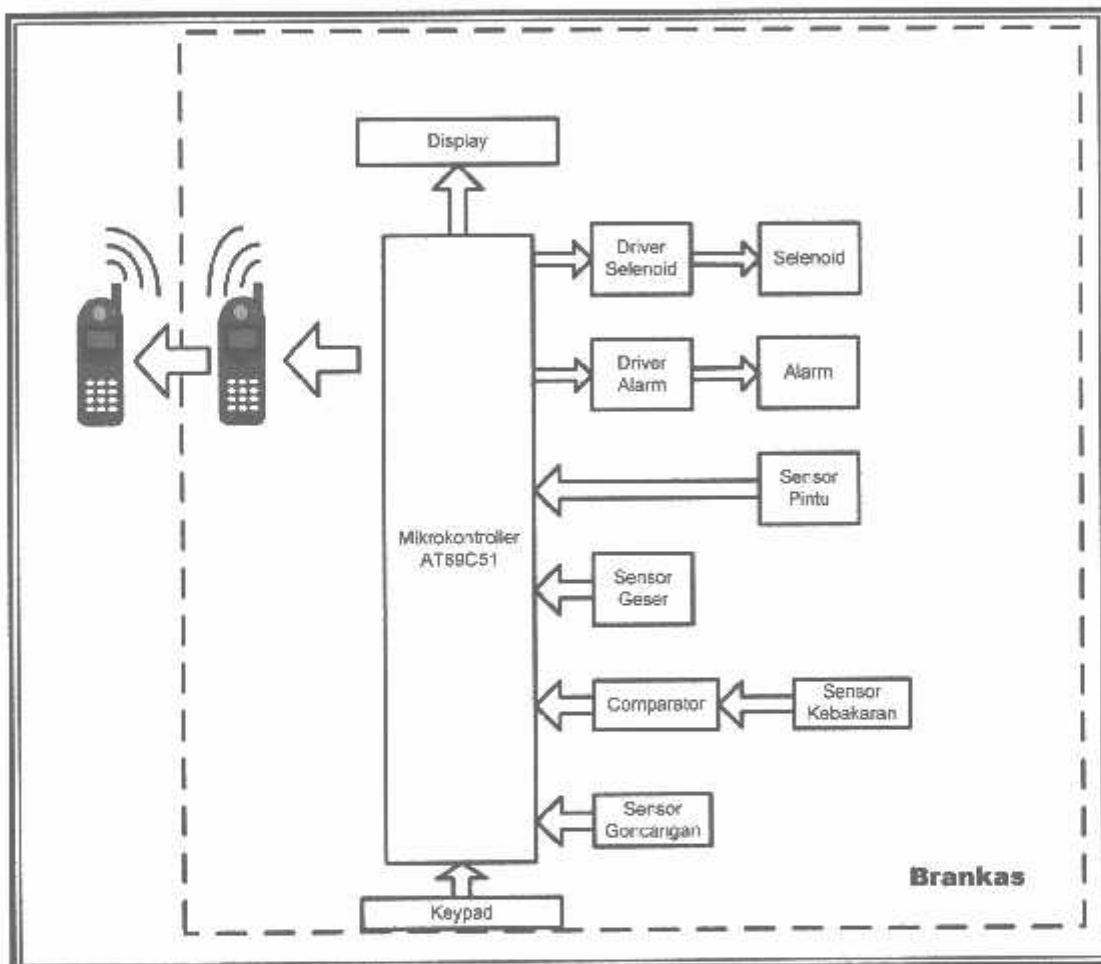
❖ Tujuan

Untuk mengetahui bahwa pengaman brankas dengan sistem pelaporan melalui SMS berbasis mikrokontroler AT89C51 ini dapat beroperasi sesuai perencanaan.

❖ Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian
- Merangkai perangkat sesuai dengan blok diagram sistem yang direncanakan.
- Menekan "MEM" pada tombol *keypad*
- Mengikuti prosedur yang ada pada *LCD*

Berikut adalah rangkaian pengujian keseluruhan sistem

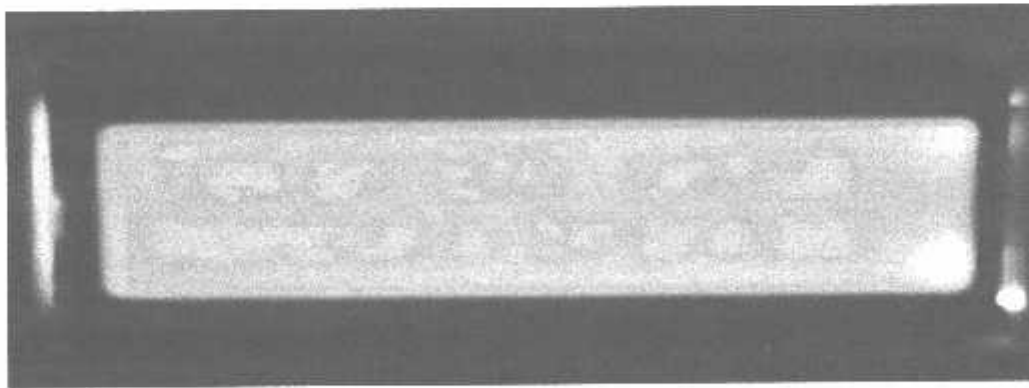


Gambar 5.10 Blok diagram pengujian keseluruhan

❖ Hasil pengujian dan analisis

Pengujian dilakukan dengan menekan “MEM” pada tombol *keypad* kemudian pada *LCD* akan muncul tulisan “*password*” sehingga pemilik brankas dapat memasukkan *password*. Apabila *password* yang diisikan salah 3x berturut-turut maka alarm akan berbunyi dan mengirimkan pesan berupa SMS yang bertuliskan “password salah” kepada telepon seluler pemilik brankas tetapi apabila *password* yang diisikan telah benar maka solenoid akan bekerja dan pintu brankas akan terbuka kemudian secara otomatis sensor-sensor dinonaktifkan. Setelah pintu brankas ditutup kembali, maka pada *keypad* harus ditekan tombol “COR” agar sensor-sensor dapat berfungsi kembali seperti semula.

Selanjutnya apabila ada salah satu sensor yang aktif, pada tampilan *LCD* muncul tulisan yang sesuai dengan kondisi brankas tersebut kemudian alarm berbunyi dan telepon seluler pada brankas mengirimkan sebuah SMS kepada telepon seluler pemilik brankas. Untuk lebih jelasnya lihat gambar di bawa ini



Gambar 5.11 hasil pengujian alat

5.7. Pengujian waktu tunda pengiriman data

❖ Tujuan

Untuk mengetahui waktu tunda dari data mulai dikirim sampai data diterima oleh ponsel penerima.

❖ Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Aktifkan salah satu sensor yang terdapat pada brankas. Pada pengujian ini sensor yang diaktifkan adalah sesor pintu.
- Ponsel pada brankas akan mengirimkan sebuah SMS kepada ponsel pemilik brankas
- Amati *stopwatch* dari mulai pengiriman data SMS sampai data SMS diterima oleh ponsel penerima/pemilik brankas
- Ulangi prosedur tersebut sampai beberapa kali.

❖ Hasil pengujian

▪ Pengujian 1

Setelah dilakukan pengiriman data sebanyak 24 kali mulai pukul 14.00-13.00 dengan kalimat “dibuka paksa” didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 5.5 Hasil pengujian *delay* mulai pukul 14.00-13.00

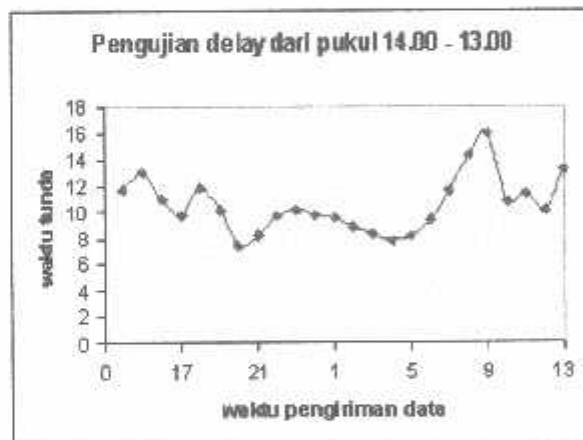
No.	Pukul	Waktu (detik)
1	14.00	11,7
2	15.00	13,1
3	16.00	11
4	17.00	9,8
5	18.00	11,8
6	19.00	10,2
7	20.00	7,4
8	21.00	8,2
9	22.00	9,7
10	23.00	10,2
11	24.00	9,8
12	01.00	9,6
13	02.00	8,8
14	03.00	8,3
15	04.00	7,7
16	05.00	8,1
17	06.00	9,4
18	07.00	11,6
19	08.00	14,3
20	09.00	15,9
21	10.00	10,8
22	11.00	11,4
23	12.00	10,2
24	13.00	13,2

Sumber: Pengujian

Hasil pengujian delay dengan menggunakan stopwatch dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.12 Pewaktuan pengiriman data
Sumber : Pengujian



Gambar 5.8 Grafik *delay* pengiriman data dari pukul 14.00-13.00.
Sumber : Pengujian.

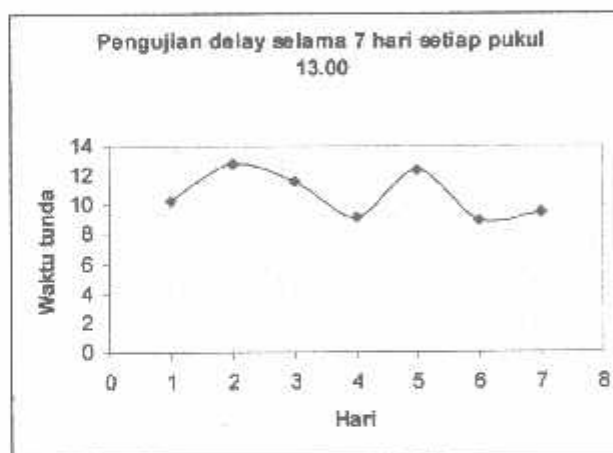
- **Pengujian 2**

Setelah dilakukan pengiriman data selama 7 hari setiap pukul 13.00 dengan kalimat “dibuka paksa” didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 5.5 Hasil pengujian *delay* selama 7 hari setiap pukul 13.00

No.	Pukul	Waktu (detik)
1	13.00	10,3
2	13.00	12,8
3	13.00	11,6
4	13.00	9,2
5	13.00	12,4
6	13.00	8,9
7	13.00	9,5

Sumber: Pengujian



Gambar 5.9 Grafik *delay* pengiriman data dalam 7 hari setiap pukul 13.00
Sumber : Pengujian

❖ Analisis hasil pengujian

Dari hasil pengujian 1 didapat waktu rata-rata sebesar 10,5 detik. Dari hasil pengujian 2 didapat waktu rata-rata sebesar 10,6 detik. Dan hal ini memang jauh lebih besar dari perhitungan yang didapat sebesar 0,0142 detik. Ini dikarenakan banyak faktor diantaranya tingkat prioritas dalam penggunaan kanal pelayanan dari jaringan GSM (*Global System for Mobile Communication*) itu sendiri. Dimana dalam perhitungan yang dilakukan banyak/ada yang belum diikutsertakan.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian alat pengaman brankas dengan sistem pelaporan melalui SMS berbasis mikrokontroler AT89C51 secara keseluruhan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil pengujian sebagai berikut,

1. *Password* didapatkan hasil pintu brankas akan terbuka bila *password* yang diisikan benar dan bila *password* salah pada LCD akan tertera tulisan "*password salah*".
2. *Buzzer* yang berfungsi sebagai alarm mengeluarkan bunyi lengkingan jika ada salah satu sensor aktif atau *password* yang diisikan pada *keypad* salah 3x berturut-turut.
3. Ponsel yang terdapat pada brankas akan mengirimkan sebuah SMS kepada ponsel pemilik brankas bila salah satu sensor aktif atau *password* yang diisikan pada *keypad* salah 3x berturut-turut.
4. Sensor-sensor yang digunakan telah sesuai dengan yang direncanakan dimana LM 35 sebagai sensor suhu serta LED dan fotodiode sebagai sensor geser dan sensor guncangan serta *mikro switch* sebagai sensor pintu.
5. Perangkat lunak yang digunakan menggunakan bahasa assembler untuk mikrokontroler AT89C51 sebagai program untuk mengolah data-data SMS dan sensor-sensor yang terdapat pada brankas. Dan dari hasil pengujian secara

keseluruhan terbukti bahwa perangkat lunak yang digunakan telah berfungsi dengan baik.

6.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan alat ini dikemudian hari. Meskipun alat ini sudah dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan sistem yang direncanakan masih ada hal-hal yang perlu ditingkatkan, diantaranya:

1. Sebaiknya menggunakan sistem catu daya cadangan sehingga apabila terjadi pemadaman aliran listrik sistem masih dapat dijalankan.
 2. Sebaiknya alat dirancang agar dapat memodifikasi *password* sehingga pemilik dapat dengan mudah mengubah *password*.
 3. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat digunakan telepon seluler yang menggunakan jaringan GSM yang berinterkoneksi dengan telepon seluler yang menggunakan jaringan CDMA.
-



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. *Data Sheet Book I, data IC Linear, TTL dan CMOS*
- Coughlin F Robert dan Driscoll F. Frederick. 1992, *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear* cetakan kedua. Penerjemah Soemitro, herman Widodo. Jakarta: Erlangga
- Eko Putra, Agfianto. 2004. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Gava Media
- Fairchild Semiconductor Corporation;2000
- KEC Semikonductor Technical Data;2001
- Khang, Bustam, Ir. 2002. *Trik Pemrograman Aplikasi Berbasis SMS*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Malvino, Ap, 1987. *Elektronics Principles*. Alih Bahasa: Prof. M. Barnawi, Ph.D dan M,O. Tjia, Ph.D, Jakarta: Erlangga
- Nalwan, Paulus Andri. 2003. *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroller AT89C51*. Jakarta. PT Elex Media Komputindo
- National semikonductor, 2000. *LM 35*.[HTTP://.www.AllDataSheet.com.pdf](http://www.AllDataSheet.com.pdf)





LAMPIRAN



Lembar Asistensi Bimbingan Tugas Akhir

Nama : Himawan Sholeh M
NIM : 0352040
Waktu Bimbingan : 05/06/2007 s/d 05/09/2007
Judul : Pengaman Brangkas Dengan System Pelaporan
Melalui SMS Berbasis MK AT89C51

No	Tanggal	Materi	Paraf
1	14-8-2007	Perhatikan penulisannya	
2	15-8-2007	BAB I, BAB II Ace BAB III	
3	16-9-2007	BAB IV betulkan	
4	16-9-2007	BAB V tambahkan photo penelitian (betulkan)	
5	19-9-2007	Revisi di pertai hi	
6		betulkan Ikut ujian	
7			
8			

Mengetahui
Dosen Pembimbing

(Bambang Prio Hartono, ST, MT)



**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : HIMAWAN SHOLEH MAHMUDI
NIM : 0352040
JURUSAN : T.ELEKTRO D III
KONSENTRASI : T.ENERGI LISTRIK
Judul TA : Pengaman Barangkas Menggunakan SMS Berbasis
Mikrokontroler AT89C51

Di Pertahankan Di Hadapan Team Penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma (D III)

