

ALAT PELARUT PCB OTOMATIS



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Luisinho Dos Santos
Nim : 0852201

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2011



PERKUMPULAN PENGELOLAH PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONALA MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III

FAKULTAS TEKNOLOGI INDRUSTI

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341)551431, Fax. (0341)553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341)417636, Fax. (0341)417634 Malang 65145

LEMBAR PERSETUJUAN
ALAT PELARUT PCB OTOMATIS



TUGAS AKHIR

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan
Memenuhi Syarat-syarat Guna Mencapai Gelar Diploma Tiga*

Disusun Oleh :


Luisinho Dos Santos

NIM : 08. 52. 201

**Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing**


Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST,MT
NIP. P. 1030800417

**Mengetahui
Ketua Jurusan Elektro DIII**


Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700151



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


Nama Mahasiswa : Luisinho Dos Santos
Nim : 08.52.201
Program Studi : Teknik Listrik D-III
Judul Tugas Akhir : Alat pelarut PCB Otomatis

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir jenjang Program Diploma
Tiga (D-III)


Pada Hari : Selasa
Tanggal : 22 Februari 2011
Dengan Nilai : 85,5 (A)

PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR

KETUA,



Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y 1018700151

SEKRETARIS

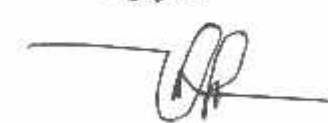

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP. 1028400082

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I


Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700151

Penguji II


Ir. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 10188000188

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan ke Hadirat Allah Yang Maha Kuasa, yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayahnya serta telah memberikan kekuatan, kesabaran, bimbingan dan perlindungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul " Alat Pelarut PCB Otomatis. Pembuatan tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan kelulusan jenjang Diploma III di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bantuan baik moril maupun materiil, saran dan dorongan semangat yang sangat bermanfaat dari semua berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT, selaku ketua jurusan Teknik Eleektro D-3.
4. Bapak Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST,MT selaku Dosen Pembimbing
5. Dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari berbagai pihak.

Malang,Agustus 2011

Penulis

ABSTRAK

ALAT PELARU T PCB OTOMATIS. Luisinho Dos Santos 0852201. Dosen Pembimbing Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST,MT, Tugas Akhir. Teknik Listrik ITN MALANG

Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi, peralatan-peralatan pendukung jaringan komputer masih sangat diperlukan. Peralatan tersebut pun kini menjadi komponen penting dalam pembangunan jaringan komputer. Router adalah salah satu komponen pada jaringan komputer yang mampu melewatkan data melalui sebuah jaringan atau internet menuju sasarannya, melalui sebuah proses yang dikenal sebagai routing. Router berfungsi sebagai penghubung antar dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. Router sendiri berharga tinggi dan masih sulit dijangkau oleh kalangan masyarakat kita. Router Mikrotik adalah solusi murah bagi mereka yang membutuhkan sebuah router handal dengan hanya bermodalkan standalone computer dengan sistem operasi Mikrotik. Oleh sebab itu, penulis merasa perlu membahas tugas akhir ini tentang "Sistem Implementasi VLAN & L2TP Berbasis Mikrotik RB750 guna menjamin keamanan suatu jaringan antara gedung laboratorium Elektronika dan Informatika kampus ITN Malang".

Dalam pembahasan ini, penulis menitik beratkan pada penggunaan dan konfigurasi Mikrotik Router OS. Jaringan komputer saat ini sangat dibutuhkan untuk menghubungkan berbagai instansi pemerintahan, kampus, dan bahkan untuk bisnis dimana banyak sekali perusahaan yang memerlukan informasi dan data-data dari kantor-kantor lainnya dan dari rekan kerja, afiliasi bisnis, dan konsumen. Sering kali terjadi permasalahan pada jaringan komputer antara lain data yang dikirimkan lambat, rusak dan bahkan tidak sampai ke tujuan. Komunikasi sering mengalami time-out, hingga masalah keamanan. Oleh sebab itu, jaringan komputer memerlukan sebuah router, yaitu alat yang berfungsi sebagai pengatur jalur lalu-lintas data sehingga tepat pada sasarannya.

Kata Kunci : Mikrokontroller, Buzzer, Driver Serial, Motor, dan PC

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.6 Metodologi	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Microprosesor AT89S51	6
2.1.1 Fitur-fitur AT89S51	6
2.1.2 Konfigurasi PIN AT89S51	8
2.2 Kapasitor	10

3.1 Diagram Blok Dan Prinsip Kerja	55
3.2 Pembuatan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	57
3.2.1 Perancangan Perangkat Keras	57
3.2.1.1 Rangkaian Kontrol Menggunakan Microkontroller At89S51	59
3.2.1.2 Driver Serial	60
3.2.1.3 Driver Relay dan Buzzer	60
3.2.1.4 Power Supply	61
3.2.1.5 Lampu/Pencahayaan	61
3.2.1.6 Pompa.....	62
3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak	65
BAB IV PENGUJIAN ALAT.....	67
4.1 Pengujian Hardware dan Software.....	67
4.2 Alat Yang digunakan.....	68
4.3 Tujuan	68
4.3 Langkah Pengujian.....	68
4.5 Analisa Hasil Pengujian	76
BAB V PENUTUP.....	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1 Blok Diagram AT89S51	7
2. Gambar 2.2 konfigurasi Pin IC AT89S51	8
3. Gambar 2.3 Simbol Kapasitor Non-Elektrolit	11
4. Gambar 2.4 Simbol Kapasitor Elektrolit.....	12
5. Gambar 2.5 Bentuk Fisik Kapasitor Non-Elektrolit..	13
6. Gambar 2.6 Bentuk Fisik Kapasitor Elektrolit.....	13
7. Gambar 2.7 Simbol Varco.....	14
8. Gambar 2.8 Simbol Trimer	14
9. Gambar 2.9 Resistor.....	15
10. Gambar 2.10 Potensiometer	15
11. Gambar 2.11 Trimpot.....	15
12. Gambar 2.12 NTC Thermistor	16
13. Gambar 2.13 Simbol LDR	16
14. Gambar 2.14 Transistor.....	18
15. Gambar 2.15 simbol transistor PNP.....	19
16. Gambar 2.16 simbol transistor NPN	19
17. Gambar 2.17 JFET kanal N.....	20
18. Gambar 2.18 JFET kanal P	20
19. Gambar 2.19 Bentuk Buzzer	21
20. Gambar 2.20 Trasformator	24
21. Gambar 2.21 Kurva Karakteristik forward V-I diode.....	26
22. Gambar 2.22 Dioda	27

23. Gambar 2.23 konfigurasi pin IC LM7805	28
24. Gambar 2.24 konfigurasi IC MAX-232	29
25. Gambar 2.25a DTE Device connector	39
26. Gambar 2.25b DCE Device connector.....	39
27. Gambar 2.26 Simbol dan Bentuk fisik Reley.....	32
28. Gambar 2.27 Alur Proses Pembuatan Singel Layer.....	38
29. Gambar 2.28 webcam.....	42
30. Gambar 2.29 Motor DC	46
31. Gambar 2.30 Medan Magnet yang Membawa Arus Menggelilingi konduktor	46
32. Gambar 2.31 Medan Magnet yang Membawa Arus Menggelilingi Konduktor	47
33. Gambar 2.32 Medan Magnet yang Membawa Arus Menggelilingi Konduktor diantara kutub	47
34. Gambar 2.33 Reaksi garis fluks.....	48
35. Gambar 2.34 Prinsip kerja motor dc.....	49
36. Gambar 2.35 Pompa Hidrolik	53
37. Gambar 2.36 Motor.....	53
38. Gambar 2.37 Katub	54
39. Gambar 3.1 Blok Diagram Alat	55
40. Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem	56
41. Gambar 3.3 Kontruksi Kerja.....	57
42. Gambar 3.4 Rangkaian Mikrokontroller AT89S51	59

43. Gambar 3.5 Rangkaian Driver Serial	60
44. Gambar 3.6 Rangkaian Driver Relay	61
45. Gambar 3.7 Rangkaian Power Supply	61
46. Gambar 3.8 Komponen Pompa Hidrolik	63
47. Gambar 3.9 Tampak Depan	64
48. Gambar 3.10 Tampak Belakang.....	65
49. Gambar 4.1 Alat perancangan dan pembuatan system proses pelarutan Pada PCB menggunakan image/colour processing.....	67
50. Gambar 4.2 Rangkaian perancangan dan pembuatan sistem proses pelaru- tan PCB otomatis menggunakan image / colour processing	69
51. Gambar 4.3 software identifikasi E PCB menggunakan fitur warna	70
52. Gambar 4.4 Capturing PCB yang terlarut.....	71
53. Gambar 4.5 Capturing PCB yang belum terlarut.....	71
54. Gambar 4.6 Histogram Hue Index	72
55. Gambar 4.7 General Feature	72
56. Gambar 4.8 Specific Feature.....	73
57. Gambar 4.9 Identifikasi E PCB.....	73
58. Gambar 4.10 capturing PCB yang terlarut.....	74
59. Gambar 4.11 Ekstraksi Fitur Warna.....	74
60. Gambar 4.12 Proses pelarutan PCB Auto	75
61. Gambar 4.13 Proses selesai pelarutan PCB Auto	76
62. Gambar 4.14 hasil pengujian.....	76

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Fungsi khusus port 3	9
2. Tabel 2.2 Gelang warna resistor.....	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dalam kehidupan sehari-hari tentunya Anda sering berhubungan dengan peralatan elektronika seperti Televisi, Komputer dan yang tak asing lagi yaitu Radio. Di dalam peralatan tersebut terdapat banyak komponen-komponen elektronika seperti resistor, transistor, kapasitor dan lain sebagainya. Coba saja Anda bayangkan bagaimana menyusun komponen elektronika yang mungkin jumlahnya ratusan itu bila tidak ada papan rangkaian elektronika yang disebut PCB (Printing Circuit Board).

PCB pertama kali ditemukan pada tahun 1936, dimana pada waktu itu baru dikenal PCB lapis satu (Single Layer). Kemudian pada tahun 1942 PCB lapis satu (Single layer) dikembangkan menjadi PCB lapis dua (Double layer), keduanya diproduksi dalam bentuk baku (Rigid) dan lentur (Fleksibel) yang salah satu atau kedua sisinya dilapisi oleh lapisan tembaga.

Adapun fungsi PCB adalah sebagai penyangga komponen secara mekanis, dan dengan adanya PCB jalur hubungan listrik konduktor antar komponen – komponen dapat dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Dengan adanya penemuan PCB, maka teknologi perakitan komponen diatas papan PCB berkembang menjadi lebih praktis. Sekarang kita dapat menemukan pemanfaatan PCB ini pada berbagai perangkat elektronika seperti Radio, Televisi, Amplifier, Komputer, dan perangkat Elektronika yang lain. Jenis PCB lainnya adalah PCB

Matrix strip board . PCB matrix strip board atau biasa dikenal PCB 'berlubang' merupakan salah satu jenis PCB yang terdiri atas susunan lubang-lubang.

Dengan adanya perkembangan kemajuan teknologi dalam dunia elektronika saat ini diharapkan dapat membantu pembuatan elektronik ialah pembuatan papan rangkaian bercetak (PCB). Pembuatan PCB pada masa kini perlu cara yang paling praktis, selain biayanya sangat murah, hasilnya juga tidak kalah menarik dan rapi. Dengan bantuan alat ini diharapkan bisa mengatasi dan memepermudah mahasiswa dalam pembuatan PCB melalui proses etching (proses kikisan dengan larutan Ferric Chloride) menggunakan image/colour processing.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang didapat dari penulisan ini adalah :

1. Bagaimana merencanakan dan membuat sebuah alat peralarut PCB otomatis pada PCB menggunakan image / colour processing ?
2. Bagaimana proses pelarutan pada PCB pada saat alat berjalan ?
3. Bagaimana menentukan komponen yang dipakai atau yang digunakan dalam perencanaan alat ini.

1.3. BATASAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas dalam penyusunan tugas akhir ini agar sesuai dengan yang diharapkan hanya terbatas pada :

1. Dalam perancangan alat ini menggunakan teknologi image / colour processing.
-

2. Komponen yang digunakan adalah yang tersedia dipasaran.
3. Dalam perancangan alat ini inputan image diambil melalui webcam.
4. Dalam perancangan alat ini menggunakan motor dc yang difungsikan sebagai penggerak pompa air hidrolik.
5. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah menggunakan Visual Basic pada PC (*Personal Computer*) yang dihubungkan dengan Paralel port dan untuk mengendalikan sistem otomatis proses etching.
6. Tampilan suara yang dikeluarkan menggunakan Buzzer.
7. Tidak membahas jenis PC (*Personal Komputer*) yang digunakan.

1.4. TUJUAN

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis mempunyai tujuan yaitu merancang dan membuat sebuah alat sistem proses etching pada pcb menggunakan image / colour processing sehingga dapat bermanfaat bagi mahasiswa Institut Teknologi Nasional Malang pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

1.5. METODOLOGI

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini digunakan beberapa metodologi seperti berikut ini :

1. Studi literatur, yaitu Yaitu melakukan kajian dengan cara mengumpulkan dan membaca literatur sebanyak mungkin berupa buku referensi tentang PCB, *proses etching pada PCB*, PC (*PersonalComputer*) yang digunakan
-

sebagai sistem transmisi data, webcam, driver motor, motor dc serta jurnal-jurnal dari internet.

2. Perencanaan alat, yaitu merancang dari tahap pembuatan blok diagram sistem sampai dengan membuat sistem alat tersebut.
3. Pembuatan alat, pembuatan alat ini ditujukan untuk membuat sistem yang dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana proses kerja sistem alat pemrosesan etching pada pcb menggunakan image / colour processing.
4. Pengujian alat, untuk mengetahui cara kerja dari alat yang kita buat apakah sesuai dengan harapan atau masih terdapat kekurangan.
5. Analisa data, untuk melihat apa keuntungan dan kerugian dari alat yang dibuat tersebut.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari 5 bab, yaitu

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang permasalahan, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan dari penulisan tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi tentang semua dasar teori yang selanjutnya digunakan ada bagian pembahasan.

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam bab ini akan dibahas mengenai bagaimana merancang dan membuat alat pelarut PCB otomatis menggunakan image / colour processing.

BAB IV : PENGUJIAN ALAT

Membahas tentang pengujian dan analisa kinerja dari alat ini yang sudah terbentuk untuk mengetahui bahwa sistem yang dibuat ini bekerja dengan baik.

BAB V : PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang sudah dibahas pada bab-bab sebelumnya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Mikrokontroller AT89S51

Mikrokontroller, sesuai dengan namanya adalah suatu alat atau komponen pengontrol atau pengendali yang berukuran kecil (mikro). Mikrokontroller lebih unggul dibandingkan dengan mikroprosesor, hal ini disebabkan karena :

- Tersedia I/O

I/O dalam mikrokontroller sudah tersedia, bahkan untuk AT89S51 ada 32 jalur I/O, sementara pada mikroprosesor dibutuhkan IC tambahan untuk menangani I/O.

- Memori internal

Memori merupakan media untuk menyimpan program dan data sehingga mutlak harus ada. Mikroprosesor belum memiliki memori internal sehingga memerlukan IC memori internal.