Pada :

Hari : Senin

Tanggal : 24 sept 2007

Dengan Nilai : 75,80 (B+)



Panitia Ujian Tugas Akhir

Sekretaris

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)

(Ir. H.Choirul Saleh, MT)

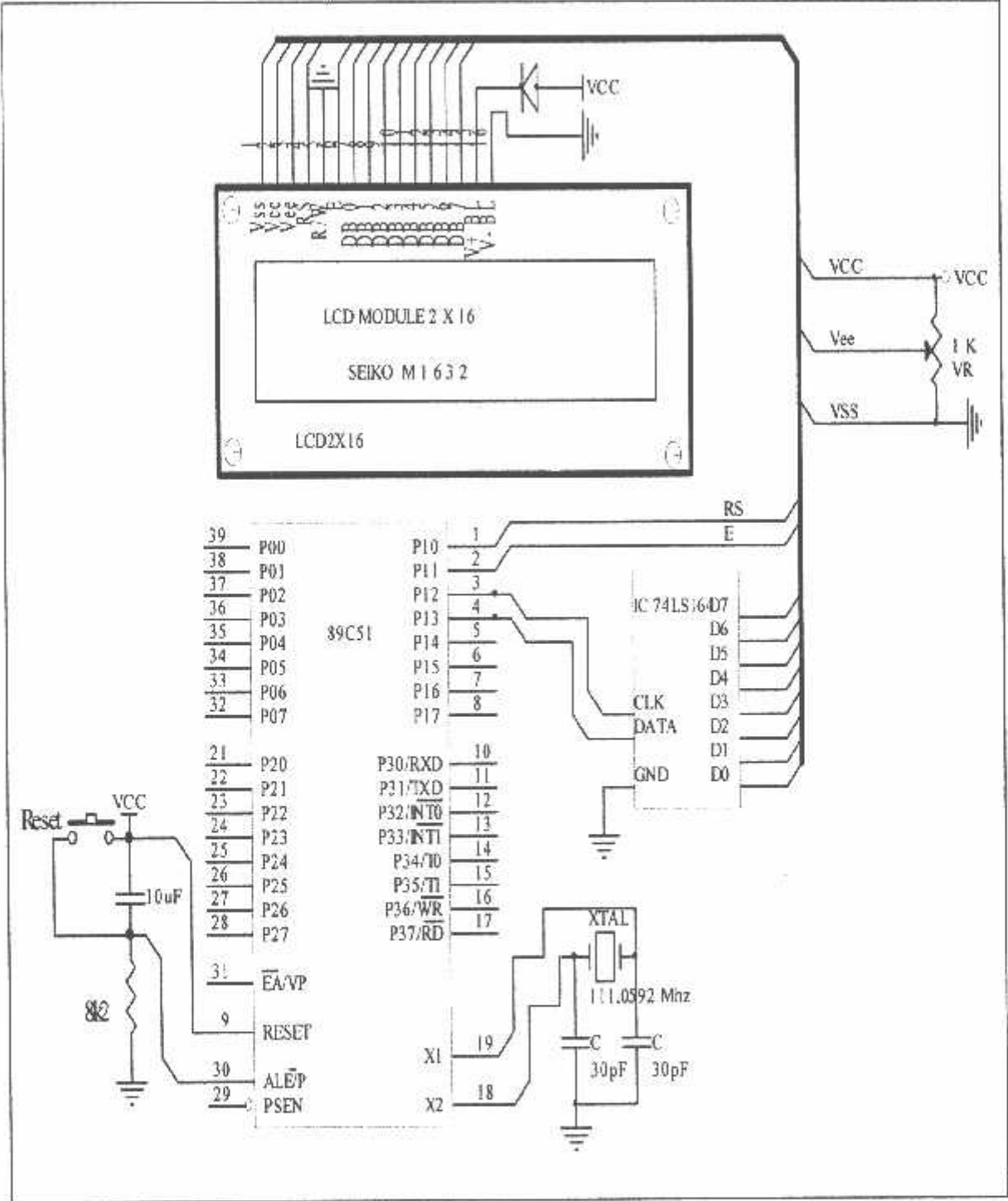
Anggota Penguji

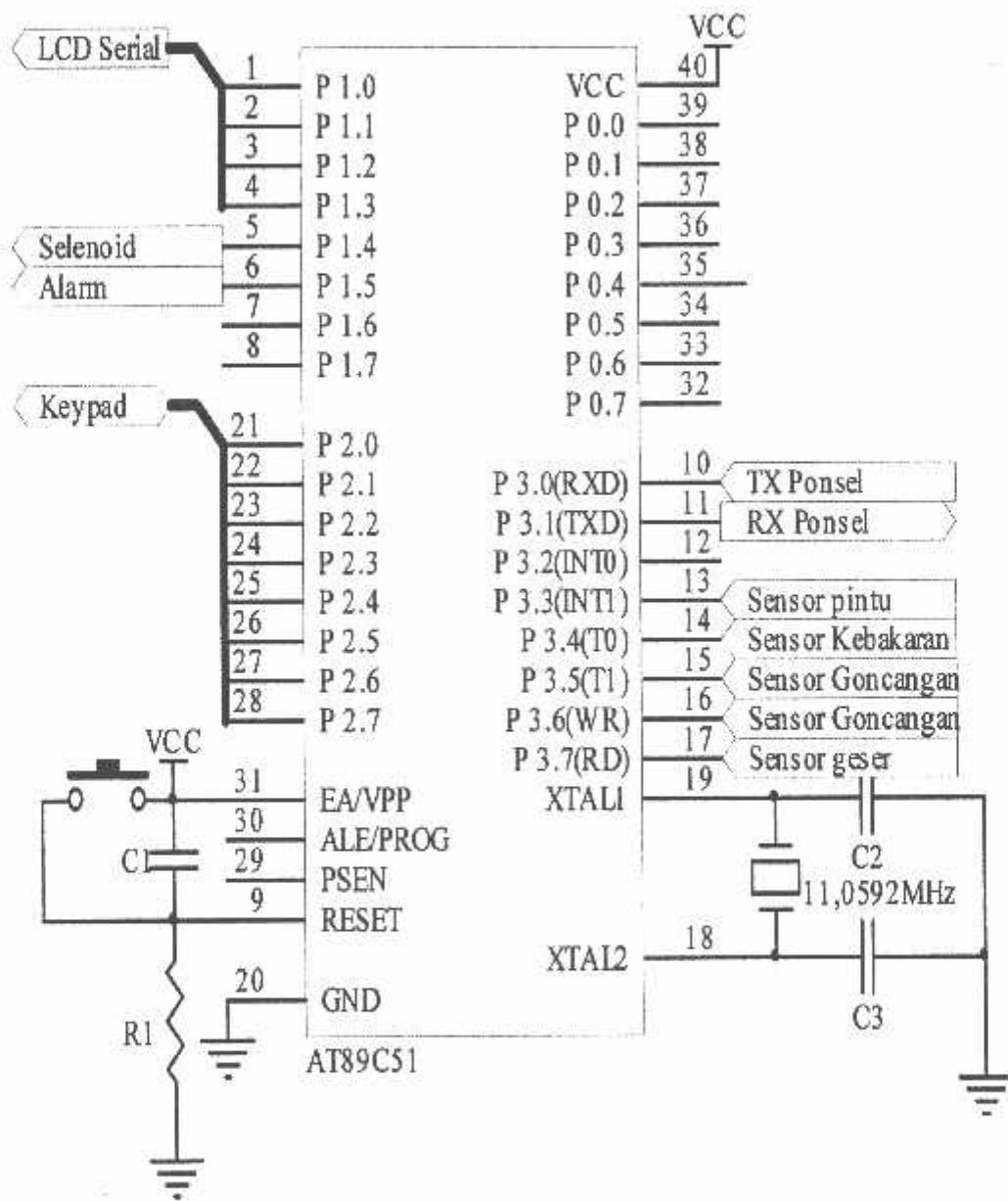
Pertama

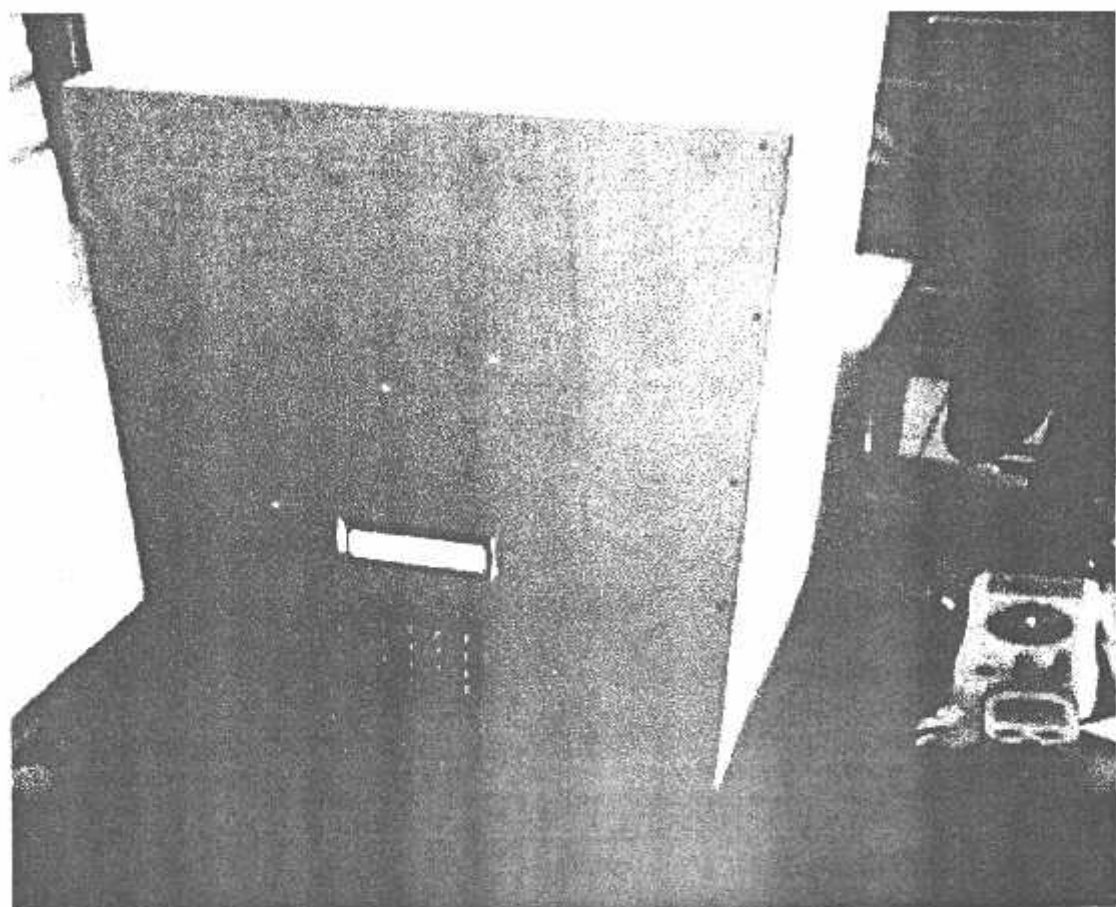
Kedua

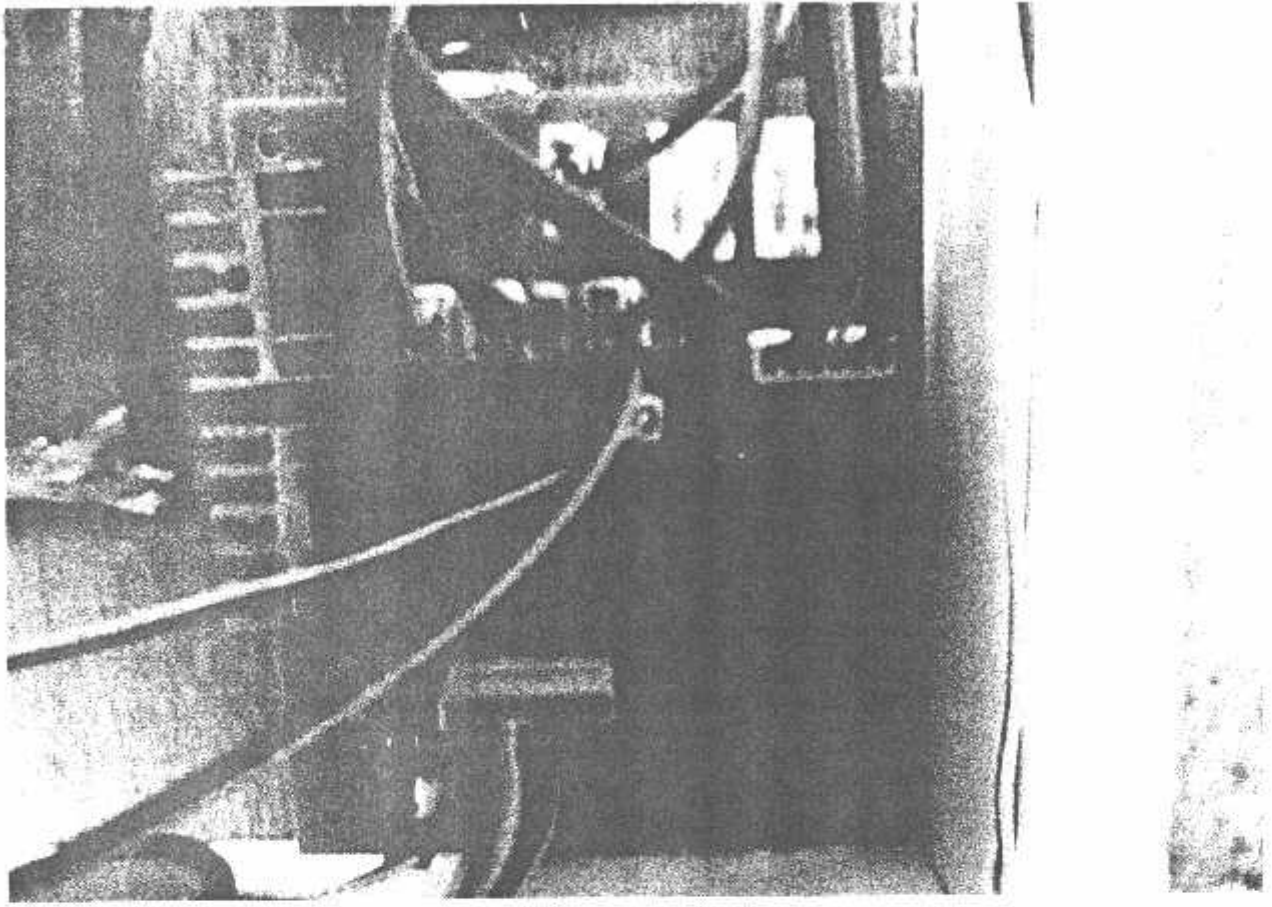
(Ir. H.Choirul Saleh, MT)

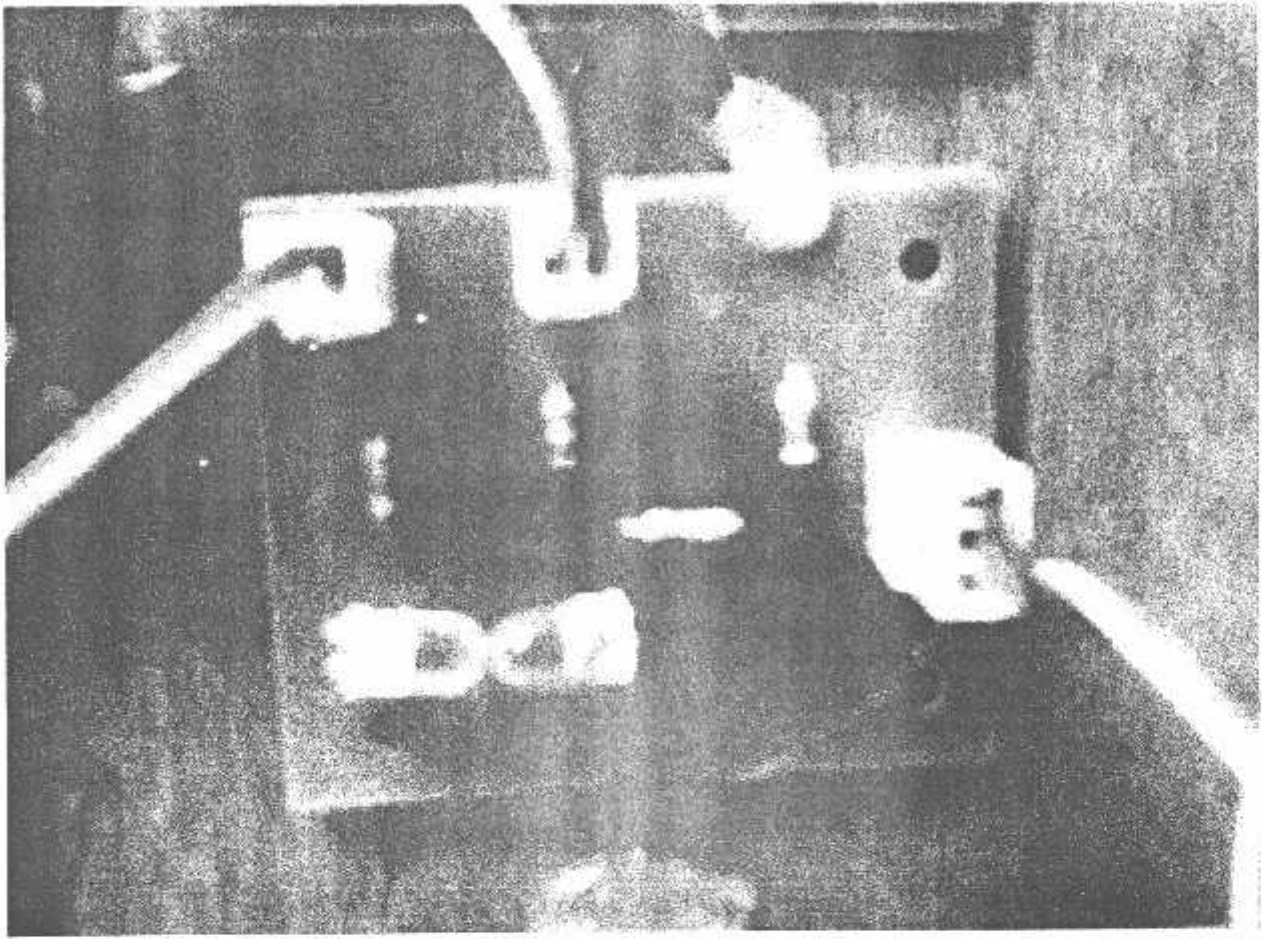
(Ir. Eko Nurcayo, MT)

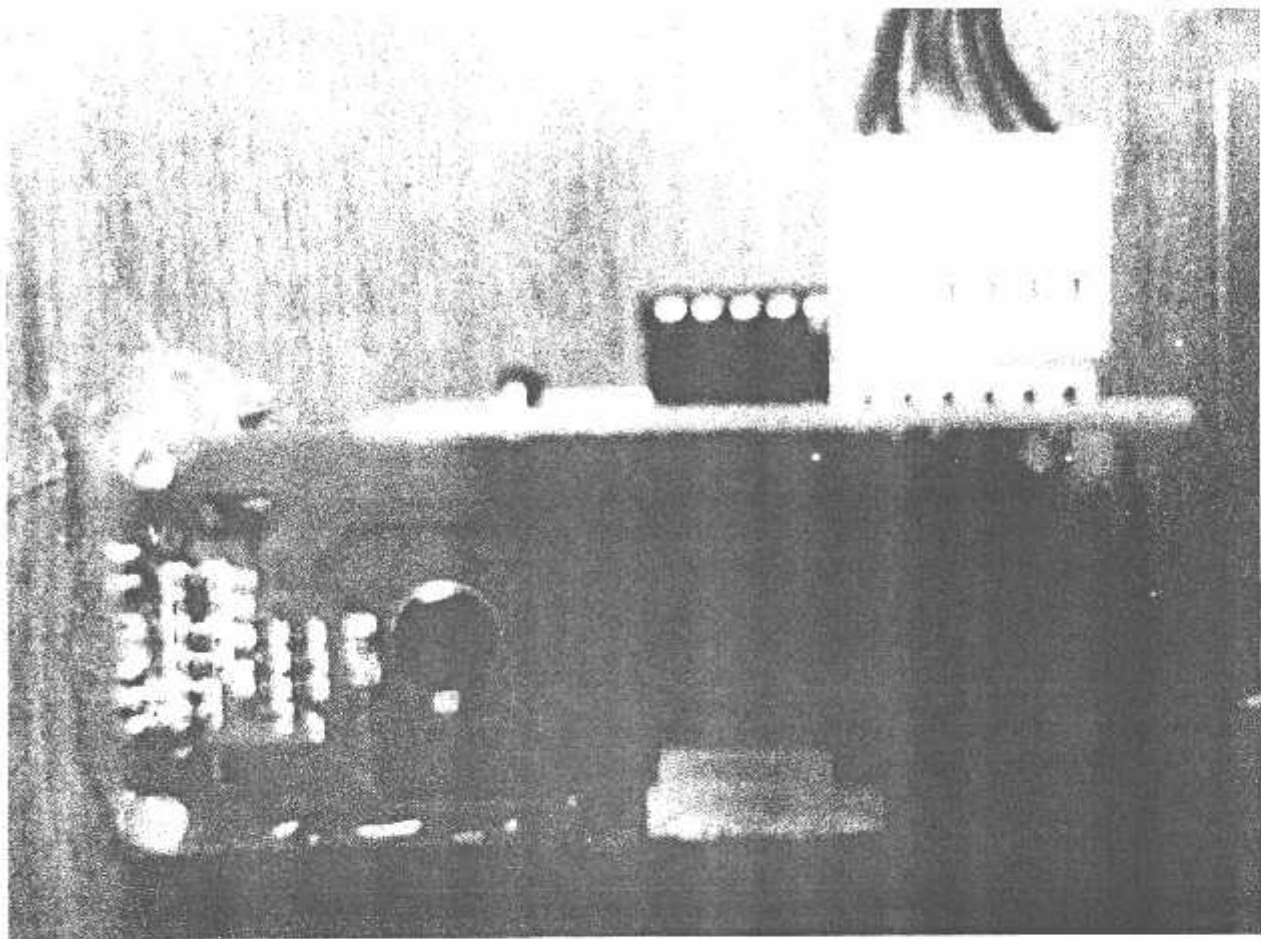












\$MOD51

solenoid bit p1.4
Buzzer bit p1.5
Sens_pintu bit p3.2
Sens_temp bit p3.3
Sens_guncang1 bit p3.4
Sens_guncang2 Bit p3.5
Sens_geser bit p3.6

rs_lcd bit p1.3
E_Lcd bit p1.2
pin_data bit p1.1
pin_clk bit p1.0

indi_pintu bit p0.1
indi_suhu bit p0.3
indi_guncang1 bit p0.5
indi_guncang2 bit p0.6
indi_geser bit p0.7

baris1 bit p2.7
baris2 bit p2.6
baris3 bit p2.5
baris4 bit p2.4
kolom1 bit p2.3 ; atas (1,2,3)
kolom2 bit p2.2
kolom3 bit p2.1
kolom4 bit p2.0

keyport equ P2
keybounce equ 200

pintu_terbuka bit 20h.0
suhu_panas bit 20h.1
terguncang1 bit 20h.2
terguncang2 bit 20h.3
tergeser bit 20h.4
pintuTerkunci bit 20h.5

time50 data 30h
KEYDATA DATA 31H
KEYBOUNC DATA 32H

```
JumTekan    data 33h
DataTekan   data 34h
DataTekan_  data 39h
JumSalah    data 3ah
```

```
org 0h
sjmp mulai
```

```
org 000bh
call time0
reti
```

```
org 50h
mulai:
mov  p0,#0ffh
clr  Solenoid
Clr  Buzzer
Mov  JumSalah,#0
Setb PintuTerkunci
call delay2
call init_lcd
call delay2
```

```
LoopAwal:
call awal
call delay2
call Run_T0
```

```
mulailax:
mov  keybounc,#keybounce
ulang: call keypad4x4
mov  A,keydata
cjne A,#0FFh,tekan
mov  keybounc,#keybounce
ljmp loopAwal
```

```
tekan:
cjne a,#0fh,mulailax
call CekPass ;ok
ljmp mulailax
```

```
KirimSMS:
call delaypanjang
call init_serial ;inisialisasi 19200bps
call delay1
```

```

loopAT1:
    call    delaypanjang
    clr    ri
    call    delay1
    Mov    Dptr,#ATH    ;cek kesiapan HP
    call    sendCommand

waitdata:
    jnb    ri,$    ;jika OK lanjutkan
    clr    RI
    mov    a,sbuf
    cjne   a,#'O',waitdata
    jnb    ri,$
    clr    RI
    mov    a,sbuf ;jika belum siap tunggu
    cjne   a,#'K',loopAT1 ;sampai siap
    call    delay2
    call    delay2
    call    SendSMS

    ret

```

CekPass:

```

    mov    dptr,#Password
    lcall  write_tampil
    lcall  Home2

```

```

    Mov    R1,#DataTekan
    Mov    JumTekan,#0

```

MulaiA1:

```

    mov    keybounc,#keybounce
    call  keypad4x4
        mov    A,keydata
    cjne   A,#0FFh,tekanA1
    mov    keybounc,#keybounce
    ljmp  mulaiA1

```

tekanA1:

```

    cjnc   a,#0fh,tekanA2
    Mov    a,jumTekan
    cjne   a,#6,mau_mbeling_ya
    ljmp  EnterPass

```

tekanA2:

```

    Mov    @R1,A
    Mov    A,#'*'

```

```
lcall write_data
inc R1
inc JumTekan
ljmp MulaiA1
```

EnterPass:

```
Mov R1,#DataTekan
Mov A,JumTekan
Mov R2,A
Mov Dptr,#PasswordAnda
```

loopA1:

```
Mov A,@R1
Mov B,a
Mov A,#0
Movc A,@A+Dptr
cjne A,B,PassSalah
inc Dptr
inc R1
Djnz R2,loopA1
ljmp PasswordMenuBetul
```

mau_mbeling_ya:

```
sjmp PassSalah
```

PasswordMenuBetul:

```
mov dptr,#PasswordBetul
lcall write_tampil
lcall Delay2
lcall Delay2
Setb Solenoid
jmp TungguTutup
```

PassSalah:

```
mov dptr,#PasswordSalah
lcall write_tampil
lcall Delay2
lcall Delay2
inc JumSalah
Mov A,JumSalah
cjne A,#3,CekPass
mov dptr,#SistemError
lcall write_tampil
lcall Delay2
lcall Delay2
lcall Delay2
lcall Delay2
call AktifBuzzer
```

```

    mov  dptr,#SMSDikirim
    lcall write_tampil
    lcall Delay2
    lcall Delay2
    lcall Delay2
;   call KirimSMS
    mov  dptr,#SistemError1
    lcall write_tampil
    call DelayAlarm
    call MatiBuzzer
    jmp  Mulai

```

TungguTutup:

```

    mov  dptr,#SilahkanTutup
    lcall write_tampil
    lcall Delay2
    lcall Delay2

```

mulai lay:

```

    mov  keybounc,#keybounce
ulangy: call keypad4x4
    mov  A,keydata
    cjne A,#0FFh,tekany
    mov  keybounc,#keybounce
    ljmp ulangy

```

tekany:

```

    cjne a,#0fh,mulai lay
    clr  Solenoid
    jmp  Mulai

```

AktifBuzzer:

```

    setb Buzzer
    ret

```

MatiBuzzer:

```

    clr  Buzzer
    ret

```

```

;*****
;proses baca keypad
;*****
Keypad4x4:
    mov  keybounc,#keybounce
    mov  keyport,#0FFh

```

```

        clr    kolom1
ull:    jb     baris1,key1
        djnz  keybounc,ull
        mov  keydata,#1
        jnb  baris1,$
        ret

key1:   jb     baris2,key2
        djnz  keybounc,key1
        mov  keydata,#4
        jnb  baris2,$
        ret

key2:   jb     baris3,key3
        djnz  keybounc,key2
        jnb  baris3,$
        mov  keydata,#7
        ret

key3:   jb     baris4,key4
        djnz  keybounc,key3
        jnb  baris4,$
        mov  keydata,#0Eh ;cancel
        ret

key4:   setb  kolom1
        clr  kolom2
        jb   baris1,key5
        djnz keybounc,key4
        jnb  baris1,$
        mov  keydata,#2
        ret

key5:   jb     baris2,key6
        djnz  keybounc,key5
        jnb  baris2,$
        mov  keydata,#5
        ret

key6:   jb     baris3,key7
        djnz  keybounc,key6
        jnb  baris3,$
        mov  keydata,#8
        ret

```

```
key7:  jb    baris4,key8
       djnz  keybounc,key7
       jnb   baris4,$
       mov   keydata,#0
       ret

key8:  setb  kolom2
       clr   kolom3
       jb    baris1,key9
       djnz  keybounc,key8
       jnb   baris1,$
       mov   keydata,#3
       ret

key9:  jb    baris2,key10
       djnz  keybounc,key9
       jnb   baris2,$
       mov   keydata,#6
       ret

key10: jb    baris3,key11
       djnz  keybounc,key10
       jnb   baris3,$
       mov   keydata,#9
       ret

key11: jb    baris4,key12
       djnz  keybounc,key11
       jnb   baris4,$
       mov   keydata,#0Fh ;enter
       ret

key12: setb  kolom3
       clr   kolom4
       jb    baris1,key13
       djnz  keybounc,key12
       jnb   baris1,$
       mov   keydata,#0ah ;cor
       ret

key13: jb    baris2,key14
       djnz  keybounc,key13
       jnb   baris2,$
       mov   keydata,#0bh ;men
       ret
```

```
key14: jb  baris3,key15
        djnz keybounc,key14
        jnb  baris3,$
        mov  keydata,#0ch ;up
        ret
```

```
key15: jb  baris4,key16
        djnz keybounc,key15
        jnb  baris4,$
        mov  keydata,#0dh ; down
        ret
```

```
key16: mov  keydata,#0FFh
        ret
```

```
Run_T0:
        setb EA
        setb ET0
        call reset_time0
        call timer50ms
        ret
```

```
reset_time0:
        mov  time50,#00
        ret
```

```
kill_T0:
        clr  tr0
        clr  ET0
        ret
```

```
Timer50ms:
        mov  tmod,#21h
        mov  th0,#3ch
        mov  tl0,#0afh
        setb tr0
        ret
```

```
time0:
        push 0e0h
        push psw
        push dpl
        push dph
```

```

        clr tr0
        inc time50
        mov a,time50
        cjne a,#5,oti
        mov time50,#0
        call CekSensor
oti:
        call timer50ms
        pop dph
        pop dpl
        pop psw
        pop 0e0h
        ret

CekSensor:
        jb sens_pintu,offpintu
        setb indi_pintu
        clr pintu_terbuka
        jmp cek suhu
offpintu:
        clr indi_pintu
        setb pintu_terbuka
        jnb PintuTerkunci,cekSuhu
        jmp BunyikanAlarm
cek suhu:
        jnb sens_temp,offtemp
        setb indi_suhu
        clr suhu_panas
        jmp cekguncang1
offtemp:
        clr indi_suhu
        setb suhu_panas
        jnb PintuTerkunci,cekGuncang1
        jmp BunyikanAlarm
cekguncang1:
        jnb sens_guncang1,offguncang1
        setb indi_guncang1
        clr terguncang1
        jmp cekguncang2
offguncang1:
        clr indi_guncang1
        setb terguncang1
        jnb PintuTerkunci,cekGuncang2
        jmp BunyikanAlarm
cekguncang2:

```

```

        jnb sens_guncang2,offguncang2
        setb indi_guncang2
        clr terguncang2
        jmp cekgeser
offguncang2:
        clr indi_guncang2
        setb terguncang2
        jnb PintuTerkunci,cekGeser
        jmp BunyikanAlarm
cekgeser:
        jnb sens_geser,offgeser
        setb indi_geser
        clr tergeser
        jmp cekout
offgeser:
        clr indi_geser
        setb tergeser
        jnb PintuTerkunci,cekOut
        jmp BunyikanAlarm
cekOut:
        jmp CekOut1
BunyikanAlarm:
        mov  dptr,#SistemError
        lcall write_tampil
        lcall Delay2
        lcall Delay2
        lcall Delay2
        lcall Delay2
        lcall Delay2
        call  AktifBuzzer
        mov  dptr,#SMSDikirim
        lcall write_tampil
        lcall Delay2
        lcall Delay2
        lcall Delay2
        lcall Delay2
;       call  SendSMS
        mov  dptr,#SistemError1
        lcall write_tampil
        call  DelayAlarm
        call  MatiBuzzer
CekOut1:
        ret

delayTampil:
        call  delayPanjang

```

```
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
call delayPanjang
ret
```

```
delay3:
    mov r6,#010h
loop3ax:
    mov r7,#010h
    djnz r7,$
    djnz r6,loop3ax
ret
```

```
delay:
    mov r7,#0ffh
sini:
    djnz r7,sini
ret
```

```
delay2:
    call delayPanjang
    call delayPanjang
ret
```

```
DelayAlarm:
    mov r5,#40
LDA:
    call Delay2
    call Delay2
    call Delay2
    call Delay2
    call Delay2
    djnz r5,LDA
ret
```

```
delaypanjang:
    mov r6,#0ffh
```

```

loop3b:
    mov r7,#0ffh
    djnz r7,$
    djnz r6,loop3b
    ret

SendCommand:
    Mov A,#0
    Movc A,@A+Dptr
    Cjne A,#0ffh,kirimSaja
    sjmp QuitCommand

KirimSaja:
    Jnb TI,$
    clr TI
    Mov SBuf,A
    Inc Dptr
    nop
    nop
;    call DELAY
    Sjmp SendCommand

QuitCommand:
    Ret

Init_Serial:
    Mov TMOD,#21h
    Mov TH1,#0fdh
    mov pcon,#80h
    setb tr1
    mov scon,#52h
    setb EA
    ret

delay1000n:
    mov r5,#04h
loop2x:
    mov r6,#0ffh
loop1x:
    mov r7,#0ffh
    djnz r7,$
    djnz r6,loop1x
    djnz r5,loop2x
    ret

delay1:
    mov r5,#01h

```

```
loop2y:
    mov r6,#080h
loop1y:
    mov r7,#080h
    djnz r7,$
    djnz r6,loop1y
    djnz r5,loop2y
    ret
```

```
DelSMS1:
    Mov Dptr,#ATCMGF
    call sendCommand
    call delay1000n
    Mov Dptr,#ATCMGD1
    call sendCommand
    ret
```

```
DelSMS2:
    Mov Dptr,#ATCMGF
    call sendCommand
    call delay1000n
    Mov Dptr,#ATCMGD2
    call sendCommand
    ret
```

```
DelSMS3:
    Mov Dptr,#ATCMGF
    call sendCommand
    call delay1000n
    Mov Dptr,#ATCMGD3
    call sendCommand
    ret
```

```
DelSMS4:
    Mov Dptr,#ATCMGF
    call sendCommand
    call delay1000n
    Mov Dptr,#ATCMGD4
    call sendCommand
    ret
```

```
SendSMS:
    Mov Dptr,#ATCMGS
    acall sendCommand
```

```

    acall delay1000n
    clr    ri

    Mov    Dptr,#JumSMS
    mov    A,#0
    Move   A,@A+Dptr
    Mov    R1,A
    Inc    Dptr

    Mov    R0,#0
loopSMS1:
    Mov    A,R0
    Move   A,@A+Dptr
    Inc    R0

    Mov    B,A
    swap  A
    Anl   A,#0fh
    cjne  a,#0ah,apa_b
    mov   a,#'A'
    sjmp  kirimBuffer
apa_b:
    cjne  a,#0bh,apa_c
    mov   a,#'B'
    sjmp  kirimBuffer
apa_c:
    cjne  a,#0ch,apa_d
    mov   a,#'C'
    sjmp  kirimBuffer
apa_d:
    cjne  a,#0dh,apa_e
    mov   a,#'D'
    sjmp  kirimBuffer
apa_e:
    cjne  a,#0eh,apa_f
    mov   a,#'E'
    sjmp  kirimBuffer
apa_f:
    cjne  a,#0fh,apa_g
    mov   a,#'F'
    sjmp  kirimBuffer
apa_g:
    orl   a,#30h
KirimBuffer:
    Jnb   TI,$

```

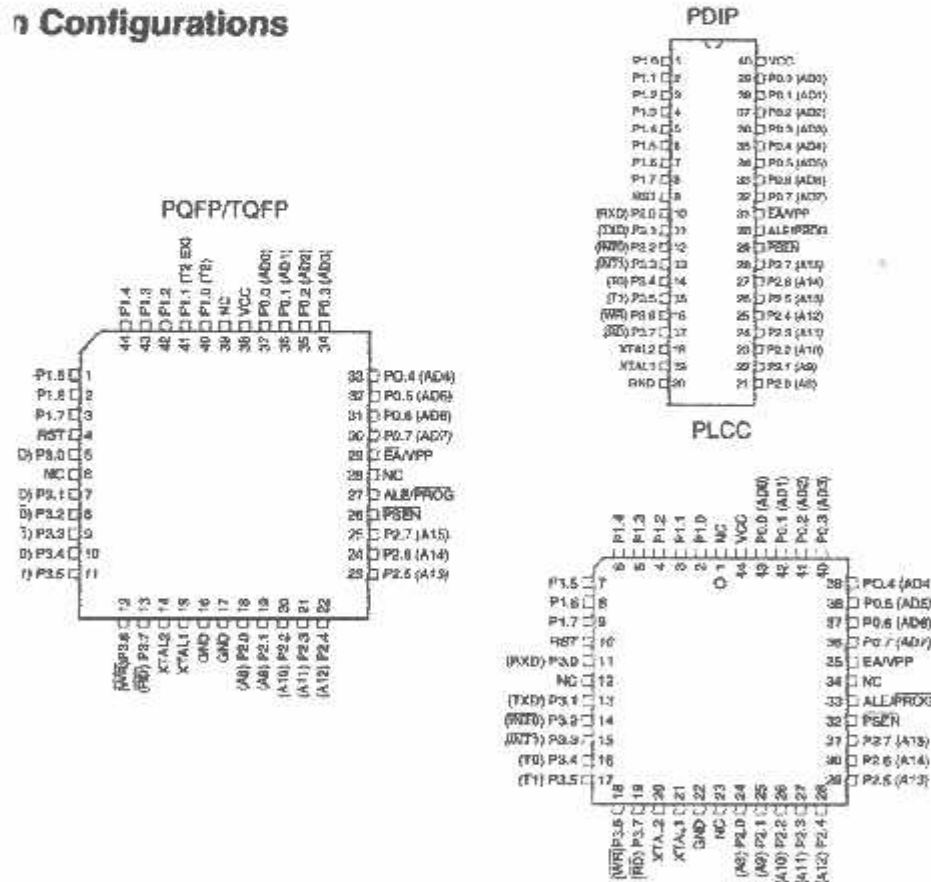
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- 3x Interrupt Sources
- Reprogrammable 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 and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip 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 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



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

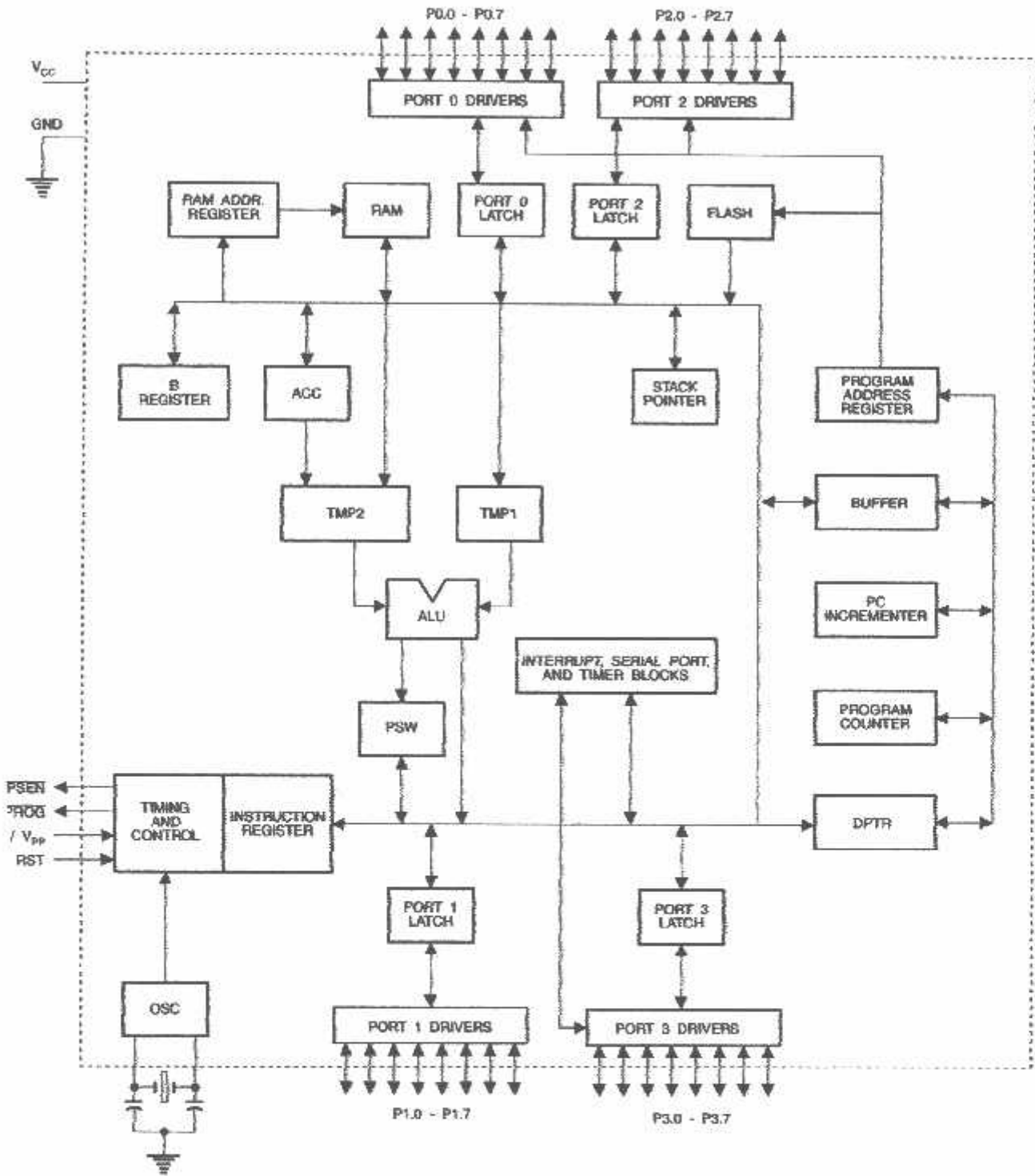
AT89C51

Rev. 0265G-02/00





Block Diagram



AT89C51

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops 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 hardware reset.

1 Description

1.1 Supply voltage.

1.2 ID
stand.

1.3 Port 0
Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional 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 lower address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode Port 0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

1.4 Port 1
Port 1 is an 8-bit bi-directional 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 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.

1.5 Port 2
Port 2 is an 8-bit bi-directional 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 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 @ R1), 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.

1.6 Port 3
Port 3 is an 8-bit bi-directional 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	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 (\overline{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



Access is skipped during each access to external Data Memory.

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

\overline{PSEN}

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

When the AT89C51 is executing code from external program memory, \overline{PSEN} is activated twice each machine cycle, except that two \overline{PSEN} activations are skipped during each access to external data memory.

\overline{VPP}

External Access Enable. \overline{EA} must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, \overline{EA} will be internally latched on reset.

\overline{EA} should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require volt V_{PP} .

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting 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

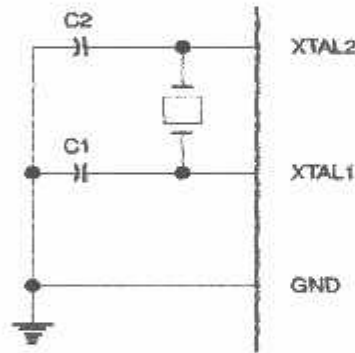
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

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 special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, 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

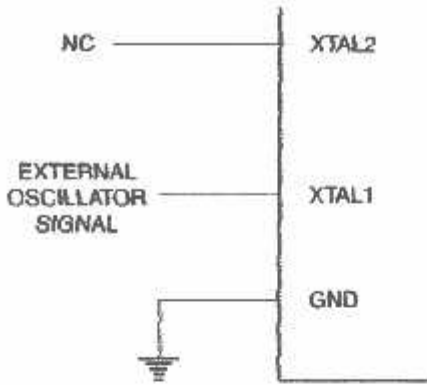


Note: C1, C2 = 30 pF \pm 10 pF for Crystals
= 40 pF \pm 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	\overline{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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power-down Mode

In the 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. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

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.

Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	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
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	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 ready to be programmed. The programming interface accepts 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 on-chip marking and device signature codes are listed in the following table.