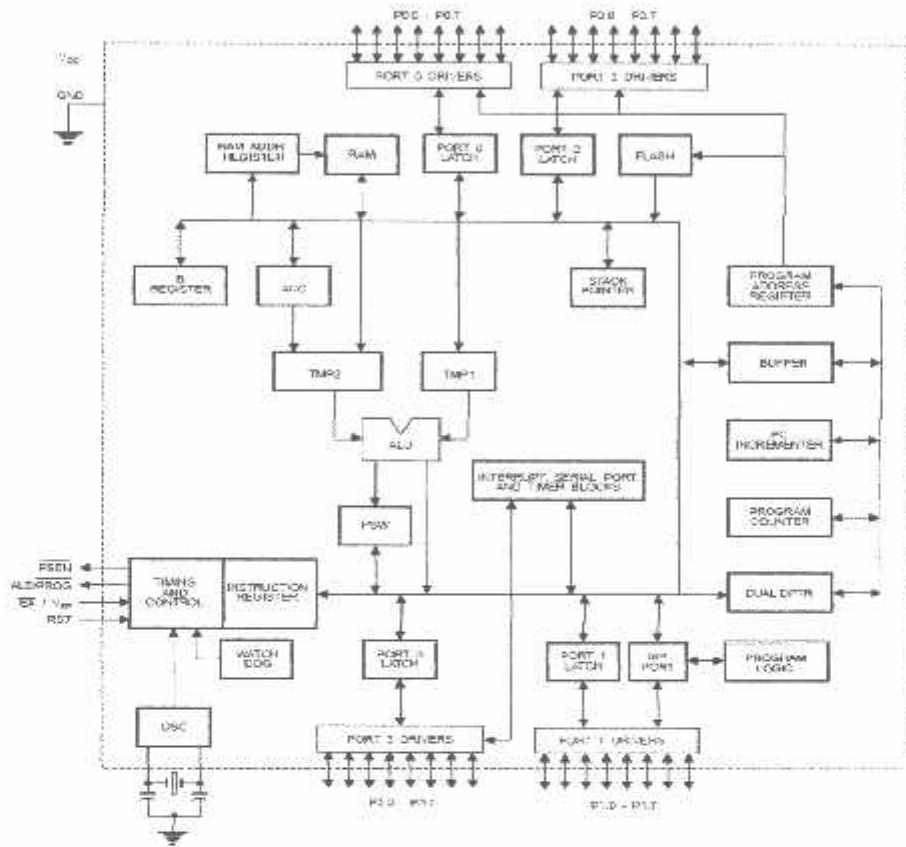
(Pemrograman Mikrokontroller AT89S51)

2.1.1 Fitur-fitur AT89S51

Mikrokontroller AT89S51 merupakan produk ATME1. yang memiliki fitur-fitur sebagai berikut :

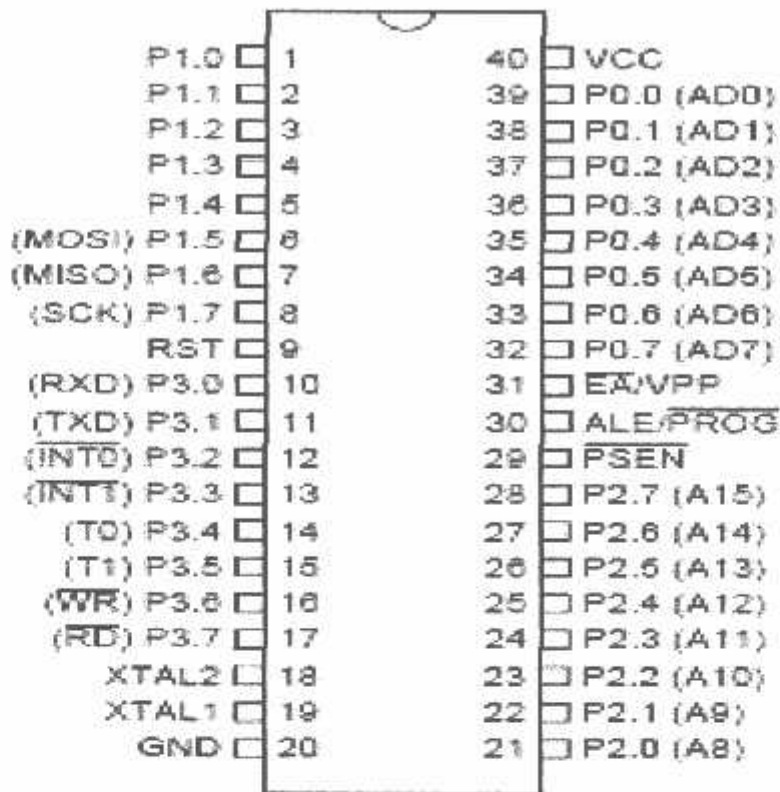
1. Kompatibel dengan MCS-51
2. 4 kbyte memori program yang dapat ditulis hingga 1000 kali
3. 0 kecepatan clock -33 MHz
4. 128 byte memori RAM internal

5. 32 jalur input – output (4 buah port parallel I/O)
6. 2 data pointer
7. ISP (In System Programmable) Flash memori
8. Port serial full-duplex



Gambar 2.1 Blok Diagram AT89S51
(Sumber : www.atmel.com)

2.1.2 Konfigurasi Pin AT89S51



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin IC AT89S51

(Sumber : www.atmel.com)

Mikrokontroler AT89S51 memiliki pin berjumlah 40 dan umumnya dikemas dalam DIP (*Dual Line Package*). Masing-masing pin mikrokontroler AT89S51 mempunyai kegunaan sebagai berikut :

a. Port 1

Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* dengan lebar 8 bit. Sedangkan untuk fungsi lainnya , port 1 tidak memiliki.

b. RST

Pin ini berfungsi sebagai input untuk melakukan reset terhadap mikro dan jika RST bernilai high selama minimal 2 *machine cycle*, maka nilai internal register akan kembali seperti awal mula bekerja.

c. Port 3

Merupakan port yang terdiri dari 8 bit masukan dan keluaran. Di samping berfungsi sebagai masukan dan keluaran, port 3 juga mempunyai fungsi khusus lainnya.

Port/Pin	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD (port serial input)
P3.1	TXD (port serial output)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (input eksternal timer 0)
P3.5	T1 (input eksternal timer 1)
P3.6	WR (write strobe memori data eksternal)
P3.7	WR (read strobe memori program eksternal)

Tabel 2.1. Fungsi khusus Port 3
(Sumber : www.ATMEL.com)

d. XTAL 1 dan XTAL 2

Merupakan pin inputan untuk kristal osilator

e. GND

Pada kaki berfungsi sebagai pentanahan (ground)

f. Port 2

Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* dengan lebar 8 bit. Fungsi lainnya adalah sebagai *high byte address bus* (pada penggunaan memori eksternal).

g. PSEN

PSEN (*program Store Enable*) adalah pulsa pengaktif untuk membaca program memori luar.

h. ALE

Berfungsi untuk *demultiplexer* pada saat port 0 bekerja sebagai *mulatiplexed address/data bus* (pengaksesan memori eksternal). Pada paruh pertama memory cycle, pin ALE mengeluarkan signal latch yang menahan alamat ke eksternal register. Pada paruh kedua memory cycle, port 0 akan digunakan sebagai data bus. Jadi fungsi utama dari ALE adalah memberikan signal ke IC latch (bisa 74HCT573) agar menahan/ menyimpan address dari port 0 yang menuju memori eksternal (address 0-7) dan selanjutnya memori eksternal akan mengeluarkan data yang melalui port 0 juga.

i. EA

EA (*External Access*) harus dihubungkan dengan ground jika menggunakan program memori luar. Jika menggunakan program memori internal maka EA dihubungkan dengan VCC. Dalam keadaan ini mikrokontroller bekerja secara *single chip*.

j. Port 0

Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* (dapat digunakan sebagai masukan dan juga sebagai keluaran) dengan lebar 8 bit. Fungsi lainnya adalah sebagai *multiplexed address/data bus* (pada saat mengakses memori eksternal). VCC Pada kaki ini berfungsi sebagai tempat sumber tegangan sebesar +5 Volt.

2.2 Kapasitor

Kapasitor merupakan sebuah komponen dasar elektronika yang banyak digunakan pada komponen elektronik. Karena kapasitor berfungsi untuk

menyimpan muatan listrik secara sementara waktu kemudian dilepaskan. besarnya muatan yang dapat di tampung oleh sebuah kapasitor disebut dengan kapasitansi kapasitor, yang dinyatakan dalam satuan mikro Farad (μF). Pada dasarnya kapasitor terbagi atas 2 jenis yaitu:

- a. Kapasitor tetap
- b. Kapasitor tidak tetap

2.2.1 Kapasitor Tetap

Kapasitor tetap adalah kapasitor yang nilai kapasitas penyimpanan muatan listrik dan tidak dapat berubah-ubah. Kapasitor tetap terbagi menjadi dua:

a. kapasitor Non-Elektrolit

kapasitor non-polar adalah kapasitor yang tidak memiliki polaritas sehingga pemasangan pada rangkaian tidak perlu diperhatikan polaritas pada kaki-kakinya. Contoh dari kapasitor non-elektrolit antara lain kapasitor yang terbuat dari bahan keramik dan mika. Pada skema kapasitor non- elektrolit symbol ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Sibol Kapasitor Non-Elektrolit
(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

b. Kapasitor Elektrolit

Kapasitor elektrolit adalah sebuah kapasitor yang memiliki polaritas, sehingga untuk pemasangan komponen pada rangkaian harus memperhatikan polaritas pada kaki-kakinya, antara kutub positif dan kutub negatif. Jika terjadi kesalahan pemasangan pada rangkaian maka dapat menyebabkan kerusakan pada kompoen lainnya yang terdapat didalam rangkaian tersebut. Salah satu contoh kapasitor elektrolit adalah ELCO (*elyte Condensator*).



Gambar 2.4 Simbol Kapasitor Elektrolit
(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

Pada umumnya nilai kapasitansi dari kapasitor tetap dapat dilihat dari label permukaannya. Hanya saja ada perbedaan pada pembacaan nilai dari masing-masing jenis kapasitor. Pada kapasitor elektrolit, untuk mengetahui nilai kapasitansinya cukup dengan membaca langsung label yang sudah tersedia dan umumnya disusun dalam satuan *mikro Farad* (μF) dan dilengkapi dengan batas tegangan kerjanya.

Ada dua cara untuk membaca nilai kapasitansi yang terdapat pada badan kapasitor non-elektrolit. Untuk kapasitor non-elektrolit yang pada badanya tertera tiga angka, car membacanya sebagai berikut. Angka pertama dan kedua adalah variabel nilai, sedangkan angka ketiga adalah factor kali. Adapun satuan yang digunakan adalah *pico Farad* (pF).

Contoh:

104, maka kapasitansinya = $10 \times 10^4 \text{ pF} = 100.000 \text{ pF}$

$$C = 10 \times 10^4 \text{ Pf} = 10^5 \text{ Pf}$$

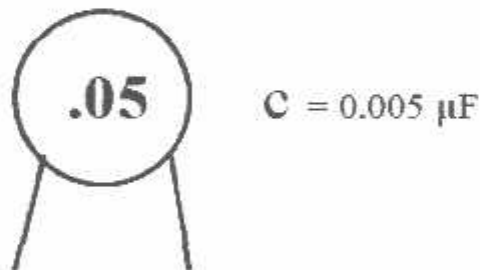


Gambar 2.5 Bentuk Fisik Kapasitor Non-Elektrolit
(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

Sedangkan untuk kapasitor elektrolit yagn apada permukaannya tertera satu tanda titik (.) dan dua angka, cara membacanya dua angka dibelakang titik diubah menjasi dua angka dibelakang koma. Adapun satuan yang digunakan adalah micro farad (μF).

Contoh:

.04, maka kapasitansinya = $0,04 \mu\text{F}$



Gambar 2.6 Bentuk Fisik Kapasitor Elektrolit
(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

2.2.2 Kapasitor Tidak Tetap

Kapasitor tidak tetap adalah kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat diubah-ubah. Contoh dari kapasitor tidak tetap antara lain Trimmer dan Varco (*Variable Condensator*).



Gambar 2.7 Simbol Varco

(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)



Gambar 2.8 Simbol Trimer

2.3 Resistor

Sebuah resistor sering disebut westan, tahanan atau penghambat, adalah suatu komponen elektronik yang dapat menghambat gerak lajunya arus listrik. Resistor di singkat dengan huruf “R” (huruf R besar). Satuan resistor adalah ohm, yang menemukan adalah George Ohm (1787-1854), seorang ahli fisika bangsa jerman. Tahanan bagian dalam ini dinamai konduktansi. Satuan onduktansi ditulis dengan kebalikan dari Ohm yaitu Mho.

Kemampuan resistor untuk menghambat disebut disebut juga resistensi atau hambatan listrik. Besarnya diekspresikan dalam satuan Ohm. Satuan resistor dikatakan memiliki hambatan 1 Ohm apabila resistor tersebut menjebatani beda tegangan sebesar 1 Volt dan arus listrik yang timbul akibat tegangan tersebut adalah sebesar 1 amperc, atau sama dengan sebanyak 6.241506×10^{18} elektron 1 per detik mengalir menghadap arah yang berlawanan dari arus. Hubungan antara hambatan, tegangan, dan arus, dapat disimpulkan melalui hokum berikut ini, yang terkenal sebagai hokum Ohm:

$$\boxed{R = \frac{V}{I}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana V adalah beda potensial antara kedua ujung benda penghambat, I adalah besar arus yang melalui benda penghambat, dan R adalah besarnya hambatan benda penghambat tersebut.

Berdasarkan penggunaannya, resistor dapat dibagi:

1. Resistor Biasa (Tetap Nilainya)

Adalah sebuah resistor penghambat gerak arus, yang nilainya tidak dapat berubah, jadi selalu tetap (konstan). Resistor ini biasanya dibuat dari nikelin atau karbon

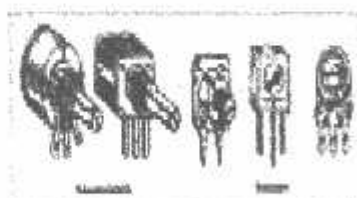


Gambar 2.9 Resistor

(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

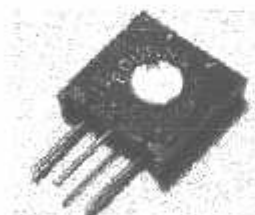
2. Resistor Berubah (Variable)

adapun sebuah resistor yang nilainya dapat berubah-ubah dengan jalan menggeser atau memutar toggle pada alat tersebut. Sehingga nilai resistor dapat kita tetapkan sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan jenisnya dibagi menjadi dua, potensiometer, rheostat dan Trimpor (*Trimmer Potensiometer*) yang biasanya menempel pada papan rangkaian (printed circuit board,PCB).



Gambar 2.10 Potensiometer

(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)



Gambar 2.11 Trimpot

3. Resistor NTC dan PTC, NTC (*Negative Temperature Coefficient*)

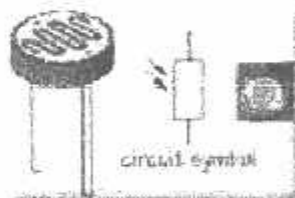
Adalah resistor yang nilainya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas. Sedangkan PTS (*Positif Temperature Coefficient*), ialah resistor yang nilainya akan bertambah besar bila temperaturnya menjadi dingin.



Gambar 2.12 NTC Thermistor
(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

4. LDR (*Light Dependent Resistor*)

Adalah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya . bila cahaya gelap maka nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil.