	V _{PP} = 12V	V _{PP} = 5V
On-Chip 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-ink byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 3 and Figure 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 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/BSY output signal. P3.4 is pulled low after 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 via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/ \overline{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 locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a 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						
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H						
						Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
											Bit - 3	H	L	
Chip Erase	H	L	(t)	H/12V	H	L	L	L						
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L						

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

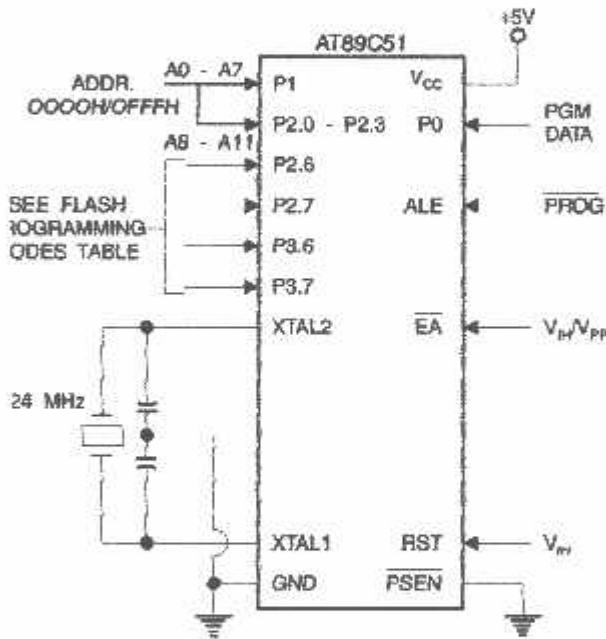
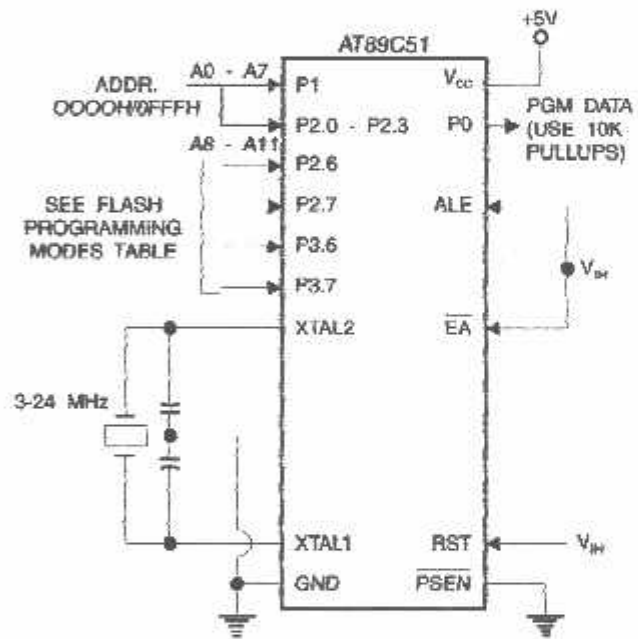
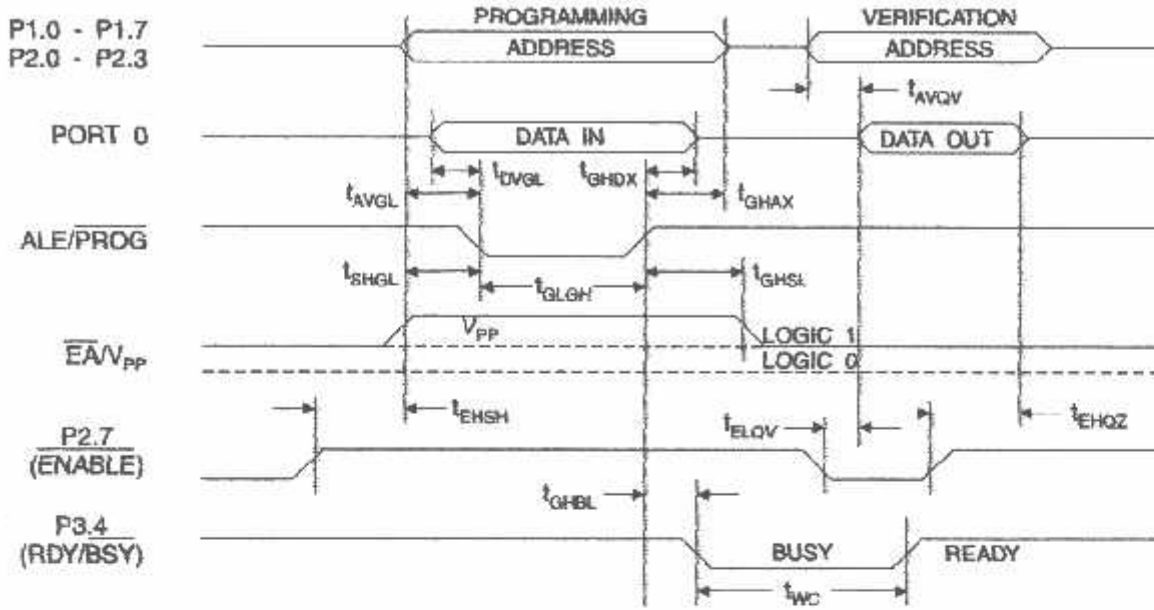


Figure 4. Verifying the Flash

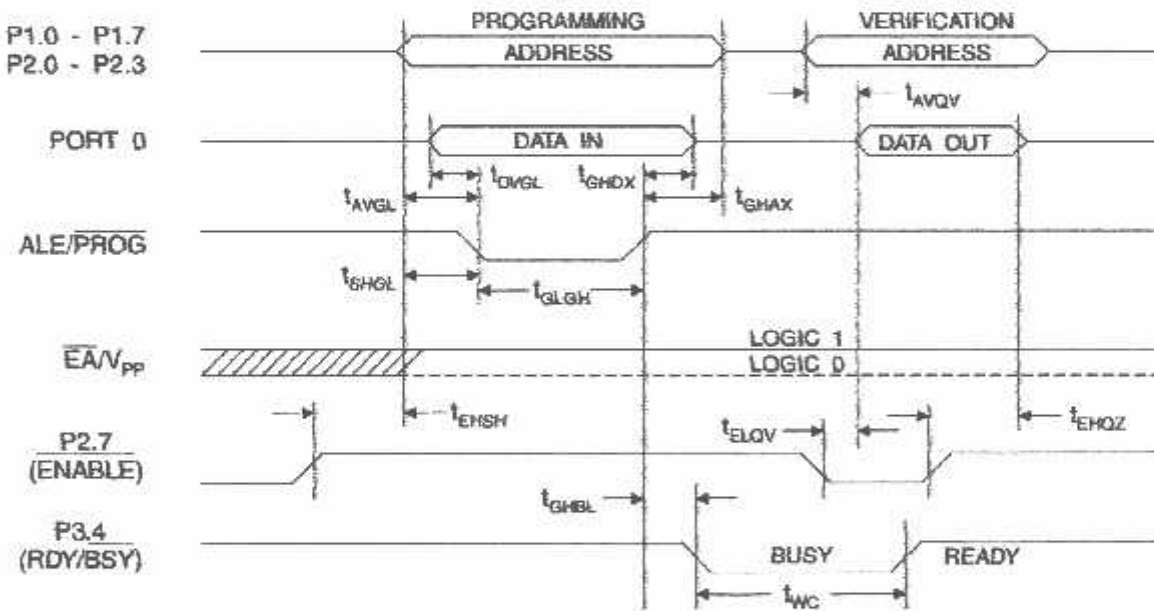




Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode ($V_{pp} = 12V$)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode ($V_{pp} = 5V$)



AT89C51

Flash Programming and Verification Characteristics

= 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{PP} ⁽¹⁾	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I _P ⁽¹⁾	Programming Enable Current		1.0	mA
f _{CLCL}	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t _{VAL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{HAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{VDL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{HDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{ASH}	P2.7 (ENABLE) High to V _{PP}	48t _{CLCL}		
t _{AGL}	V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t _{HSL} ⁽¹⁾	V _{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t _{GBH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t _{ADV}	Address to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{ENV}	ENABLE Low to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{DFZ}	Data Float After ENABLE	0	48t _{CLCL}	
t _{PHL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to BUSY Low		1.0	μs
t _{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

1. Only used in 12-volt programming mode.





Absolute Maximum Ratings*

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

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

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
IL	Input Low-voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
LI	Input Low-voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
HI	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
HI	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
OL	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
OLI	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
OH	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	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
OHI	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	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)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RST	Reset Pull-down Resistor		50	300	k Ω
CP	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
IS	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6\text{V}$		100	μA
		$V_{CC} = 3\text{V}$		40	μA

Notes: 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.

AT89C51

C Characteristics

Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; load capacitance for all other inputs = 80 pF.

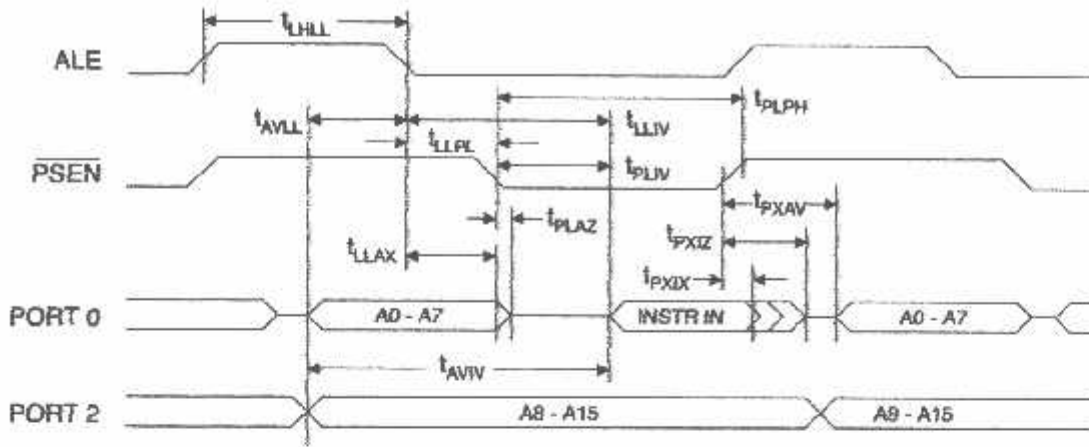
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{CLCL}	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{HL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
t_{VLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-13$		ns
t_{AH}	Address Hold After ALE Low	48		$t_{CLCL}-20$		ns
t_{V}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
t_{PL}	ALE Low to PSEN Low	43		$t_{CLCL}-13$		ns
t_{PH}	PSEN Pulse Width	205		$3t_{CLCL}-20$		ns
t_{V}	PSEN Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}-45$	ns
t_{IK}	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
t_{IZ}	Input Instruction Float After PSEN		59		$t_{CLCL}-10$	ns
t_{AV}	PSEN to Address Valid	75		$t_{CLCL}-8$		ns
t_{V}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}-55$	ns
t_{AZ}	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
t_{RH}	RD Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
t_{WH}	WR Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
t_{V}	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}-90$	ns
t_{DX}	Data Hold After RD	0		0		ns
t_{DZ}	Data Float After RD		97		$2t_{CLCL}-28$	ns
t_{V}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}-150$	ns
t_{V}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}-165$	ns
t_{VL}	ALE Low to RD or WR Low	200	300	$3t_{CLCL}-50$	$3t_{CLCL}+50$	ns
t_{VL}	Address to RD or WR Low	203		$4t_{CLCL}-75$		ns
t_{WX}	Data Valid to WR Transition	23		$t_{CLCL}-20$		ns
t_{WH}	Data Valid to WR High	433		$7t_{CLCL}-120$		ns
t_{WX}	Data Hold After WR	33		$t_{CLCL}-20$		ns
t_{LZ}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t_{LH}	RD or WR High to ALE High	43	123	$t_{CLCL}-20$	$t_{CLCL}+25$	ns

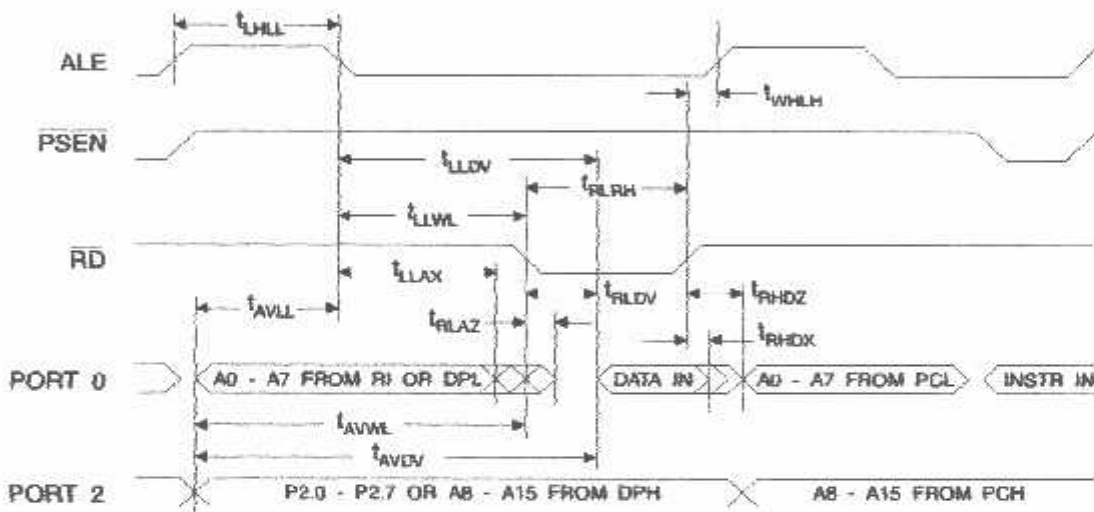




External Program Memory Read Cycle

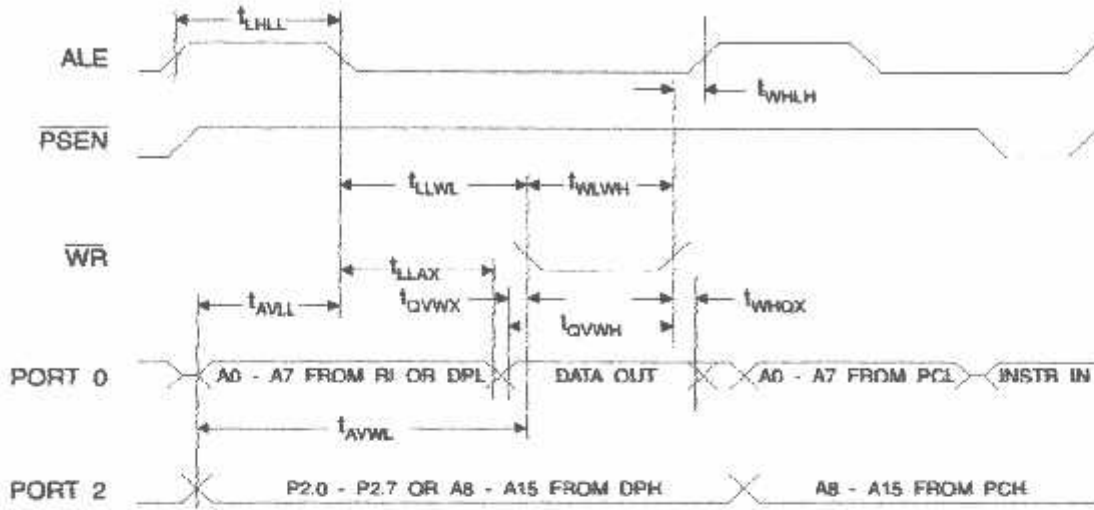


External Data Memory Read Cycle

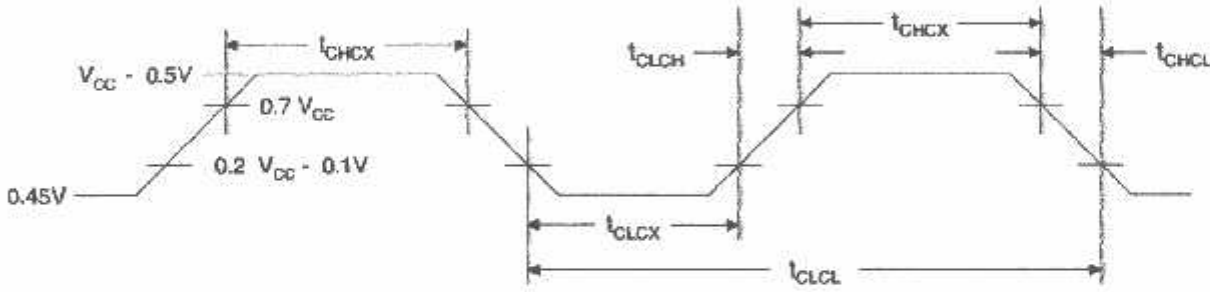


AT89C51

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f _{CLCL}	Oscillator Frequency	0	24	MHz
T _{CL}	Clock Period	41.6		ns
t _{CHCX}	High Time	15		ns
t _{CLCX}	Low Time	15		ns
t _{CH}	Rise Time		20	ns
t _{CL}	Fall Time		20	ns