Gambar 2.13 Simbol LDR
(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

Gelang warna pada resistor

Pada resistor biasanya memiliki 4 gelang warna, gelang pertama dan kedua menunjukkan angka, gelang ketiga adalah factor kelipatan, sedangkan gelang ke empat menunjukkan toleransi hambatan. Pertengahan tahun 2006, perkembangan pada komponen resistor terjadi pada jumlah gelang warna. Dengan komposisi: gelang pertama (angka pertama), gelang kedua (angka kedua), gelang

komposisi: gelang pertama (angka pertama), gelang kedua (angka kedua), gelang ketiga (angka ketiga), gelang keempat (multiplier) dan gelang kelima (toleransi). Berikut gelang warna mulai dari warna hitam, coklat, merah, jingga, kuning, hijau, biru, ungu (violet), abu-abu dan putih sedangkan untuk gelang toleransi yang dipakai oleh umum adalah warna emas, perak dan coklat.

Warna	Nilai	faktor pengali	Toleransi
Hitam	0	1	
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	
Kuning	4	10.000	
Hijau	5	100.000	
Biru	6	10^6	
Violet	7	10^7	
Abu-abu	8	10^8	
Putih	9	10^9	
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.01	10%
Tanpa warna	-	-	20%

Tabel 2.2 Gelang Warna Resistor

2.4 Transistor

Transistor adalah alat semi konduktor yang dipakai sebagai penguat, pemotong (switching) stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi sebagai kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya, memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.



Gambar 2.14 Transistor

(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

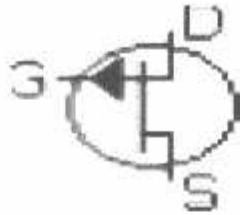
Pada umumnya transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang disatu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah suatu komponen yang sangat penting bagi dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog meliputi penguat suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai logic gate, memori, dan komponen-komponen lainnya.

2.4.1 Transistor Bipolar

Transistor bipolar dinamakan demikian karena kanal konduksi utamanya menggunakan 2 polaritas pembawa muatan: electron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah atau lapisan pembatas dinamakan depletion zone, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut.

BJT (bipolar junction transistor) adalah salah satu dari 2 jenis transistor. Cara kerja BJT dapat dibayangkan sebagai dua diode yang terminal positif atau

negatifnya berdempet, sehingga ada 3 terminal. Ketiga terminal tersebut adalah emitter (E), kolektor (C), dan basis (B).



Gambar 2.15 simbol transistor PNP



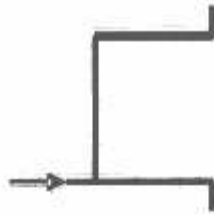
Gambar 2.16 simbol transistor NPN

(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

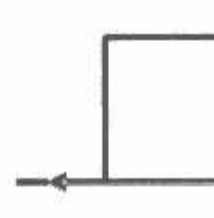
Perubahan arus listrik dalam jumlah kecil pada terminal basis dapat menghasilkan terminal arus listrik dalam jumlah besar pada terminal kolektor. Prinsip inilah yang mendasari penggunaan transistor sebagai penguat elektronik. Rasio antara arus pada kolektor dengan arus pada basis biasanya dilambangkan dengan β atau h_{FE} . β biasanya berkisar sekitar 100 untuk transistor-transistor BJT.

2.4.2 Transistor Unipolar

FET (juga dinamakan transistor unipolar) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (electron atau hole, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan depletion zone di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar dimana daerah basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.



Gambar 2.17 JFET kanal N



gambar 2.18 JFET kanal P

(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

FET dibagi menjadi dua keluarga: junction FET (JFET) dan insulated gate FET (IGFET) atau juga dikenal sebagai metal Oxide silicon (atau semikonduktor) FET (MOSFET). Berbeda dengan IGFET, terminal gate dalam JFET membentuk sebuah diode dengan kanal (materi semikonduktor antarasource dan drain). Secara fungsinya, ini membuat N-channel JFET menjadi sebuah versi solid-state dari tabung vakum, yang juga membentuk sebuah dioda antar agrid dan katode. Dan juga, keduanya (JFET dan tabung vakum) bekerja di “depletion mode” keduanya memiliki impedansi input tinggi, dan keduanya menghantarkan arus listrik dibawah control tegangan input.

2.5 Buzzer

Buzzer adalah piranti electromagnet yang mengeluarkan bunyi dengung oleh membrane sebagai isyarat. Getaran yang dihasilkan mempunyai amplitude yang dihasilkan mempunyai amplitude yang kecil dan frekuensi sekitar ± 10 Khz sehingga terdengar nyaring. Hal inilah yang membedakan Buzzer dengan speaker atau sirine.

Buzzer merupakan komponen elektronika yang system kerjanya sebagai output suatu rangkaian elektronika, misalnya rangkaian alarm. Buzzer yang ada dipasar ada dua macam jenis ,yaitu yang bias langsung bunyi bila diberi arus DC

Power Supply dan juga ada yang tidak bias bunyi jika hanya diberi arus DC untuk menjalankan seluruh system. Buzzer ini memerlukan supply sebesar 5 Volt.



Gambar 2.19 Bentuk Buzzer
(Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.)

2.6 Trafo

Trasformator adalah alat yang merupakan fungsi menaikkan atau menurunkan tegangan input atau menurunkan tegangan output.

- Trafo yang berfungsi menaikkan tegangan input adalah trafo step up.
- Trafo yang berfungsi menurunkan tegangan adalah trafo step down.

Bagian-bagian dari trafo terdiri dari :

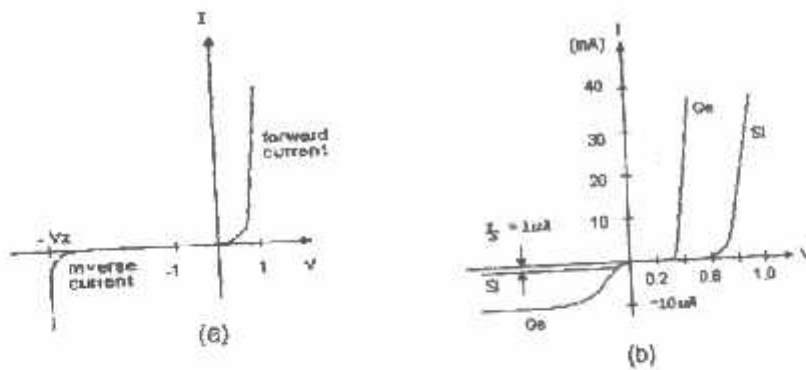
- ✓ Kumparan primer.
- ✓ Kumparan diode.
- ✓ Inti trafo.

Cara kerja traseformer : Arus bolak - balik (AC) melewati koil uta (kumparan primer) yang menginduksi arus bolak - balik di koli kedua (kuparan sekunder)

Type-type Trasformator :

- Trasformator tetap dimana trafo tersebut hanya mempunyai voltase keluaran yang tetap.

9.1 Karakteristik Arus Pada Dioda



Gambar 2.21 Kurva Karakteristik forward V-I diode

Arus yang mengalir pada diode ideal dinyatakan dalam :

$$I_D = I_S (e^{qV_D / \eta VT} - 1)$$

Dimana :

I_D = arus yang mengalir pada dioda

I_S = arus saturasi

e = konstanta eulers ($\sim 2,718281828$)

q = electron charge ($1,6 \times 10^{-19}$ C)

V_D = tegangan pada dioda

η = konstanta empiric, 1 untuk Ge, dan 2 untuk Si

k = konstanta boltzmann's ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

T = temperature junction ($^{\circ}K$)

V_T = k/Tq (26 mV pada suhu normal)

$V_T = k/Tq$ adalah tegangan yang dihasilkan P-N junction akibat pengaruh temperature, disebut juga thermal voltage(V_t). Pada suhu kamar bernilai 26 mV.

Sehingga rumus diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$I_D = I_S (e^{V_D/0,026} - 1)$$

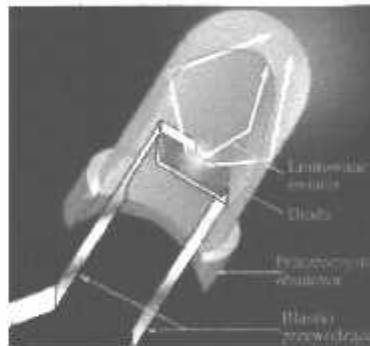
Dimana :

I_D = arus yang mengalir pada dioda

I_S = arus saturasi

e = konstanta eulers ($\approx 2,718281828$)

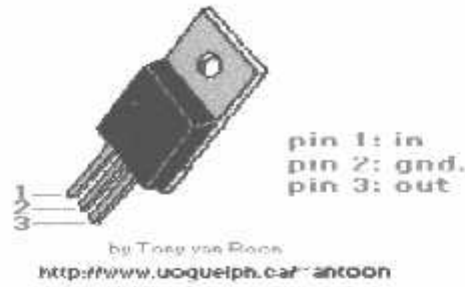
V_D = tegangan pada dioda



Gambar 2.22 Dioda
(Rodwell International Corporation, 1999)

2.8 IC LM7805

IC LM7805 mempunyai tiga kaki yang digunakan sebagai komponen pendukung dari VCC untuk menghasilkan tegangan 5 Volt. IC LM7805 berfungsi untuk menstabilkan tegangan 5 Volt dan dapat bekerja dengan baik jika tegangan input (V_{in}) lebih besar minimal 12,5 V dari pada tegangan output (V_{out}). Biasanya perbedaan tegangan input dengan output yang direkomendasikan pada datasheet komponen tersebut, contoh dari konfigurasi kaki IC LM7805 dapat dilihat dibawah ini:

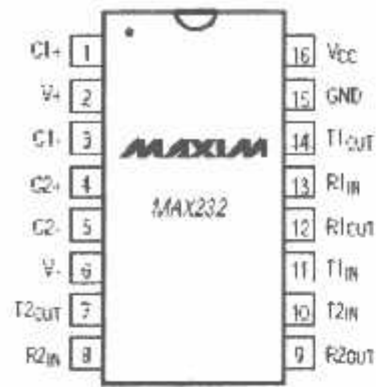


Gambar 2.23 konfigurasi pin IC LM7805

2.9 IC MAX-232

Saluran data pada port seri PC menggunakan standar RS-232, dimana logic '0' (low) dinyatakan sebagai tegangan antara +3 volt sampai +15 volt dan logic '1' (high) dinyatakan sebagai tegangan antara -3 volt sampai -15 volt, level tegangan ini tidak sesuai dengan level tegangan yang dipakai pada port seri mikrokontroler yang menggunakan standar TTL (Transistor Transistor logic), yaitu level tegangan baku dalam rangkaian-rangkaian digital.

Dalam standar TTL logic '0' (low) dinyatakan sebagai tegangan antara 0 volt sampai 0,8 volt dan logic 1 (high) dinyatakan sebagai tegangan antara 3,1 volt sampai 5 volt. Karena perbedaan tegangan tersebut, maka agar port seri PC tidak merusak port seri mikrokontroler antara keduanya dipasanglah IC MAX-232 pada dasarnya IC ini hanya sebagai pengubah tegangan ke level TTL, tidak berfungsi sebagai pengkodean sinyal yang melewati RS-232 dan juga tidak mengkonversi data serial ke parallel.

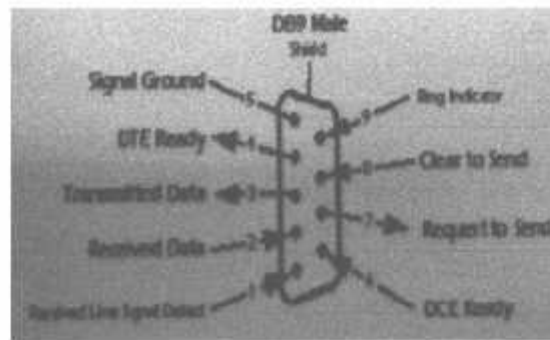


Gambar 2.24 konfigurasi IC MAX-232

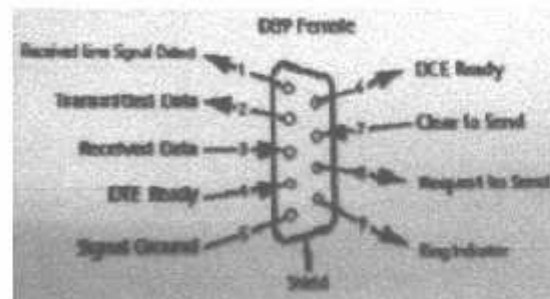
konverter RS-232 level akan menganggap tegangan antara +3 hingga +15 volt sebagai '0' sedangkan tegangan -3 volt hingga -15 volt dianggap sebagai tegangan '1' level antara -3 hingga +3 tidak didefinisikan, sebab di daerah ini kemungkinan adalah noise, level TTL diatas 2 volt yang dianggap sebagai level '1' akan dikonversikan ke level RS-232 yaitu sebesar -15 volt, sedangkan level '0' TTL, yaitu dibawah 0,8 volt akan dikonversikan ke +15 volt, demikian juga pada konversi sebaliknya, level +3 hingga +15 volt akan dikonversikan ke level TTL 5 volt dan -3 hingga -15 volt akan dikonversikan k '0' volt.

2.10 DB-9

Proses transfer secara serial menggunakan RS-232 antara dua buah terminal biasanya memerlukan sebuah DTE (data terminal equipment) untuk masing-masing terminal dan sebuah DCE (data communication equipment).



Gambar 2.25a DTE Device connector



Gambar 2.5b DCE Device connector

Data yang ditransfer dari satu terminal akan diterima oleh terminal lainnya, dan juga sebaliknya melalui perangkat peralatan diatas.

2.11 Relay

Relay adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (normally close dan normally open).

2.11.1 Normally close (NC) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.

2.11.2 Normally open (NO) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.

Berdasarkan pada prinsip dasar cara kerjanya, relay dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO. Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC.

Relay mempunyai beberapa tipe, antara lain :

SPST (*Single Pole Single Throw*)

SPDT (*Single Pole Double Throw*)

DPST (*Double Pole Single Throw*)

DPDT (*Double Pole Double Throw*)

Relay dibedakan menjadi dua jenis menurut tegangan sumber yang digunakan untuk mengaktifkan koilnya, yaitu :

Relay dengan koil AC (*Alternating Current*)

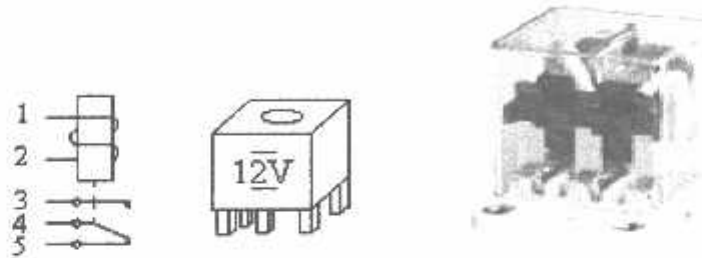
Relay dengan koil DC (*Direct Current*)

Pada umumnya relay banyak digunakan untuk :

- Mengontrol rangkaian tegangan tinggi dengan sinyal tegangan input yang kecil
-

- Mengontrol rangkaian yang mempunyai arus besar dengan sinyal arus input yang kecil
- Mendeteksi dan mengisolasi jaringan pengiriman dan pendistribusian dengan cara mematikan dan menghidupkan circuit breaker

Adapun gambar fisik dan symbol relay seperti di tunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.26 Simbol dan Bentuk Fisik Relay
(Sumber : <http://www.germes-online.com>)

2.12 PCB (*Printed Circuit Board*)

Salah satu komponen utama yang dipakai dalam pembuatan peralatan elektronik adalah PCB (Printed Circuit Board), biasa disebut PWB (Printed Wiring Board) atau dikenal pula dengan nama PRT (Papan rangkaian tercetak).

PCB pertamakali ditemukan pada tahun 1936, dimana pada waktu itu baru dikenal PCB lapis satu (Single Layer). Kemudian pada tahun 1942 PCB lapis satu (Single layer) dikembangkan menjadi PCB lapis dua (Double layer), keduanya diproduksi dalam bentuk baku (Rigid) dan lentur (Fleksibel) yang salah satu atau kedua sisinya dilapisi oleh lapisan tembaga.

Adapun fungsi PCB adalah sebagai penyangga komponen secara mekanis, dan dengan adanya PCB jalur hubungan listrik konduktor antar komponen – komponen dapat dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Dengan adanya

penemuan PCB, maka teknologi perakitan komponen diatas papan PCB berkembang menjadi lebih praktis. Sekarang kita dapat menemukan pemanfaatan PCB ini pada berbagai perangkat elektronika seperti Radio, Televisi, Amplifier, Komputer, dan perangkat Elektronika yang lain. Jenis PCB lainnya adalah PCB Matrix strip board . PCB metrix strip board atau biasa dikenal PCB ‘berlubang’ merupakan salah satu jenis PCB yang terdiri atas susunan lubang-lubang.

2.12.1. Pembuatan Layout PCB

Ada banyak cara yang dapat digunakan dalam pembuatan layout PCB, diantaranya adalah :

1. Menggambar layout PCB secara langsung pada PCB dengan menggunakan spidol dengan tinta tahan air (Waterproof).
2. Menggunakan layout PCB secara langsung pada PCB dengan menggunakan rugos elektronika (Electro Set).
3. Menggambar layout PCB dengan menggunakan software desain PCB.

Bila ditinjau dari segi ekonomis, menggunakan spidol untuk menggambar layout PCB memang lebih murah dan mudah. Hanya dengan sebuah spidol dengan tinta tahan air (Waterproof), anda dapat membuat layout PCB hingga tinta habis atau mengering. Namun caraini hanya bias digunakan pada rangkaian elektronika sederhana saja, dan tidak efektif untuk membuat jalur rangkaian elektronika yang kmlpeks, rumit dan membutuhkan pola gambar dengan titik dan garis yang berukuran kecil dan tipis.

Cara pembuatan PCB yang kedua adalah dengan menggunakan rugos elektronika atau biasa dijual dengan nama *Electro Set*. Dengan *Electro Set* anda bias memperoleh variasi bentuk garis dan pola gambar layout PCB dengan

berbagai macam ukuran dan bentuk komponen. Harganya pun cukup terjangkau, berkisar Rp.4.000.- untuk tiap lembarnya. Seperti rugos pada umumnya, pemakaian electro set cukup mudah digunakan. Caranya, cukup dengan menggosokkan lembaran electro set tersebut langsung diatas PCB. Akan tetapi kelemahan cara ini akan anda jumpai saat proses perancangan layout PCB dengan menggunakan banyak garis dan bentuk komponen pada rangkaian elektronika yang kompleks. Sebab akan menghabiskan banyak waktu dan tenaga, hanya untuk menyelesaikan sebuah layout PCB. Oleh karena itu, apabila ditinjau dari segi efisiensi waktu dan proses pengerjaan cara ini kurangbaik digunakan. Belum bagi resiko yang harus dihadapi apabila saat penggosokan, electro set tidak merekat sempurna pada PCB.

2.12.2 Langkah Pencetakan PCB

Walaupun anda telah dapat mencetak pola gambar dan jalur konduktor dari layout PCB yang telah selesai didesain, ini berarti proses pembuatan PCB telah selesai sepenuhnya. Sebab pada dasarnya yang telah anda buat itu hanya layout PCB yang dicetak diatas kertas, belum kelapisan tembaga dari PCB yang sebenarnya. Oleh karena itu, gambar dan jalur konduktor dari layout PCB yang telah dicetak harus dipindahkan kelapisan tembaga PCB dalam bentuk aslinya.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mentransformasikan pola gambar dan jalur konduktor dari hasil pencetakan layout PCB kedalam bentuk PCB yang aslinya. Metode-metode tersebut adalah sebagai berikut :

- 1. Memindahkan pola gambar dan jalur konduktor dari layout PCB dengan teknik kimiawi.*
-

Dalam proses pembuatan PCB dengan teknik kimiawi digunakan bahan kimiawi positif 20 untuk melapisi permukaan tembaga PCB. Bahan kimia positif 20 dapat diperoleh di toko-toko komponen elektronika ataupun di toko bahan kimia. Dengan menggunakan bahan kimia 20 memungkinkan anda untuk membuat layout PCB yang berukuran kecil, tipis dan saling berdekatan satu sama lain.

2. *Memindahkan pola gambar dan jalur konduktor dari layout PCB dengan teknik sablon.*

Salah satu hal yang menjadi alasan kenapa anda harus memilih teknik sablon ini ialah dengan menggunakan teknik sablon anda dapat mengurangi biaya pembuatan PCB, bila lembaran PCB yang digunakan sangat banyak. Sebab, hanya dengan sekali proses pemindahan pola gambar dari kertas ke sekrin, anda dapat mencetak pola jalur konduktor langsung di atas lembaran PCB secara berulang-ulang. Akan tetapi dalam proses pembuatan PCB dengan menggunakan teknik sablon, hal yang perlu diperhatikan ialah bahan tinta atau cat sablonnya harus tahan air. Sebab bila bahan pembuatan sablonnya tidak tahan air, saat proses pelarutan dengan Ferri Chlorite (FeCl_3) jalur konduktor PCB akan ikut terlarut. Oleh karena itu, jenis tinta atau cat yang digunakan sebaiknya terbuat dari minyak atau bahan kimia lain yang tidak akan larut dalam air.

3. *Memindahkan pola gambar dan jalur konduktor dari layout PCB dengan kertas transfer.*

PCB. Selain menggunakan teknik kimiawi dan teknik sablon, anda juga dapat memanfaatkan media lain untuk memindahkan pola gambar layout PCB, yaitu dengan menggunakan kertas transfer PCB. Dibandingkan dengan teknik

kimiaawi dan teknik sablon cara ini dapat dikatakan jauh lebih mudah, murah dan praktis sehingga cocok digunakan bagi para pelajar dan mahasiswa yang mempunyai biaya terbatas. Kertas transfer PCB dapat dibeli di toko-toko yang menjual komponen-komponen elektronika. Bentuk kertas transfer sama seperti kertas pada umumnya yang berwarna putih polos dan tak bergaris. Akan tetapi yang menjadi perbedaan antara kertas biasa dan kertas transfer PCB ialah pada material pembentuk kertasnya. Kertas transfer PCB didesain khusus agar dapat memindahkan pola jalur rangkaian PCB dari *toner* (bubuk tinta yang biasa digunakan pada printer laser atau mesin fotokopi) ke lapisan tembaga PCB.

2.12.3 Proses Pelarutan PCB

Etching adalah proses pengikisan logam dengan menggunakan zat kimia, dan dalam ini logam yang akan dikikis adalah tembaga. Tembaga merupakan jenis logam yang relative mudah dikikis sehingga banyak zat kimia yang dapat dipakai untuk melakukan proses ini. Ada beberapa bahan kimia yang dapatdipergunakan untuk etching diantaranya adalah larutan :

a. Feri Clorida (FeCl_3)

Campurkan serbuk FeCl_3 dengan air, dengan perbandingan 1 : 5 (satu bagian FeCl_3 dan 5 bagian air). Kemudian aduk sampaiserbuk FeCl_3 larut semua.

b. Natrium Sulfat (Na_2SO_4)

Campurkan serbuk Na_2SO_4 dengan air, dengan perbandingan 1 :25 (satu bagian FeCl_3 dan 25 bagian air). Kemudian aduk sampaiserbuk Na_2SO_4 larut semua.

c. Larutan HNO₃

Lakukan pengenceran HNO₃ , yaitu dengan menambah larutan HNO₃ dengan air dengan perbandingan 1 : 3.

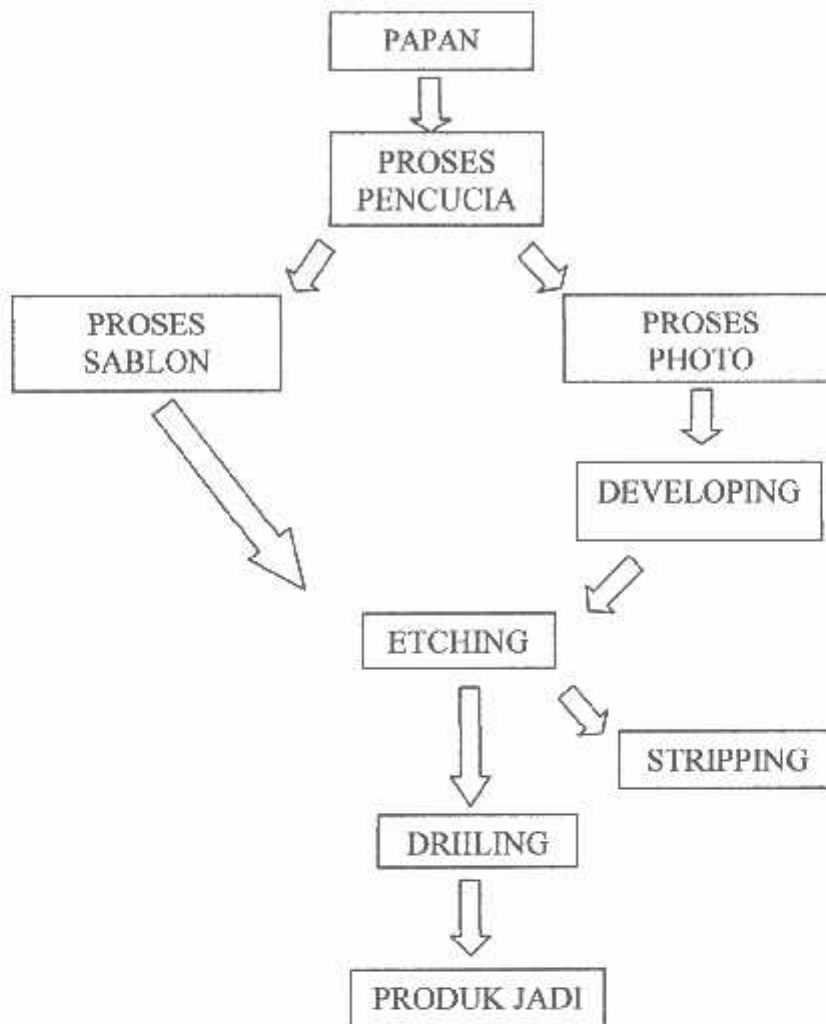
d. Larutan HCl + H₂O₂

Lakukan pengenceran HCl + H₂O₂ dengan menambahkan air dengan perbandingan 20 : 4 : 1 (20 bagian HCl , 4 bagian H₂O₂, dan 1 bagian air)

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam proses pengikisan adalah :

- Larutan etch tidak melarutkan tinta pada metoda proses sablon.
- Larutan etch tidak menghasilkan limbah yang mencemari lingkungan.
- Menguntungkan dalam segi ekonomi yaitu murah dan mudah di peroleh dipasaran.
- Proses etching harus selalu dikontrol.
- Dinding tembaga yang berada di bawah lapisan resist tidak boleh terkikis.
- Kualitas etching ditentukan oleh besarnya factor etching.
- Factor etching adalah perbandingan antara besarnya dinding yang terkikis dengan tebal logam yang dikikis.

Berikut ini akan dijelaskan alur proses pembuatan PCB dengan menggunakan teknik photo film dan teknik sablon :



Gambar 2.27: Alur Proses Pembuatan Singel Layer
 (Sumber : Telkom RDC Media © 2008.mht)

Keterangan proses

1. Papan PCB potong sesuai dengan ukura yang di perlukan untuk kise rangkaian.
2. Pencucian permukaan PCB di lakukan sampai benar benar bebas dari lemak pencucian di lakukan dengan menggunakan sabun atau sejenisnya dan bilas dengan air sampai bersih.

3. Proses sablon adalah proses perpindahan gambar dari screen ke permukaan PCB yang sudah bersih dari lemak dan kotoran lainnya. Proses ini menggunakan tinta yang sesuai.
4. Proses photo di lakukan dengan penyinaran menggunakan sinar matahari atau menggunakan lampu neon.
5. Developing adalah proses pemunculan gambar pada permukaan yang telah di sinari dengan menggunakan zat kimia yang sesuai.
6. Etching adalah proses penghilangan lapisan tembaga yang tidak di perlukan (yang tidak tertutup oleh tinta sablon atau yang tidak tertutup resist pada proses photo).
7. Stripping adalah proses penghilangan tinta sablon atau photo resist yang menutupi lapisan tembaga yang tersisa setelah di lakukan proses etching.
8. Drilling adalah proses pengeboran PCB pastikan posisi mata bor terletak tegak lurus dengan pada yang akan di bor.
9. Produk jadi adalah PCB yang sudah siap di pasang komponen.

2.13 PC (*Personal Computer*)

Komputer bila didefinisikan menyangkut beberapa unit yaitu suatu peralatan elektronika yang dapat menerima input data sekaligus mengolahnya sesuai permintaan operator, dari data yang diperoleh dapat memberikan informasi balik pada operator. Kelebihannya adalah alat ini mampu menggunakan program yang tersimpan dalam memory sekaligus menyimpan program dan hasil olahan secara otomatis. Sebuah sistem komputer melakukan segala macam tugas yang

diberikan berdasarkan kendali dari CPU. Unit ini dijuluki sebagai “Otak” dari sebuah sistem pengolahan data elektronik karena peranannya mengatur lalu lintas data yang padat, mengolahnya kemudian mengirimkan hasilnya ke peralatan masukan dan keluaran (I/O) dengan ketelitian dan kecepatan yang sangat tinggi. Di dalam CPU sendiri ada satu inti yang disebut “Mikroprocessor” dan merupakan pusat otak dari keseluruhan sistem. Dengan sistem inilah sebenarnya semua unsur pengendalian yang amat mendasar dan mendalam diproses.

Bagian CPU sebagai unit pusat pengolahan data, mencakup dua unsur utama yang terdiri dari unit mikroprocessor (MPU) dan memory, sedangkan peralatan-peralatan input-output (O/I device) semata-mata hanya bertugas sebagai transferring device, yaitu peralatan yang mengirimkan data pada input dan mengambil data plahan dari output. Sedangkan CPU berfungsi untuk memproses data-data yang diumpankan kepadanya, sehingga apa yang dihasilkan pada output benar-benar sesuai dengan yang diinginkan. Proses pengolahan itu dimungkinkan karena adanya perangkat lunak berupa program komputer yang bekerja secara sinkron dan serempak.

2.14 Webcam atau Web Camera

Webcam (singkatan dari web camera) adalah sebutan bagi kamera real-time (bermakna keadaan pada saat ini juga) yang gambarnya bisa diakses atau dilihat melalui World Wide Web, program instant messaging, atau aplikasi video call. Istilah webcam merujuk pada teknologi secara umumnya, sehingga kata web terkadang diganti dengan kata lain yang mendeskripsikan pemandangan yang ditampilkan di kamera, misalnya StreetCam yang memperlihatkan pemandangan

jalan. Ada juga Metrocam yang memperlihatkan pemandangan panorama kota dan pedesaan, TrafficCam yang digunakan untuk memonitor keadaan jalan raya, cuaca dengan Weather Cam, bahkan keadaan gunung berapi dengan VolcanoCam. Webcam atau web camera adalah sebuah kamera video digital kecil yang dihubungkan ke komputer melalui (biasanya) port USB ataupun port COM.