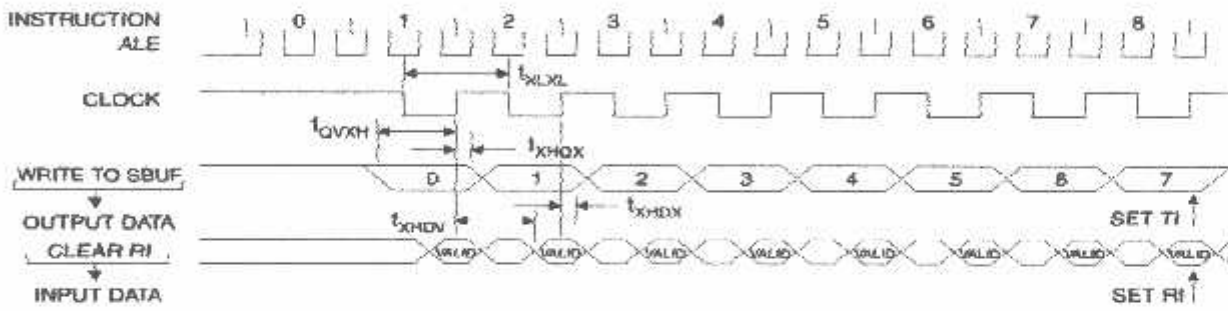


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

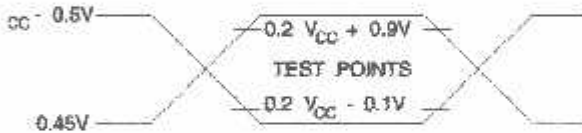
$V_{CC} = 5.0\text{ V} \pm 20\%$; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{CLK}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μS
t_{OVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL} - 133$		ns
t_{HDX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL} - 117$		ns
t_{HDY}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{SDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL} - 133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms



Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



1. AC inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5\text{V}$ 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.

Float Waveforms⁽¹⁾



- Note: 1. 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.

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	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	
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	
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	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

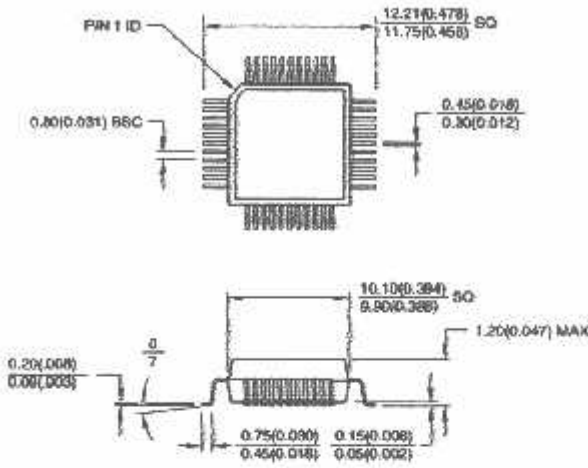
Package Type

44	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
44	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

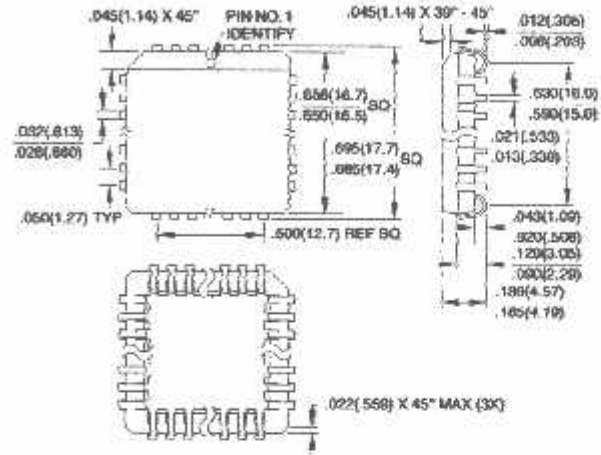


Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*
 JEDEC STANDARD MS-026 ACB

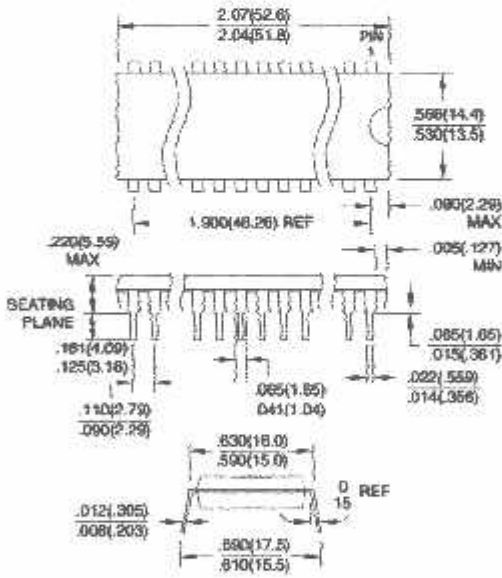


44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-018 AC

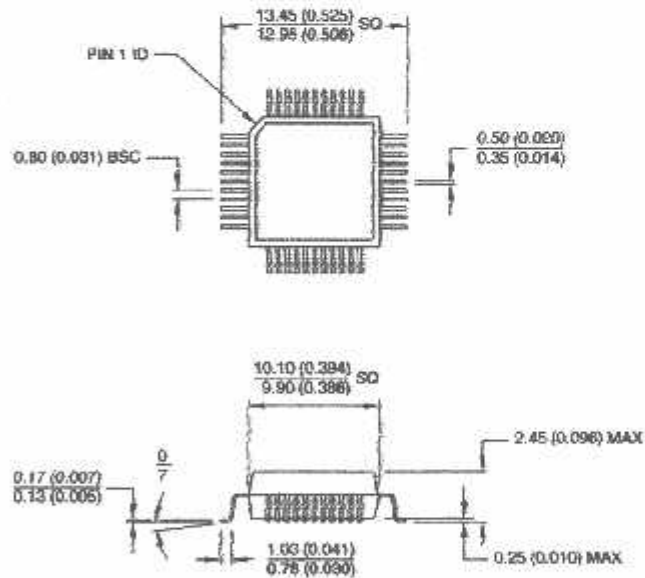


Controlling dimension: millimeters

40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*
 JEDEC STANDARD MS-022 AB

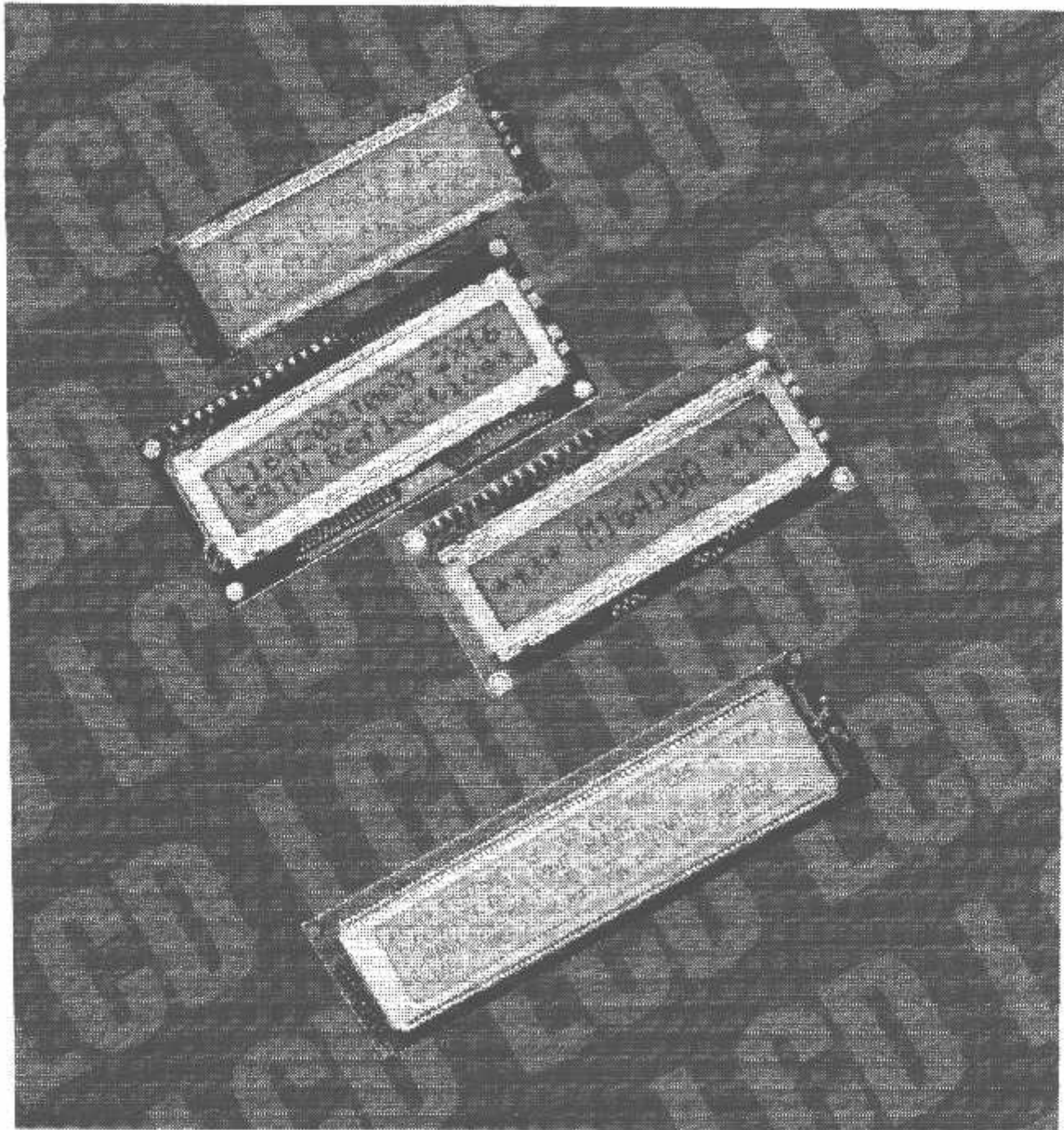


Controlling dimension: millimeters

LCM

Liquid Crystal Display Modules

Seiko Instruments GmbH

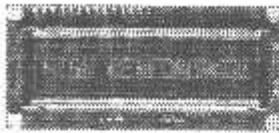


Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

CHARACTER TYPE

FEATURES :

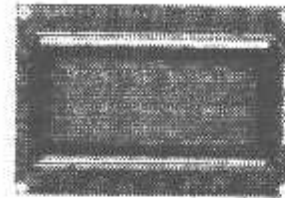
- Slim, light weight and low power consumption
- High contrast and wide viewing angle
- Built-in controller for easy interfacing
- LCD modules with built-in EL or LED backlight



M1641



L1642



L1614



M1632



L1652



L2012

SPECIFICATIONS :

		Standard products			Products of optional specification		
Character Format (character x line)		16 x 1	16 x 2	16 x 2	16 x 2	16 x 4	20 x 2
Model		M1641	M1632	L1642	L1652	L1614	L2012
Reflective		M1641RAS	M1632RAS	L1642R0000S	L1652R0000S	L1614R0000S	L2012R0000S
EL backlight		M1641R000S	M1632R000S	L1642R1000S	L1652R1000S	L1614R1000S	L2012R1000S
LED backlight		M1641L000S	M1632L000S	L1642L000S	L1652L000S	L1614L000S	L2012L000S
Reflective (wide temp)		M1641R00S	M1632R00S	L1642R0000S	L1652R0000S	L1614R0000S	L2012R0000S
LED backlight (wide temp)		M1641L00S	M1632L00S	L1642L0000S	L1652L0000S	L1614L0000S	L2012L0000S
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module		Reflexion	Reflexion	Reflexion	Reflexion	Reflexion	Reflexion
Size		80.0 x 36.0 x 11.3	85.0 x 30.0 x 10.3	80.0 x 36.0 x 11.3	122.0 x 44.0 x 11.3	87.0 x 66.0 x 11.6	116.0 x 37.0 x 11.3
Depth (F) mm		80.0 x 36.0 x 15.0	80.0 x 30.0 x 15.0	80.0 x 36.0 x 15.0	122.0 x 44.0 x 15.0	87.0 x 60.0 x 15.0	116.0 x 37.0 x 15.0
Viewing area (HxV) mm		64.5 x 13.8	62.0 x 16.0	64.5 x 13.8	99.0 x 24.0	51.8 x 25.2	83.0 x 18.6
Character size (Body) mm ¹⁾		3.07 x 5.73	2.78 x 4.27	2.95 x 3.80	4.84 x 6.06	2.05 x 4.15	3.20 x 4.85
Dot size (Pixel) mm		0.55 x 0.75	0.50 x 0.55	0.50 x 0.55	0.92 x 1.18	0.55 x 0.55	0.60 x 0.65
Power supply voltage (VDD, VSS) V		+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V
Current consumption (mA) max ²⁾		1.0	2.0	1.6	2.0	2.7	2.0
Ink (dot)		0.2	0.2	0.3	0.4	1.1	0.4
Dotting method (ratio)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Built-in LSI		KS0066 or equivalent	MSM5839 or equivalent	KS0066 or equivalent	MSM5839 or equivalent	KS0066 or equivalent	KS0066 or equivalent
Operating temperature (°C)		normal temp. wide temp. *3)	normal temp. wide temp. *3)	normal temp. wide temp. *3)	normal temp. wide temp. *3)	normal temp. wide temp. *3)	normal temp. wide temp. *3)
Storage temperature (°C)		normal temp. wide temp.	normal temp. wide temp.	normal temp. wide temp.	normal temp. wide temp.	normal temp. wide temp.	normal temp. wide temp.
Weight (g)		25	25	25	50	50	40
Height (L, Typ.)		30	30	30	55	55	45
Inverters		5S	5S	5S	5C	5A	5A
for EL		Power supply (V)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
Current consumption (mA) *3)		10	10	10	35	45	45
LED		Forward current	100	112	100	240	154
backlight		Forward input voltage (V typ.)	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1

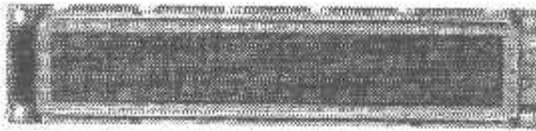
*1: Excluding cursor

*2: With external temperature compensation

*3: Including EL backlight

*4: Based on normal temperature range

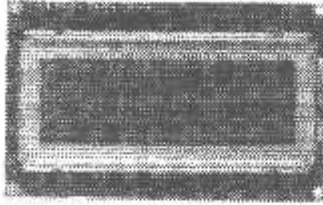
Since our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications for the products in the catalogue without notice.