Pada awalnya, bentuk web camera terbatas pada bentuk-bentuk standar yang hanya terdiri dari lensa dan papan sirkuit serta casing yang biasa. Namun seiring dengan perkembangan teknologi, bentuk web camera pun sudah makin bervariasi dengan fitur-fitur yang makin canggih. Salah satu bentuk web camera yang unik adalah bentuk boneka yang lucu, web camera ini dapat disalahartikan hanya sebagai boneka dan bukan webcam. Sebuah penemuan oleh Microsoft pada tahun 2004 menggambarkan kemajuan perkembangan teknologi web camera. i2i adalah sebuah sistem dua-kamera yang dengan sangat hati-hati mengikuti pergerakan individu. Kamera ini menggunakan perhitungan algoritma yang secara spesial dikembangkan untuk memfusikan apa yang setiap kamera lihat untuk membuat gambar 'cyclopean' stereo yang akurat. Kamera ini juga dapat menampilkan emoticon 3D yang melayang. Sistem i2i dapat juga menghasilkan gambar background yang realistis sehingga pengguna dapat berpura-pura berada di tempat lain. Kemampuan sistem i2i ini, diantaranya yaitu kemampuan tracking (disebut smart framing) dan juga kemampuan smart focusing, dapat menambah pengalaman konferensi bagi pengguna.



Gambar 2.28 webcam
(Sumber : *Interfacing the Standart Pararel Port :4*)

Teknologi web camera pada awalnya mendapat dukungan komersial dari industri perfilman. Industri ini membutuhkan gambar-gambar 'live' dan meminta pembuatan software yang mampu melakukannya tanpa web browser plugins. Hal ini melahirkan teknologi live streaming webcam yang masih tetap ada hingga sekarang. Sekarang ini web camera yang ada di pasaran pada umumnya terbagi ke dalam dua tipe: web camera permanen (fixed) dan revolving web camera. Pada web camera permanen terdapat pengapit untuk mengapit lensa standar di posisi yang diinginkan untuk menangkap gambar pengguna. Sedangkan pada revolving web camera terdapat landasan dan lensa standar dipasang di landasan tersebut sehingga dapat disesuaikan ke sudut pandang yang terbaik untuk menangkap gambar pengguna. Penggunaan web camera mencakup :

1. Motion sensing – web camera akan mengambil gambar ketika kamera mendeteksi gerakan.
 2. Image archiving – pengguna dapat membuat sebuah archive yang menyimpan semua gambar dari web camera atau hanya gambar-gambar tertentu saat interval pre-set.
-

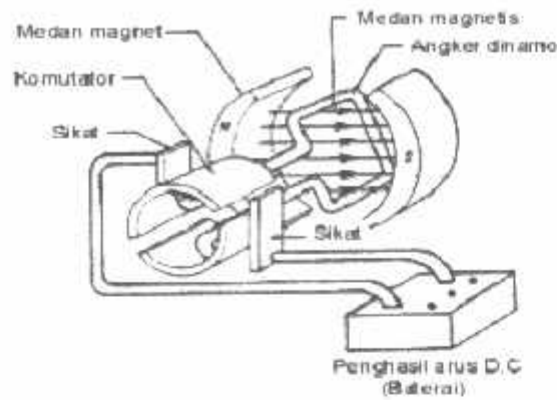
3. Video messaging – beberapa program messaging mendukung fitur ini. Jadi seperti pesan visual.
 4. Advanced connections – menyambungkan perangkat home theater ke web camera dengan kabel maupun nirkabel.
 5. Automotion – kamera robotik yang memungkinkan pengambilan gambar secara pan atau tilt dan setting program pengambilan frame berdasarkan posisi kamera.
 6. Streaming media – aplikasi profesional, setup web camera dapat menggunakan kompresi MPEG4 untuk mendapatkan streaming audio dan video yang sesungguhnya.
 7. Custom coding – mengimport kode komputer pengguna untuk memberitahu web camera apa yang harus dilakukan (misalnya automatically refresh).
 8. AutoCam – memungkinkan pengguna membuat web page untuk web cameranya secara gratis di server perusahaan pembuat web camera.
 9. Video conference, yaitu cara komunikasi jarak jauh dengan menggunakan pengeluaran berupa gambar gerak (Video) dan suara. Namun membutuhkan koneksi yang transfer ratenya tinggi.
 10. Game controller, telah ditemukan game controller dengan menggunakan web camera sebagai sensor. Sensor yang ditangkap berupa warna, gerak dan cahaya. Kemudian ditransfer mejadi gelombang signal dan perintah. Jadi dengan hanya menggerakkan tangan di depan web camera, sudah bisa menjalankan game sesuai keinginan. Tentunya ada software pendukungnya yang sekarang hanya mampu berjalan di windows.
-

11. Internet dating, istilah kata kencan/pertemuan. System kerjanya ada hubungan langsung berupa gambar gerak(video) dan suara.
 12. Home monitoring, bisa dibilang satpam 24 jam nonstop. Web camera difungsikan untuk memonitoring atau mengawasi keamanan suatu wilayah bisa rumah, gedung, hotel, mall, jalan raya, ataupun kota yang kemudian direkam pada media penyimpanan CD,DVD,Kaset atau HD. Jadi sewaktu-waktu ada kasus, rekaman itu bisa jadi barang bukti.
 13. Image sharing, misalkan ingin berbagi foto terupdate dengan ortu, kekasih, teman, kenalan ataupun untuk Galery foto digital, bisa menggunakan web camera untuk memotretnya sekaligus mengirimnya melalui internet.
 14. Video interview, yaitu suatu komunikasi yang dilakukan untuk kebutuhan khusus. Misalnya percakapan penerimaan karyawan. Jadi calon karyawan tidak perlu susah-susah menuju tempat kerjanya untuk interview, bisa menggunakan web camera untuk proses tes(Perusahaan tertentu).
 15. Video phone-call, bisa dibilang skype atau telephone dan video call gratis. Tidak dikenakan biaya apapun untuk bisa membuat percakapan kecuali biaya internet.
 16. Face password, disebut juga dengan face detection. Dengan bantuan software, web camera mengambil gambar wajah untuk disetting sebagai password. Jadi , jika ingin login harus menghadapkan pandangan yang telah disetting sebelumnya
-

2.15 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.



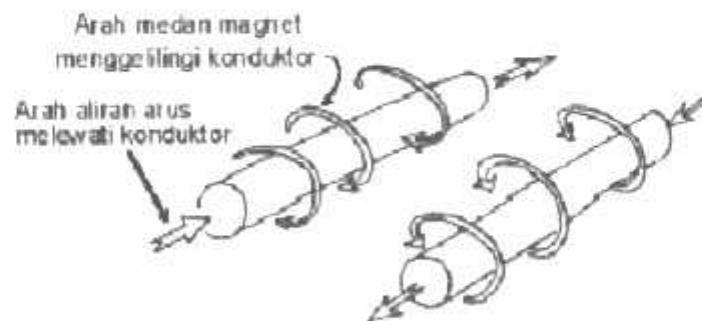
Gambar 2.9 Motor DC

(Sumber : *Interfacing the Standart Pararel Port :4*)

Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

Prinsip Dasar Cara Kerja

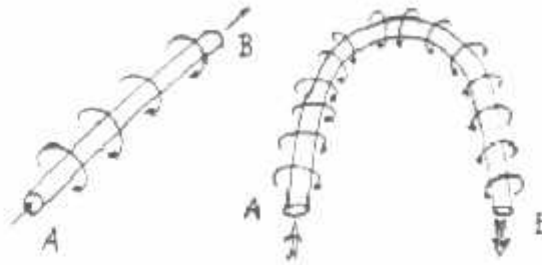
Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.



Gambar 2.30 Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor

Aturan Genggaman Tangan Kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan

dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 3 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U.

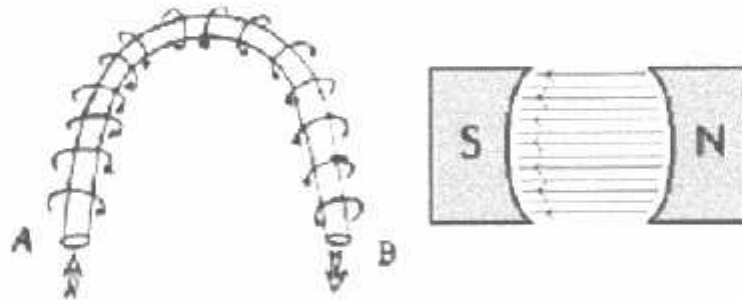


Gambar 2.31 Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor.

Catatan :

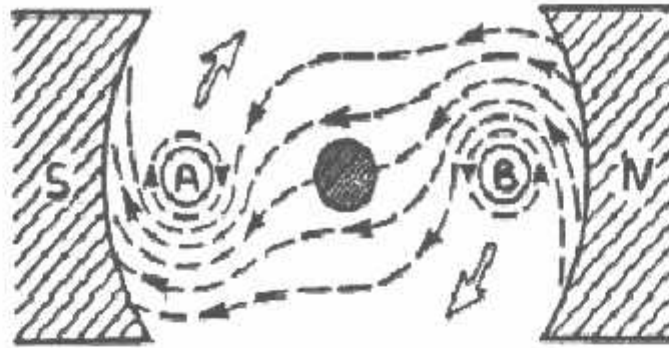
Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut.

Pada motor listrik konduktor berbentuk U disebut angker dinamo.



Gambar 2.32 Medan magnet mengelilingi konduktor dan diantara kutub.

Jika konduktor berbentuk U (angker dinamo) diletakkan di antara kutub utara dan selatan yang kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub. Lihat gambar 5.



Gambar 2.33 Reaksi garis fluks.

Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (looped conductor). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B.

Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum :

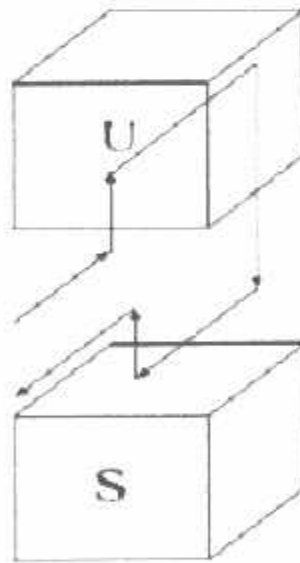
- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran /loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / torque untuk memutar kumparan.

- Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan

medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu.

Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.34 Prinsip kerja motor dc

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang

disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tenaga putar / torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok :

- Beban torque konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torquanya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torque konstan adalah conveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.
- Beban dengan variabel torque adalah beban dengan torque yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel torque adalah pompa sentrifugal dan fan (torque bervariasi sebagai kuadrat kecepatan). Peralatan Energi Listrik : Motor Listrik.
- Beban dengan energi konstan adalah beban dengan permintaan torque yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

Prinsip Arah Putaran Motor

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah Fleming tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan F .

Prinsip motor : aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar.

2.16 Pompa Hidrolik

Hidrolik adalah suatu sistem yang memanfaatkan tekanan fluida sebagai power (sumber tenaga) pada sebuah mekanisme. Karena itu, pada sistem hidrolik dibutuhkan power unit untuk membuat fluida bertekanan. Kemudian fluida tersebut dialirkan sesuai dengan kebutuhan atau mekanisme yang diinginkan.

Dalam sistem hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak mineral adalah jenis fluida cair yang umum dipakai. Pada prinsipnya mekanika fluida dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

1. Hidrostatik

yaitu mekanika fluida dalam keadaan diam disebut juga teori persamaan kondisi dalam fluida diam. Energi yang dipindahkan darisatu bagian ke bagian lain dalam bentuk energi tekanan. Contohnya adalah pesawat tenaga hidrolik.

2. Hidrodinamik :

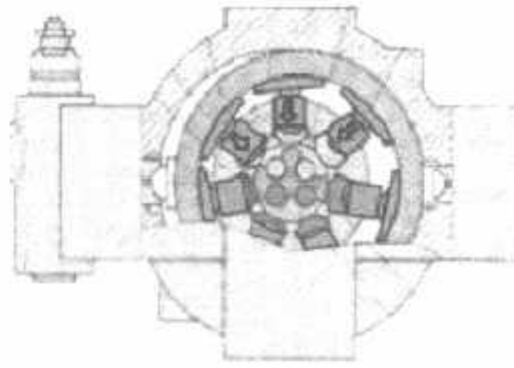
yaitu mekanika fluida yang bergerak, disebut juga teori aliran fluida yang mengalir. Dalam hal ini kecepatan aliran fluida cair yang berperan memindahkan energi. Contohnya Energi pembangkit listrik tenaga turbin air pada jaringan tenaga hidro elektrik. Jadi perbedaan yang menonjol dari kedua sistem diatas adalah keadaan fluida itu sendiri.

Prinsip dasar dari hidrolik adalah sifat fluida cair yang sangat sederhana dan sifat zat cair tidak mempunyai bentuk tetap, tetapi selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya. Karena sifat cairan yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya, sehingga akan mengalir ke berbagai arah dan dapat melewati dalam berbagai ukuran dan bentuk, sehingga fluida cair tersebut dapat mentranferkan tenaga dan gaya. Dengan kata lain sistem hidrolik adalah sistem pemindahan dan pengontrolan gaya dan gerakan dengan fluida cair dalam hal ini oli. Fluida yang digunakan dalam sistem hidrolik adalah oli. Syarat-syarat cairan hidrolik yang digunakan harus memiliki kekentalan (viskositas) yang cukup, memiliki indek viskositas yang baik, tahan api, tidak berbusa, tahan dingin, tahan korosi dan tahan aus, minimal konpressibility.

Komponen yang digunakan pada sistem hidrolik:

a. Pompa hidrolik

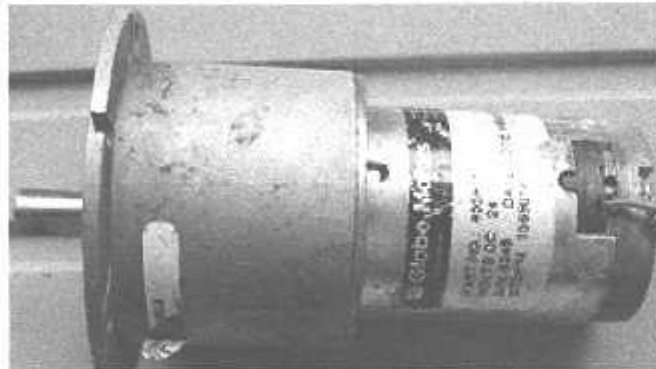
Pompa hydrolik berfungsi untuk mengisap fluida oli hydrolik yang akan disirkulasikan dalam sistim hydrolik. Sistim hydrolik merupakan siklus yang tertutup, karena fluida oli disirkuliskan kerangkaian hydrolik selanjutnya akan dikembalikan ke tangki penyimpanan oli. Pompa torak radial ini berupa piston-piston yang dipasang secara radial, bila rotor berputar secara eksentrik, maka piston2 pada stator akan mengisap dan mengkompresi secara bergantian. Gerakan torak ini akan berlangsung terus menerus, sehingga menghasilkan alira oli /fluida yang kontinyu.



Gambar 2.35 pompa Hidrolik
(Sumber : *Interfacing the Standart Pararel Port :4*)

b. Motor

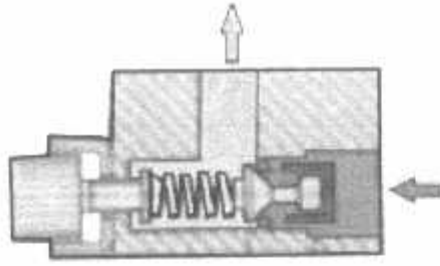
Motor berfungsi sebagai pengubah dari tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Dalam sistem hidrolik motor berfungsi sebagai penggerak utama dari semua komponen hidrolik dalam rangkaian ini. Kerja dari motor itu dengan caramemutar poros pompa yang dihubungkan dengan poros input motor.



Gambar 2.36 Motor
(Sumber : *Interfacing the Standart Pararel Port :4*)

c. Katup

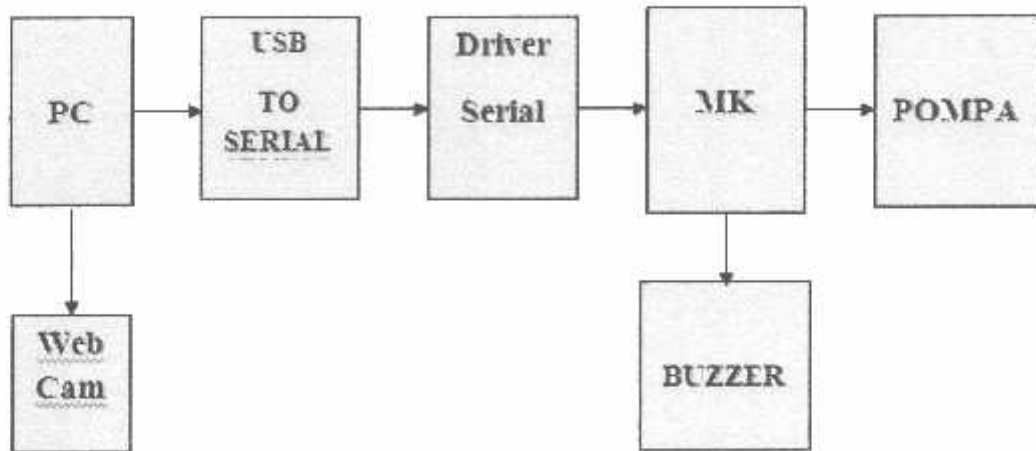
Katup pada sistem dibedakan atas fungsi, disain dan cara kerja katup. Katup pembatas tekanan, katup ini dilengkapi dengan pegas yang dapat diatur. Bila tekanan hidrolik berlebihan, maka pegas akan membuka dan mengalirkan fluida ke saluran pembuangan.



Gambar 2.37 katup
(Sumber : *Interfacing the Standart Pararel Port :4*)

BAB III
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Blok Dan Prinsip Kerja



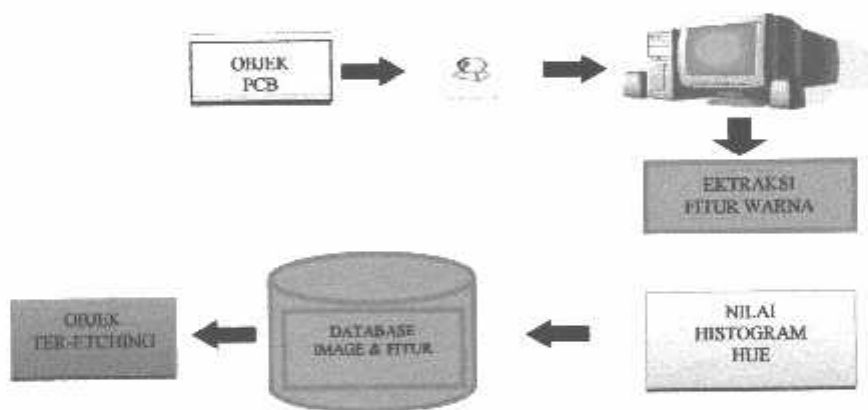
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat

Gambar 3.1 merupakan diagram blok sistem secara keseluruhan. Prinsip kerja dari alat ini yaitu objek (PCB) harus ada untuk dilakukan proses pengidentifikasian karena kalau tidak ada maka bukan sebuah pengidentifikasian namanya. Dalam posisi tersebut PCB diambil dengan beberapa ketentuan. Yaitu seluruh jalur objek PCB yang diidentifikasi harus nampak seluruhnya, yang mana posisi yang diidentifikasi sudah ditentukan yaitu jalur – jalur objek PCB, serta digunakan pencahayaan yang stabil dan jarak obyek terhadap webcam yang tetap. Bila tidak maka akan terjadi perbedaan yang terlalu besar antara data yang diperoleh dari pembelajaran dengan data hasil uji coba. Sehingga dimungkinkan akan terjadinya kesalahan pengidentifikasian yang cukup besar. Untuk itu, guna

mengurangi kemungkinan adanya nilai error yang cukup tinggi maka digunakan sebuah alat bantu berupa sebuah box untuk tempat proses pengidentifikasian. Serta ditempatkan pula sebuah kamera dan sumber cahaya yang sudah pasti posisinya didalam box.

Setelah itu webcam dihubungkan dengan PC. Webcam ini menggunakan port USB sebagai konektifitasnya. Sehingga lebih mudah dalam mengambil data gambar yang akan diolah oleh PC. Objek (PCB) dikenalkan pada PC dengan cara capture (webcam), hasil capture lalu disimpan secara temporary pada database program.

Driver serial berfungsi untuk merubah level tegangan RS menjadi level TTL.

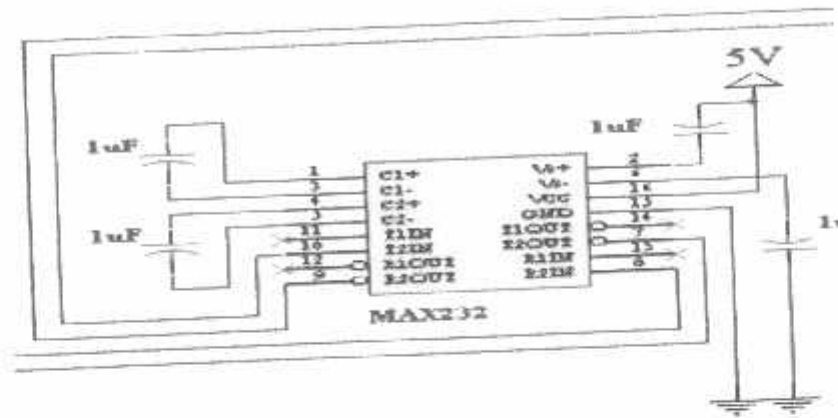


Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem
(Sumber : Perencanaan)

Kemudian data gambar hasil capture yang disimpan secara temporary pada database program diproses hingga dihasilkan sebuah keputusan hasil identifikasi yang valid, barulah Proses kontruksi pelarutan pada PCB beroperasi, Pemrosesan etching PCB dicapture (webcam) dan dibandingkan dengan database setiap 1 detik. Jika hasil proses pelarutan sama dengan database maka proses pelarutan berhenti dan buzzer akan berbunyi sebagai tanda Proses pelarutan PCB telah

3.2.1.2 Driver Serial

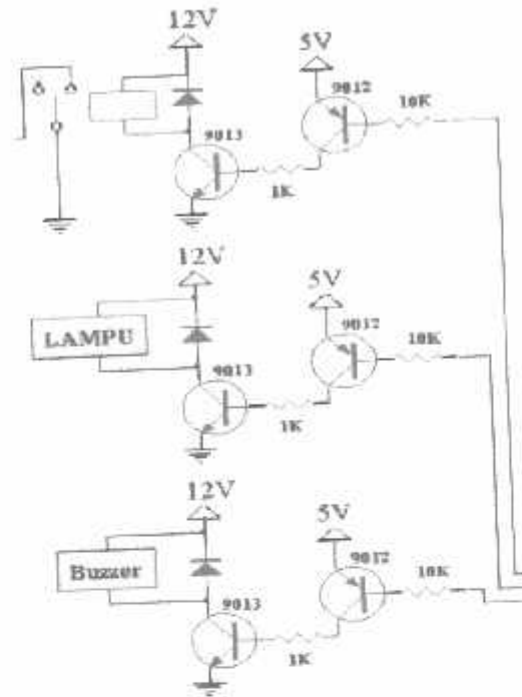
Driver ini menggunakan IC MAX-232 yang berfungsi untuk mengubah sinyal RS-232 ke TTL dan rangkaiannya seperti ditunjukkan dibawah ini:



Gambar 3.5 Rangkaian Driver Serial

3.2.1.3 Driver Relay dan Buzzer

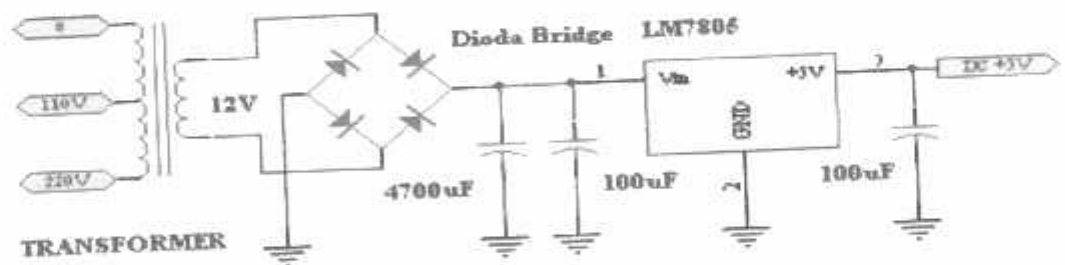
Driver ini menggunakan transistor 9012 dan transistor 9013. Rangkaian seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.6 Rangkaian Driver Relay

3.2.1.4 Power supply

Power supply digunakan untuk mensupply tegangan yang dibutuhkan pada perangkat keras yang ada..



Gambar 3.7 Rangkaian Power Supply

3.2.1.5 Lampu / Sistem Pencahayaan

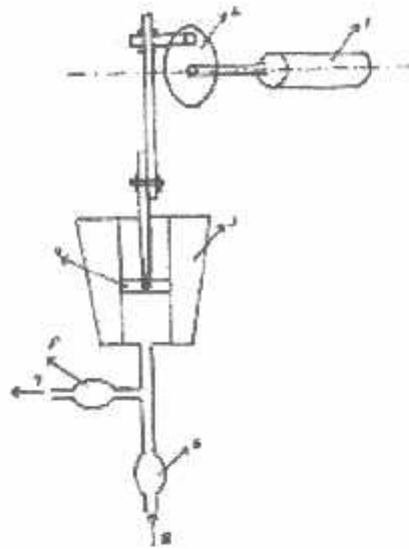
Untuk sistem pencahayaan dibedakan menjadi dua bagian yaitu general lighting dan local lighting. General lighting digunakan untuk mendapatkan

pencahayaannya yang merata. Local lighting digunakan untuk memberikan nilai aksentuasi pada suatu bidang atau lokasi tertentu tanpa memperhatikan kerataan pencahayaan.

Sistem pencahayaan merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam proses pengidentifikasian objek PCB. Untuk sebuah box konstruksi etching PCB dibutuhkan pencahayaan local lighting karena tidak memerlukan pencahayaan yang kuat yang dapat mengakibatkan pemantulan cahaya objek terhadap webcam. Sistem pencahayaan Alat ini menggunakan LED super bright.

3.2.1.6 Pompa

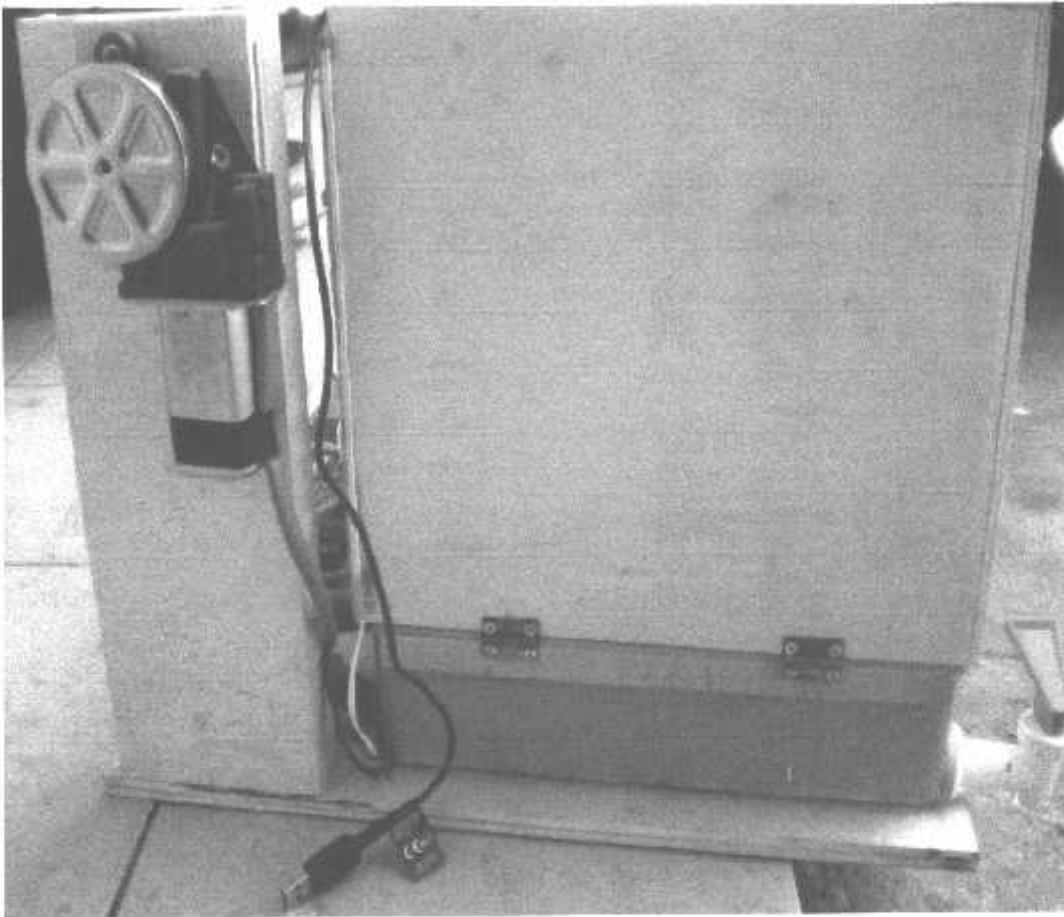
Untuk output pengeluaran cairan secara semprot dibutuhkan pompa hidrolik yang fungsinya yaitu untuk mengisap fluida oli hidrolik yang akan disirkulasikan dalam sistem hidrolik. Sistem hidrolik merupakan siklus yang tertutup, karena fluida oli disirkulasikan kerangkaan hidrolik selanjutnya akan dikembalikan ke tangki penyimpanan oli. Pompa torak radial ini berupa piston-piston yang dipasang secara radial, bila rotor berputar secara eksentrik, maka piston pada stator akan mengisap dan mengkompresi secara bergantian. Gerakan torak ini akan berlangsung terus menerus, sehingga menghasilkan aliran oli / fluida yang kontinyu. Komponen yang digunakan pada pompa hidrolik:



Gambar 3.8 Komponen Pompa Hidrolik

Keterangan :