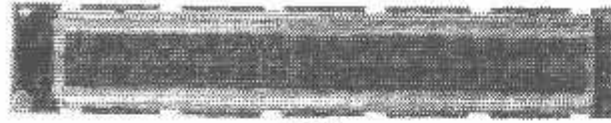
L2022



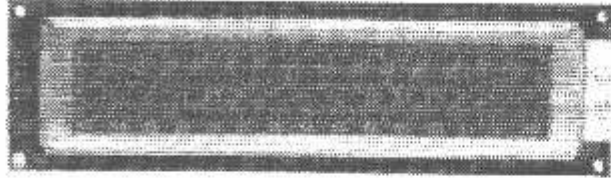
L2432



L2014



L4042



M4024

• SPECIFICATIONS :

		Standard products		Products of optional specification		
Character format (character x line)		20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4
Model		L2022	L2014	L2432	L4042	M4024
Reflective		-	L20140L000S	L24320L000S	L40420L000S	M40240L000S
EL backlight		-	L201421J000S	L243221J000S	L404221J000S	M40240W0S
LED backlight		-	L201481J000S	L243281J000S	L404281J000S	M40241J0VS
Reflective (panel lamp)		L20220L000S	L201480L000S	L243200L000S	L404200L000S	M402400S
LED backlight (wide lamp)		L20220L000S	L201481L000S	L243281L000S	L404281L000S	M40241JVS
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module size	Reflective	180.0 x 40.0 x 13.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
	EL backlight	180.0 x 40.0 x 20.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
(HxVxD) mm		180.0 x 40.0 x 14.8	98.0 x 60.0 x 15.8	118.0 x 36.0 x 15.0	182.0 x 33.5 x 16.3	190.0 x 54.0 x 16.3
Viewing area (HxV) mm		149.0 x 23.0	76.0 x 25.2	94.5 x 17.6	154.4 x 15.8	147.0 x 28.5
Character size (HxV) mm		6.00 x 9.60	2.95 x 4.15	3.20 x 4.85	3.20 x 4.85	2.79 x 4.27
Dot size (HxV) mm		1.12 x 1.12	0.55 x 0.55	0.60 x 0.65	0.60 x 0.65	0.50 x 0.55
Power supply voltage (VDD:VSS) V		+5V	+5V	+5V	+5V	+5V
Current consumption (mA typ)	EL	4.2	4.9	2.5	3.0	6.0
	LED	2.8	1.2	0.5	1.0	3.0
Driving method (duty)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Driver IC		KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	-	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
	wide temp.*2	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70
Storage temperature (°C)	normal temp.	-	-20 to +50	-20 to +50	-20 to +50	-20 to +50
	wide temp.	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80
Weight (g, typ.)	Reflective	80	55	40	70	93
	EL backlight	-	60	45	75	105
	LED backlight	110	70	60	95	140
Currents for EL	Normal	-	5A	5A	5C	5D
	Power supply (V) current consumption (mA) *3	+3.0	+3.0	+3.0	+3.0	+3.0
LED backlight	Forward current consumption (mA)	70	240	150	260	430
	Forward bias voltage (V typ.)	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1

*1: Excluding casing
 *2: With external temperature compensation.
 *3: Including EL backlight
 *4: Based on normal temperature range
 H: Horizontal V: Vertical T: Thickness (mm)

Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

GRAPHIC TYPE

• FEATURES :

- Wide viewing angle and high contrast
- Full dot configuration fits any application
- Slim, light weight and low power consumption
- Available in STN and FSTN

• SPECIFICATIONS :

Dot format (H x V) dot		96 x 32	128 x 32	128 x 64	128 x 96
Model		Y97031	G1219	G1218	G1226
STN type					
Graphic mode)	Reflective wide temp	built-in RAM	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	G121900N0005	G121800N0005	-
	LED backlight wide temp	built-in RAM	-	-	G122600N0005
FSTN type	Transmissive	-	-	-	-
Graphic mode)	with CFL backlight	built-in controller	-	-	-
	Transmissive	built-in RAM	-	-	-
Module size (H x V x T) mm	Reflective (no backlight)	47,5 x 85,4 x 2,1	75,0 x 41,5 x 6,8	75,0 x 52,7 x 6,8	-
	LED backlight	-	75,0 x 41,5 x 8,8	75,0 x 52,7 x 8,8	88,0 x 70,0 x 11,4
	CFL backlight	-	-	-	-
Mounting area (MAX) mm		43,5 x 23,9	60,0 x 21,3	60,0 x 32,5	70,7 x 38,8
Dot size (H x V) mm		0,35 x 0,48	0,40 x 0,48	0,40 x 0,40	0,44 x 0,44
Dot pitch (H x V) mm		0,39 x 0,52	0,43 x 0,51	0,43 x 0,43	0,48 x 0,48
Power supply voltage (V)	(VDD - VSS)	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	(VLI - VSS)	-	-8,0	-8,1	-8,2
Current consumption (mA, typ.)	IDDC	0,10	2,0	2,0	3,0
	IDDC (built-in controller)	-	-	-	-
	BLD	-	1,8	1,8	2,0
	Display method (dot)	1/33	1/64	1/64	1/64
Back-light	Driver	SED1530	HD61202 HD61203 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	K50107 K50108 or equivalent
	Controller	-	-	-	-
Operating temperature range (°C)		-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	0 to +50
Storage temperature range (°C)		-30 to +60	-30 to +60	-30 to +60	-20 to +60
Weight (g, typ.)	reflective (Transmissive no backlight)	19	23	25	-
	LED backlight	-	35	45	72
	CFL backlight	-	-	-	-
LED backlight	Forward current consumption (mA)	-	40	90	125
	Forward input voltage (V, typ.)	-	3,8	4,1	4,1
Inverter for CFL	Mode	-	-	-	-
	Power supply voltage (V)	-	-	-	-
	Current consumption (mA, typ.)	-	-	-	-

*1: built-in DC/DC converter (single power source)

*2: Use with external temperature compensation circuit

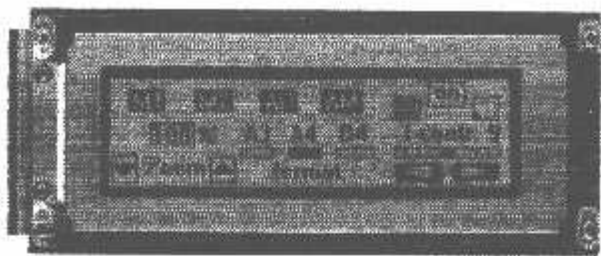
Since our policy is one of continuous improvement, we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.

Cooling (100,000)			240 x 144	240 x 128	328 x 280	320 x 240	540 x 200
Model			G2446	G242C	G321D	G324E	G449D
STN type	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-	-
	Reflective with LED	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	-	-
FR2N type	LED backlight with LED	built-in RAM	-	-	-	-	-
	transmissive		G2446FR1AGS	G242C25FR1AGS	G321D25FR1AGS	G324E25FR1AGS	G449D25FR1AGS
	with CEI backlight	built-in controller	G2446FR2AGS	G242C25FR2AGS	G321D25FR2AGS	G324E25FR2AGS	G449D25FR2AGS
Model type	transmissive	built-in RAM	-	-	-	-	-
	reflective (no backlight)	built-in RAM	-	-	-	-	-
DP x V x Z1	LED backlight		-	-	-	-	-
mm	CEI backlight		191,0 x 79,0 x 15,1	180,0 x 130,0 x 15,1	188,0 x 136,0 x 15,1	189,0 x 134,0 x 15,1	260,0 x 122,0 x 15,7
Viewing angle (crystal)			134,0 x 41,0	134,0 x 78,0	125,0 x 110,0	128,0 x 110,0	218,0 x 83,0
Dot size (H x V) mm			0,49 x 0,49	0,47 x 0,47	0,34 x 0,46	0,37 x 0,39	0,30 x 0,36
Dot pitch (H x V) mm			0,53 x 0,53	0,51 x 0,51	0,38 x 0,52	0,36 x 0,43	0,33 x 0,39
Power supply voltage (V)	VDD (+VSS)		+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	VLC (-VSS)		-1	-1	-24,0	-24,0	-24,0
Current consumption	BD		12	30	8	7,5	11
	BD (built-in controller)		15	40	23	23	-
Peak type	ELC		-	-	6	5,5	9
Built-in LSI	Driving voltage (V)		1/54	1/128	1/100	1/240	1/220
	Driver		MSM6298 MSM6799 or equivalent	XS0103 XS0104 or equivalent	MSM6298 MSM6799 or equivalent	HD68204 HD68205 or equivalent	MSM6298 MSM6209 or equivalent
	Controller		SED1330F-B	SED1330F-B	SED1300F-B	SED1330F-B	-
Operating temperature range (°C)		0 to +60	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +60	
Storage temperature range (°C)		-20 to +30	20 to +90	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	
Weight (g)	Reflective (Transflective no-backlight)		-	-	-	-	-
	LED backlight		-	-	-	-	-
LED backlight	CEI backlight		200	280	260	550	420
	Forward current consumption (mA)		-	-	-	-	-
Inverter by CEI	Forward bias voltage (V, typ.)		-	-	-	-	-
	Model		4800210	4800210	4800210	4800230	4800120
Inverter by OPT	Forward current (mA)		+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+12,0
	Current consumption (max. typ.)		250	360	365	365	360

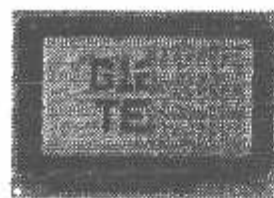
*1: built-in DDC/DC converter (single power source)

*2: Use with external temperature compensation

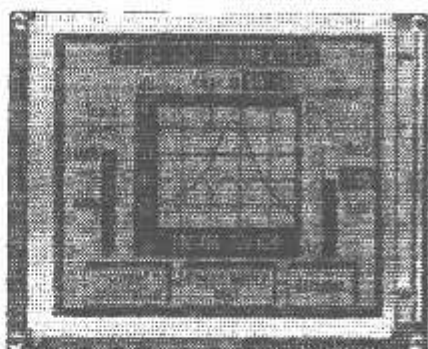
Since our policy is one of continuous improvement, we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.



G2446



G1226



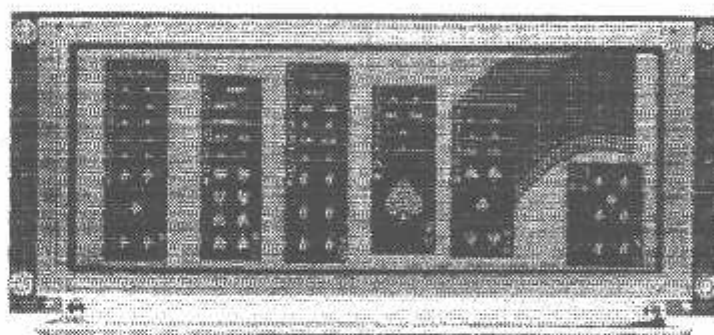
G321D



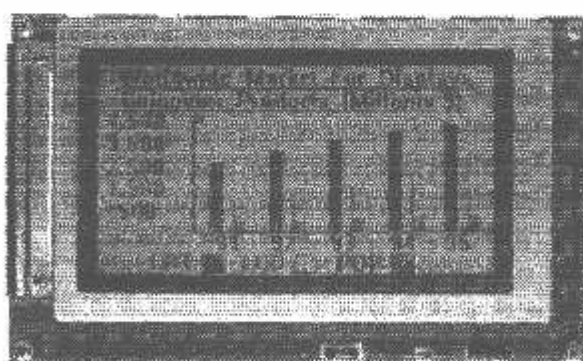
G1216



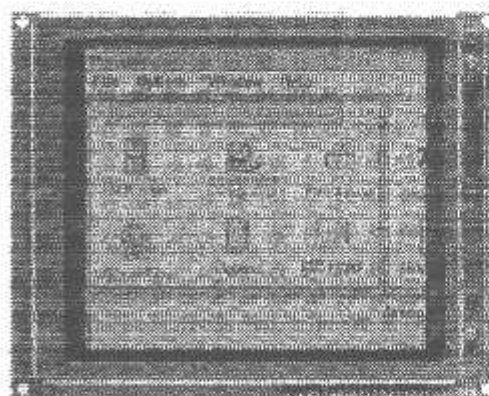
G1213



G649D



G242C



G324E

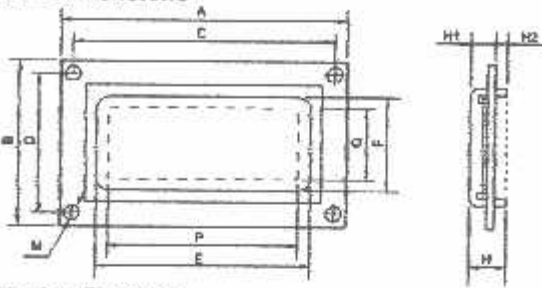
CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD MODULE

1. Company _____ 2. Application _____ 3. Customer Specified Part No. _____

4. Design

New Modified : Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____
 Equivalent: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____

5. LCM Dimensions



A x B : Module size _____ x _____ mm
 E x F : Viewing area _____ x _____ mm
 P x Q : Active display area _____ x _____ mm
 C : Length between mounting holes _____ mm
 D : Length between mounting holes _____ mm
 M : Diameter of mounting hole _____ mm
 H : Total thickness _____ mm
 H1 : Upper thickness _____ mm
 H2 : Lower thickness _____ mm

6. Display Contents

Character type: _____ characters _____ lines
 Character font _____ x _____ dots + cursor
 Character pitch _____ x _____ mm
 Dot pitch _____ x _____ mm
 Dot size _____ x _____ mm
 Graphics (Full dot) type: _____ x _____ dots
 Dot pitch _____ x _____ mm
 Dot size _____ x _____ mm
 Segment type: _____ digits _____ lines
 Others _____

7. LCD Panel

Viewing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Type: TN FSTN (Black and white)
 STN (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates
 (_____ ≤ x ≤ _____, _____ ≤ y ≤ _____)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Others _____
 Gray scale: Yes _____ gray scale No
 Preferential specifications:
 Response time t_{on} ms (_____ °C) t_{off} ms (_____ °C)
 Viewing angle deg. (_____ °C) Contrast (_____ °C)
 Others _____

LCD surface finishing:

Normal Anti-glare _____
 Polarizer color: Normal (neutral gray) Red
 Green Blue _____