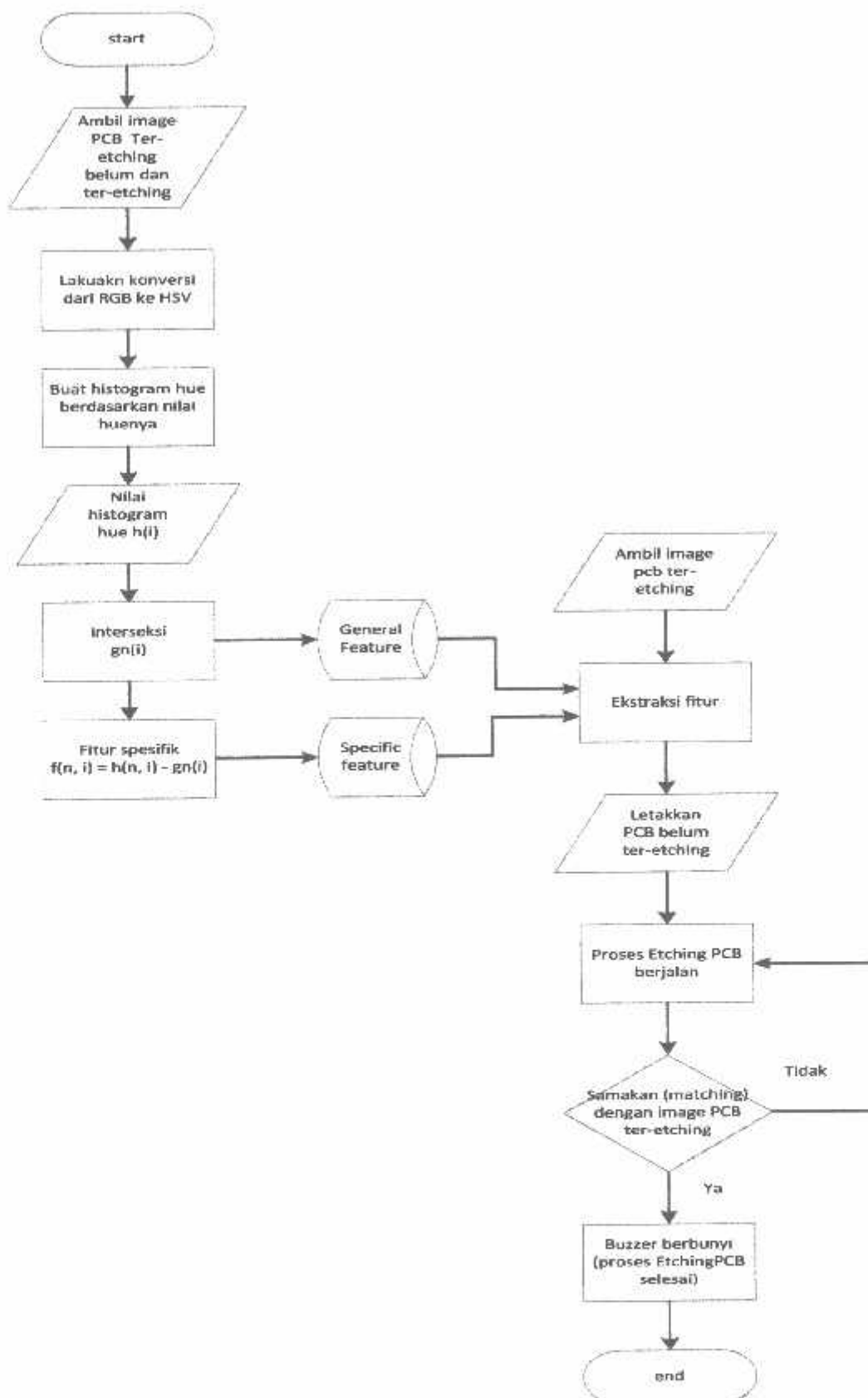
- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Motor Dc penggerak | 5. Katub buang |
| 2. Poros engkol | 6. Katub isap |
| 3. Rumah silinder | 7. Saluran input cairan |
| 4. Torak | 8. Saluran output cairan. |



Gambar 2.10 Tampak Belakang

3.2.2. Perancangan Perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak disini meliputi proses ekstraksi fitur warna. Untuk ekstraksi fitur warna dilakukan dengan menggunakan metode histogram hue Berdasarkan ciri inilah sehingga dapat dilakukan suatu proses pengenalan terhadap obyek Berikut adalah penjelasan tentang perancangan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem ini. Berikut adalah FlowChart proses ekstraksi fitur warna :



Gambar 3.7. Flowchart Proses Ekstraksi Fitur Warna

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Hardware Dan Software

Dalam bab ini membahas pengujian hardware dan software yang dirancang sebagaimana spesifikasi yang diuraikan pada Bab III. Dari hasil perencanaan dan pembuatan sistem proses pelarutan pada PCB menggunakan image / colour processing ini mempunyai hasil yang tampak pada gambar 4.1



Gambar 4.1. Alat perencanaan dan pembuatan sistem proses pelarutan Pada PCB menggunakan image / colour processing

4.2 Alat Yang Digunakan

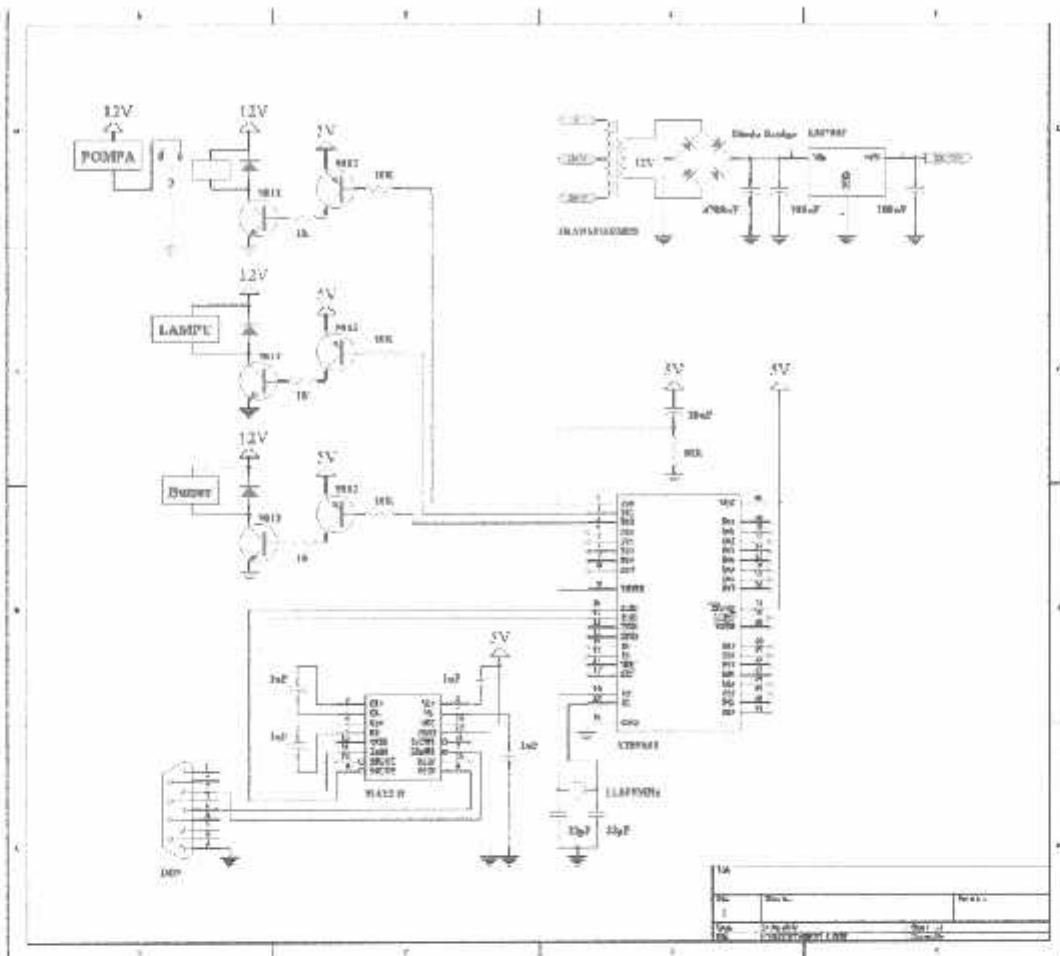
1. Rangkaian alat sistem proses pelarutan pada PCB menggunakan image / colour processing.
2. Computer / PC.
3. Webcam Logitech 1,3 megapiksel dan software drivernya.
4. 2 PCB antara lain PCB yang terlarut dan PCB yang belum terlarut.
5. Software VBPortTest V2.0
6. Software identifikasi E PCB menggunakan fitur warna
7. Air dan serbuk Feri Clorida ($FeCl_3$)

4.3 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sebuah alat sistem proses pelarutan pada PCB menggunakan image / colour processing apakah dapat dioperasikan untuk mengetching atau melarutan PCB.

4.4 Langkah Pengujian

1. Pertama kita harus membuat 2 PCB yaitu contoh PCB yang sudah terlarut dan PCB yang belum terlarut untuk proses identifikasian dan Pelarutan.
 2. Membuat rangkaian driver motor untuk penggerak pompa, rangkaian Led untuk pencahayaan ruangan, rangkaian buzzer sebagai tanda akhir proses, rangkaian pengontrol fan sebagai ventilasi udara seperti pada gambar 4.1 dan kemudian dipasang catu daya pada sebesar 12 Volt.
 3. Menghubungkan rangkaian tersebut ke DB-9 female Conector dan akan disambungkan ke computer dengan cara menyambungkan DB-9 Male Conector rangkaian tersebut ke DB-9 Female Conector computer.
-



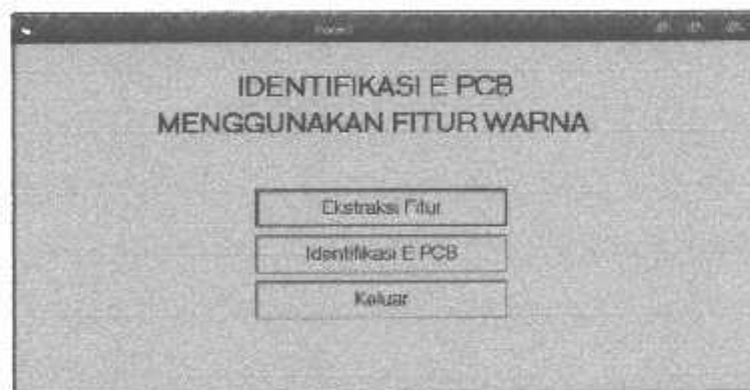
Gambar 4.2. Rangkaian perencanaan dan pembuatan sistem proses pelarutan PCB otomatis menggunakan image / colour processing

4. Lalu set pin parallel port active low di computer dengan bantuan software

VBPortTest V2.0, dengan cara :

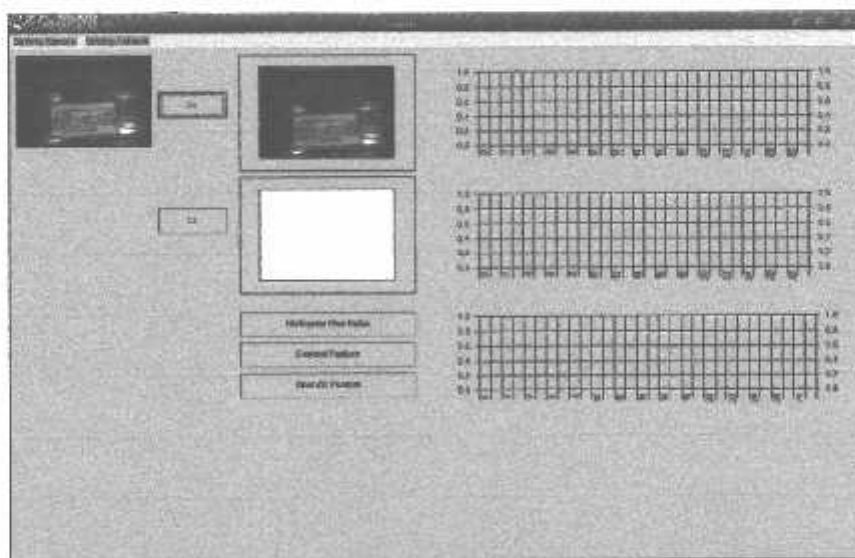
- Buka program VBPortTest V2.0, pindahkan data and control register I/O mode dari read only ke bit (output on led click only)
- Klik led warna merah(active high) agar padam (active low) pada pin 2 (Led pencahayaan ruangan), pin 3 (Fan ventilasi), pin 4 (Buzzer) dan pin 5 (Motor pompa).
- Lalu pindahkan lagi data and control register I/O mode ke read only. Tutup program VBPortTest V2.0.

5. Campurkan serbuk FeCl_3 dengan air, dengan perbandingan 1 : 5 (satu bagian FeCl_3 dan 5 bagian air). Kemudian aduk sampai serbuk FeCl_3 larut semua.
6. Nyalakan saklar rangkaian ke active On, dan sambungkan Webcam kabel USB ke computer dan install software drivernya.
7. Buka software identifikasi E PCB menggunakan fitur warna di computer



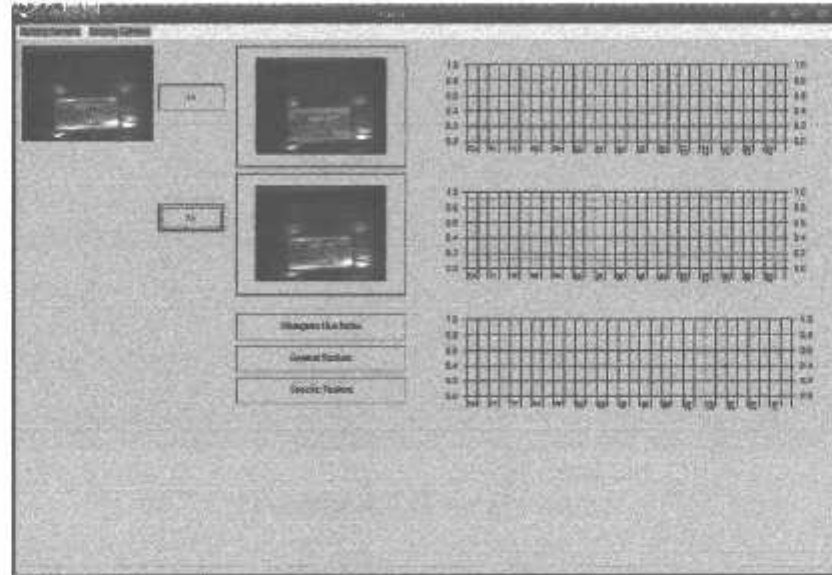
Gambar 4.3. software identifikasi E PCB menggunakan fitur warna

8. Klik Ekstraksi Fitur (otomatis pin 2 active high, led pencahayaan ruangan menyala), letakkan contoh PCB yang teretching untuk diambil gambarnya oleh webcam



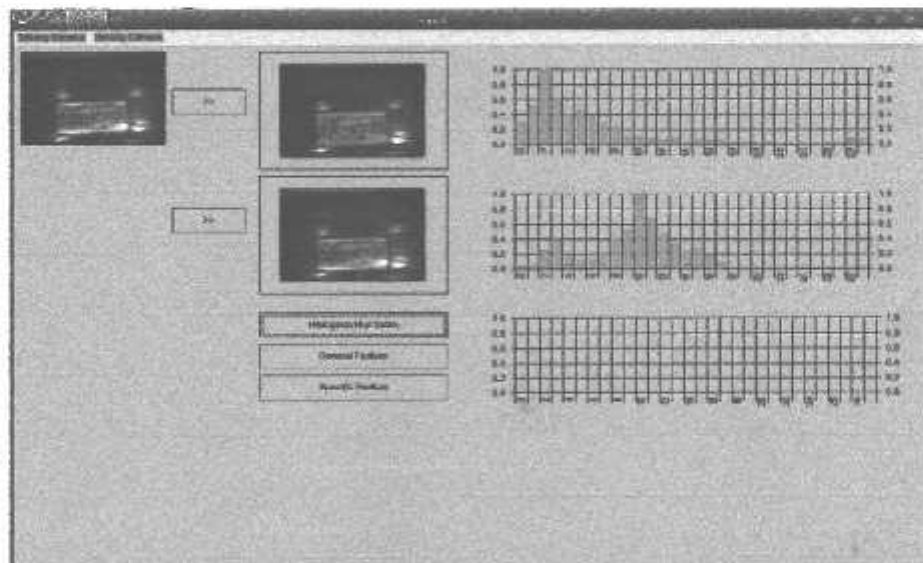
Gambar 4.4 Capturing PCB yang terlarut

9. Lalu dengan bergantian letakkan PCB yang akan dilarutkan untuk diambil gambarnya oleh webcam



Gambar4.5 Capturing PCB yang belum terlarut

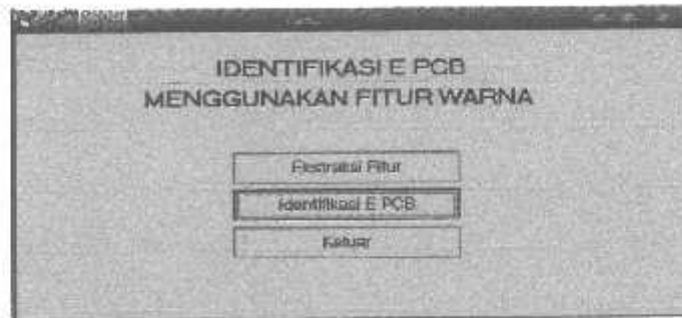
10. Klik Histogram Hue index untuk pengkonversian RGB ke Histogram hue



Gambar 4.6 Histogram Hue Index

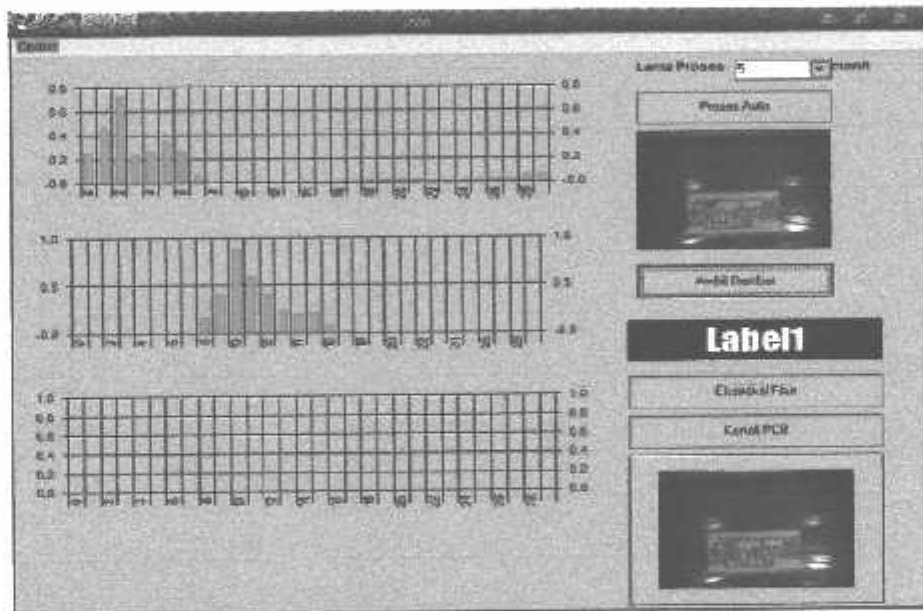
Gambar 4.8 Specific Feature

13. Hasil general feature dan spesifik fitur tersimpan secara temporari, tutup program ekstraksi fitur lalu klik Identifikasi E PCB.



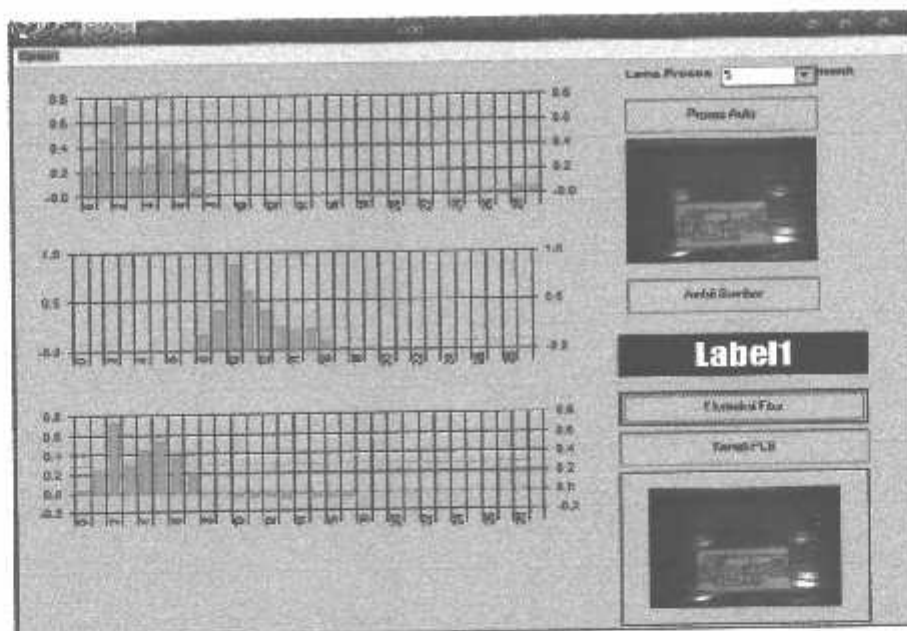
Gambar 4.9 Identifikasi E PCB

14. Ambil contoh PCB yang sudah teretching dan klik ambil gambar.



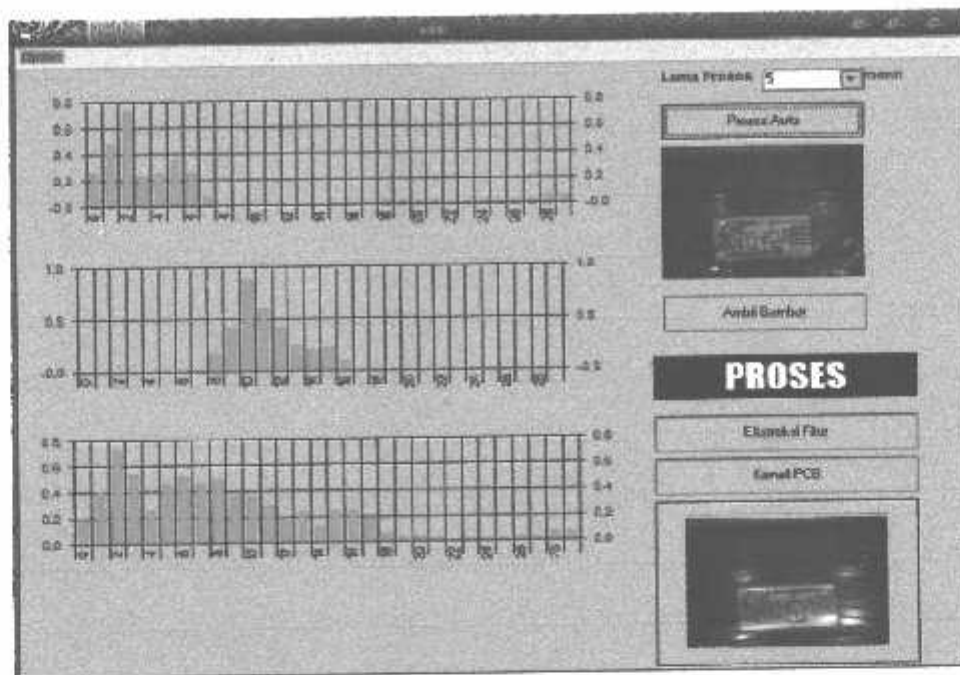
Gambar 4.10 capturing PCB yang terlarut

15. Klik Ekstraksi Fitur digunakan untuk mengukur kemiripan gambar.



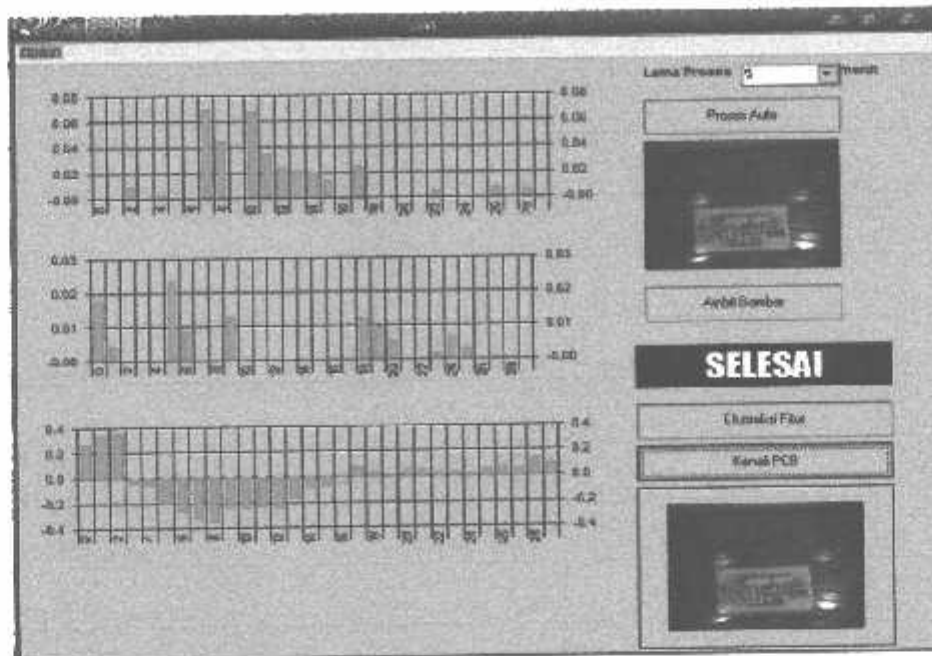
Gambar 4.11 Ekstraksi Fitur Warna

16. Kemudian letakkan PCB yang akan dietching, setting lama proses tergantung besar kecilnya ukuran PCB yang akan dietching. Klik Proses Auto maka proses etching PCB otomatis berjalan (pin 3 dan pin 5 active high, motor pompa dan fan ventilasi menyala).



Gambar 4.12 Proses pelarutan PCB Auto

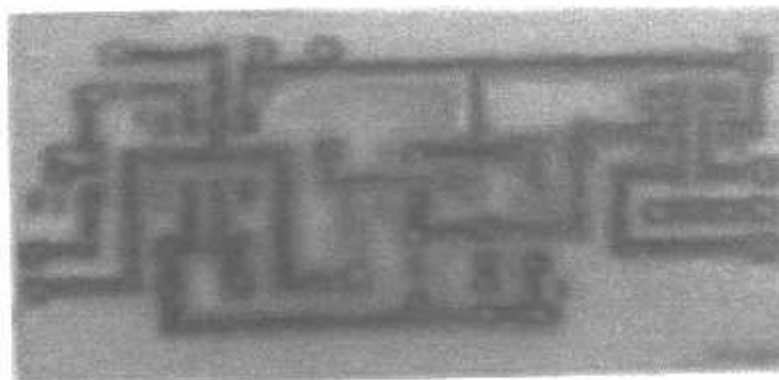
17. Pemrosesan etching auto PCB dicapture (webcam) dan dibandingkan dengan database setiap 1 detik. Jika hasil proses etching sama dengan database maka proses etching berhenti dan pin 4 active high, buzzer akan berbunyi sebagai tanda Proses etching PCB telah selesai, jika hasil etching tidak sama dengan database maka proses etching tetap berlangsung selama setting waktu tersebut sampai hasilnya sama dengan database.



Gambar 4.13 Proses selesai pelarutan PCB Auto

4.4 Analisa Hasil Pengujian

Dari pengujian yang telah dilakukan pada alat sistem proses etching pada PCB menggunakan image / colour processing. Dibawah ini adalah hasil dari pengujian yang dilakukan :



Gambar 4.14 PCB hasil pengujian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan seluruh pengujian terhadap sistem proses etching pada PCB menggunakan image / colour processing dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Alat sistem proses etching pada PCB menggunakan image / colour processing dapat dijalan secara otomatis oleh computer dengan bantuan software.
2. Pemilihan jenis larutan etching perlu mempertimbangkan kualitas hasil etching, untuk mempertahankan kualitas diperlukan kecocokan antara kecepatan pengikisan dengan desain dari rangkaian yang dibuat.
3. Dalam proses pengidentifikasian PCB intensitas cahaya ruangan mempengaruhi akurasi dan pada ukuran objek PCB tidak mempengaruhi akurasi.
4. Rata-rata persentase kemiripan berdasarkan dominan warna pada foreground objek PCB untuk sample diatas sebesar 92,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ciri warna dominan pada foreground objek sudah dapat membedakan gambar dengan baik.
5. Dengan adanya bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 yang merupakan perangkat pengembangan aplikasi dilingkungan Windows semakin mempermudah bagi kita dalam upaya melakukan pengontrolan perangkat dengan menggunakan PC (*Personal Computer*).
6. Daya yang diperlukan dalam proses pelarutan PCB adalah 12 Watt

7. Proses pelarutan dengan menggunakan larutan feri clorida dengan suhu 40°C lebih cepat jika dibandingkan dengan suhu 30°C yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan PCB dengan suhu 40°C adalah 8 menit (ukuran PCB 10X10 cm) sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan PCB dengan suhu 30°C adalah 14 menit (ukuran PCB 10X10 cm)
8. Ukuran PCB juga mempengaruhi waktu proses pelarutan, semakin besar ukuran PCBnya maka waktu yang diperlukan semakin lama, jika ukuran PCB yang dilarutkan adalah 5X10 cm maka waktu yang diperlukan pada proses pelarutan adalah selama 12 menit 30 second sedangkan jika ukuran PCB yang dilarutan adalah 10X10 cm apa waktu yang diperlukan pada proses pelarutan adalah 14 menit.

5.2 Saran

Agar sistem yang dibuat dapat lebih baik maka ada hal-hal yang perlu dijadikan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut :

1. Sulitnya membuat Objek PCB dengan teknik sablon kertas transparan. Untuk pembuatan objek PCB yang lebih mudah dengan cara screen printing.
2. Proses etching PCB agak lama. Untuk memperoleh kecepatan proses etching dengan cepat, larutan Feri Clorida ($FeCl_3$) harus dipanaskan sampai suhu 40°C.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Richard Blocher, Dasar Elektronika, Yogyakarta, Andi, 2004*
 2. *Susanto, WK. Seven-segmen, 2007*
 3. *D Sharon, dkk "sensor" ,1982,.*
 4. *A.E Putra, "Memori program untuk AT89S51", 2002*
 5. *Malik, "MCS – 51 Family " , (1997).*
 6. *Charles H. Townes "The first laser"(2003)*
 7. *Rodwell International Corporation, 1999*
 8. *Datasheet AT89S51(Anonymous, 1997).*
 9. *Anonymous Sumber : www.atmel.com*
 10. *Anonymous Sumber : http://www.maxim-ic.com/datasheet/RTC_DS_1307*
 11. *Anonymous Sumber: [http:// www.national.com/ datasheet/IC lm311](http://www.national.com/datasheet/IC_lm311)*
 12. *Anonymous Sumber: <http://www.spectrum-cahaya.com/datasheet>*
 13. *Anonymous Sumber: www.delta-elektronik.com/*
-

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

Nama : luisinho dos santos
NIM : 0852201
Jurusan : Teknik listrik D III
Konsentrasi : Teknik Elektronika D III
Dosen Pembimbing1 : Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST,MT
Waktu