8. Driving Method

Multiplexing: 1/ _____ duty, 1/ _____ bias
 Frame frequency: _____ Hz

9. IC

LCD driver: Specified Unspecified
 Segment driver _____ (Manufacturer _____)
 Common driver _____ (Manufacturer _____)
 Controller: Internal External
 Type No. _____ (Manufacturer _____)
 MPU: Internal External
 Type No. _____ (Manufacturer _____)
 RAM: Internal External
 Type No. /Memory size _____ (Kbit) (Manufacturer _____)

10. Power Supply

Single power supply: 5V _____ V
 2 power supplies
 For logic: (V_{cc}-V_{ss}): 5V _____ V
 For LC drive: (V_{lc}-V_{ss}): _____ V

11. Temperature Compensation Circuit

Internal External Unnecessary
 Compensation range: 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C

12. Current Consumption

For logic: typ. _____ mA, max. _____ mA
 For LC drive: typ. _____ mA, max. _____ mA
 Others (_____): typ. _____ mA, max. _____ mA

13. Contrast Adjustment

Internal External Unnecessary
 Method: Temp. compensation circuit Volume _____

14. Temperature Range

Operating temperature range: 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Storage temperature range: -20°C to 60°C _____ °C to _____ °C

15. Input/Output Terminals

Specifying allocation: Yes No
 Specifying position: Yes No

16. Weight

typ. _____ g, max. _____ g

17. Connector

Internal External Unnecessary
 Type No. _____ (Manufacturer _____)

18. Backlight

Internal External Unnecessary
 EL: Green White _____
 LED: Yellow green Amber _____
 CFL: White _____
 Incandescent lamp Others _____
 Backlight type Edge backlight type
 Brightness: _____ cd/m²
 Inverter: Internal External Unnecessary
 Power supply voltage _____ V
 Current consumption (backlight included) _____ mA
 Brightness control: Yes No

19. Others

20. Schedule

Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month _____ pcs

Liquid Crystal Displays

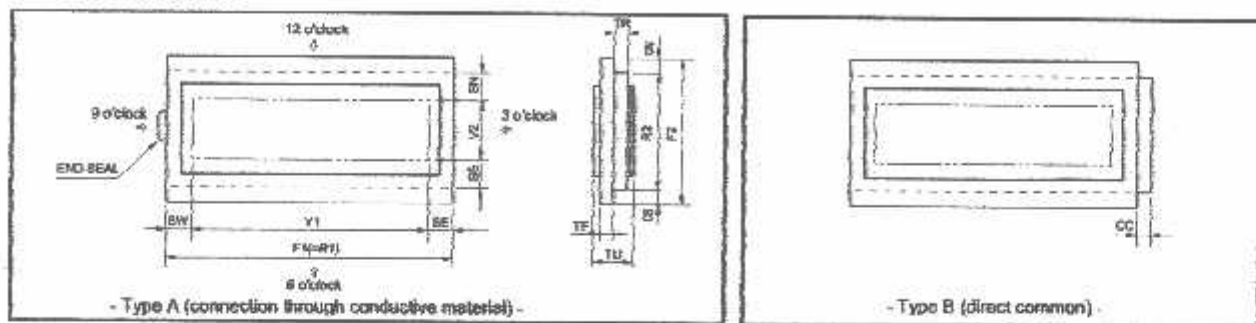
CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD

1. Company _____ 2. Application _____ 3. Customer Specified Part No. _____

4. Design

New Modified: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____
 Equivalent: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____

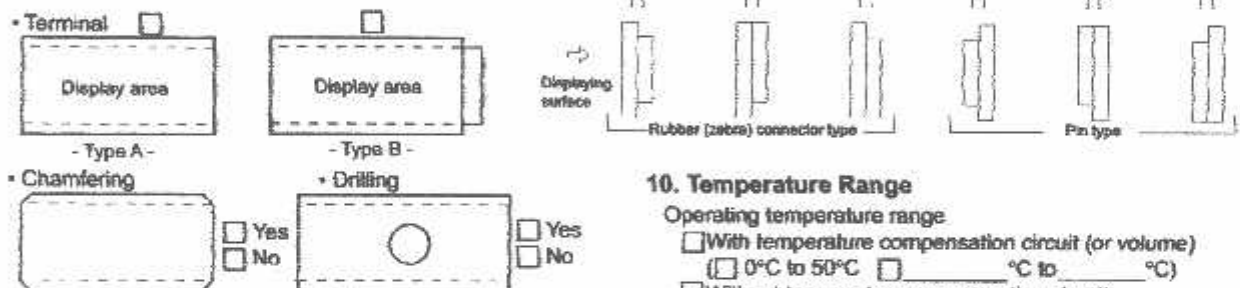
5. Panel Dimensions



F1: Horizontal length of upper glass _____ mm
 F2: Vertical length of upper glass _____ mm
 R1: Horizontal length of lower glass the same as F1
 R2: Vertical length of lower glass _____ mm
 *R2 is generally longer than F2 when terminals are with pin.
 TF, TR***: Thickness of glass _____ mm
 **Standard type: 1.1 mm or 0.7 mm
 TU: Thickness of LCD _____ mm
 End seal: Right Left Right or Left

V1: Horizontal length of viewing area _____ mm
 V2: Vertical length of viewing area _____ mm
 CN**: Terminal length _____ mm
 CS**: Terminal length _____ mm
 **CN or CS=0 in case of one side terminal type.
 CC: Terminal length _____ mm
 SE, SW, SN, SS: Seal width
 (According to design or manufacturing condition:
 about 2.0 mm to 4.0 mm)

6. Panel Form



7. Display Mode

Viewing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Type: TN FSTN (Black and white)
 STN: (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates (____ ≤ x ≤ _____, ____ ≤ y ≤ _____)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Preferential specifications:
 Response time t_{on} ms (____ °C) t_{off} ms (____ °C)
 Viewing angle _____ deg. (____ °C) Contrast _____ (____ °C)
 Others _____

8. Polarizer

Surface finishing: Normal Anti-glare _____
 Color: Normal (neutral gray) Red Green
 Blue _____
 Front polarizer: Attached type Separate type
 Rear polarizer: Attached type Separate type

9. Driving Method

Static Multiplexing: (1/____ duty, 1/____ bias)
 Operating voltage (V_{op}): _____ V
 Frame frequency: _____ Hz
 Driving IC: _____ (Manufacturer _____)
 Current consumption: _____ μA

10. Temperature Range

Operating temperature range
 With temperature compensation circuit (or volume)
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Without temperature compensation circuit
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Storage temperature range
 -20°C to 60°C _____ °C to _____ °C

11. Terminal Connecting Method

Rubber connector (Zebra rubber)
 Pin: DIL SIL _____
 Pitch (2.54 _____ mm) Length (____ mm)
 Heat seal: Equipped Unnecessary

12. Others

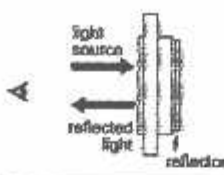
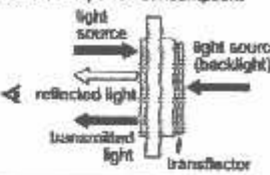
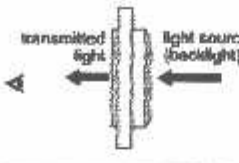
Print (Characters, lines, masks etc.): Yes No
 Protective film:
 Yes (Color: Red Translucent Transparent) No
 Chamfering (for heat-seal connector):
 Yes (Position: _____)
 (Quantity: _____)
 No

13. Schedule

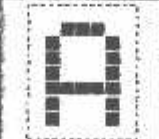
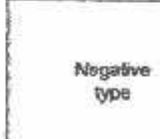
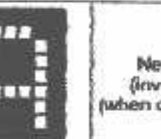
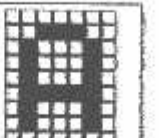
Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month: _____ pcs

Liquid Crystal Display Modules

REFLECTIVE/TRANSFLECTIVE/TRANSMISSIVE LCD

<p>1 Reflective LCD Reflector bonded to the rear polarizer reflects the incoming ambient light. Low power consumption because no backlight is required.</p> 	<p>2 Transflective LCD Transflector bonded to the rear polarizer reflects light from the front as well as enabling lights to pass through the back. Used with backlight off in bright light and with it on in low light to reduce power consumption.</p> 	<p>3 Transmissive LCD Without reflector or transflector bonded to the rear polarizer. Backlight required. Most common is transmissive negative image.</p> 
--	---	---

POSITIVE/NEGATIVE MODE

<p>Positive type</p> 	<p>Negative type</p> 	<p>Negative type (inverse image) (when data is inverted)</p> 	
--	--	---	---

TN TYPE/STN TYPE/FSTN TYPE

TN	(Background/dot color) Gray/Black	TN (Twisted Nematic) type is most conventional and economical. It is used for static drive LCD and low-duty drive LCD (watch, calculator, etc.)
STN	Yellowgreen/Dark blue	STN (Super Twisted Nematic) type has a higher twist angle, and thus provides clear visibility and wider viewing angle. This is suitable especially for high-duty drive LCD.
	Gray/Dark blue White/Blue	
FSTN	White/Black	FSTN (Film Super Twisted Nematic) type utilizes RCF (Retardation Control Film) to remove the coloring of STN LCD. Thus FSTN type provides easy-to-read black-and-white display.

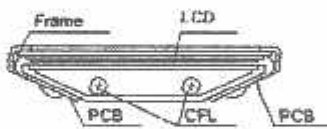
STRUCTURE AND FEATURE OF LCD MODULE WITH BACKLIGHT

CFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) backlight
Features: high brightness, long service life, inverter required

- Edge backlight type (G2446, G242C) (G321D, G649D)

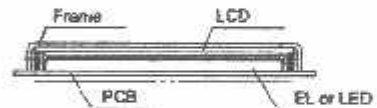


- Backlight type



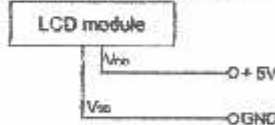
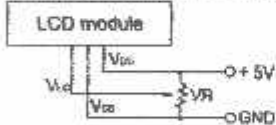
EL (Electroluminescent Lamp) backlight
LED (Light Emitting Diode) backlight

- Features: EL: thin, inverter required
LED: long service life, low voltage driving, no inverter required

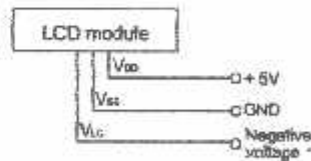
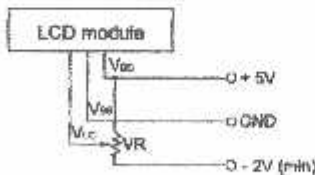


POWER SUPPLY

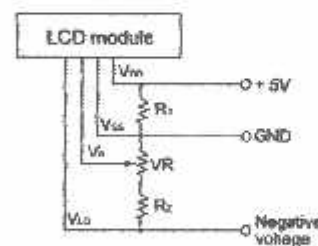
- Character modules (single power supply) • G2446, G242C (Built-in DC-DC conv.) • G321D, G324E and G649D



- Character Modules (Dual power supply) • Y1206 and G1225



Negative voltage should be variable for contrast adjustment.



Note 1: Contrast can be adjusted by VR.
Note 2: For module with backlight, power supply for backlight is necessary.

Precautions

Safety Instructions

- If the LCD panel is damaged, be careful not to get the liquid crystal in your mouth and not to be injured by crushed glasses.
- If you should swallow the liquid crystal, first, wash your mouth thoroughly with water, then, drink a lot of water and induce vomiting, and then, consult a physician.
- If the liquid crystal should get in your eye, flush your eye with running water for at least fifteen minutes.
- If the liquid crystal touches your skin or clothes, remove it and wash the affected part of your skin or clothes with soap and running water.
- EL or CFL backlight is driven by a high voltage with an inverter. Do not touch the connection part or the wiring pattern of the inverter.
- Do not use inverters without a load or in the short-circuit mode.
- Use the LCD module within the rated voltage to prevent overheating and/or damage. Also, take steps to ensure that the connector does not come off.

Handling Precautions

- Since the LCD panel has glass substrate, avoid applying mechanical shock or pressure on the module. Do not drop, bend, twist or press the module.
- Do not soil or damage LCD panel terminals.
- Since the polarizer is made of easily-scratched material, be careful not to touch or place objects on the display surface.
- Keep the display surface clean. Do not touch it with your skin.
- CMOS LSI is used in the LCD module. Be careful of static electricity.
- Do not disassemble the module or remove the liquid crystal panel or the panel frame.
- Do not damage the film surface of the EL lamp; otherwise the lamp will be damaged by humidity.
- To set an EL lamp in an LCD module, push the EL lamp with its emitting side up, without pushing the rubber connectors too hard. If you damage them, the LCD module may not work properly.

Mounting and Designing

- To protect the polarizer and the LCD panel, cover the display surface with a transparent plate (e.g., acrylic or glass) with a small gap between the transparent plate and the display surface.
- Keep the module dry. Avoid condensation to prevent the transparent electrodes from being damaged.
- Drive LCD panel with AC waveform in which DC element is not included to prevent deterioration in the LCD panel.
- Contrast of LCD varies depending on the ambient temperature. To offer the optimum contrast, LC drive voltage should be adjusted. LCD driven in a high duty ratio must be provided with drive voltage adjustment method.
- Mount a LCD module with the specified mounting part/holes.

- Design the equipment so that input signal is not applied to the LCD module while power supply voltage is not applied to it.
- Do not locate the CFL tube and the lamp lead wire close to a metal plate or a plated part inside the equipment. Otherwise stray capacity causes a drop in voltage, decreasing the brightness and the ability to start-up.

Cleaning

- Do not wipe the polarizer with a dry cloth, as it may scratch the surface.
- Wipe the LCD panel gently with a soft cloth soaked with a petroleum benzine.
- Do not use ketonic solvents (ketone and acetone) or aromatic solvents (toluene and xylene), as they may damage the polarizer.

Storage

- Store the LCD panel in a dark place, where the temperature is $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity below 65%. If possible, store the LCD panel in the packaging situation when it was delivered.
- Do not store the module near organic solvents or corrosive gases.
- Keep the module (including accessories) safe from vibration, shock and pressure.
- Use an LCD module with built-in EL backlight within six months of delivery.
- EL backlight is easily affected by environmental conditions such as temperature and humidity; the quality may deteriorate if stored for an extended period of time. Contact Seiko Instruments GmbH for details.
- Some parts of the backlight and the inverter generate heat. Take care so that the heat does not affect the liquid crystal or any other parts.
- Dust particles attached to the surface of the LCD or the surface of the backlight degrade the display quality. Be careful to keep dust out in designing the structure as well as in handling the module.
- Black or white air-bubbles may be produced if the LCD panel is stored for long time in the lower temperature or mechanical shocks are applied onto the LCD panel.

On This Brochure

- Seiko Instruments GmbH reserves the right to make changes without notice to the specifications and materials contained herein.
- The colors of the products reproduced herein may be different from the actual colors. Check color on actual products before using the product.
- The information contained herein shall not be reproduced in whole or in part without the express written consent of Seiko Instruments GmbH.
- The products described herein are designed for consumer equipment and cannot be used as part of any device or equipment which influences the human body or requires a significantly high reliability, such as physical exercise equipment, medical equipment, disaster prevention equipment, gas related equipment, vehicles, aircraft and equipment mounted on vehicles.

Notes :

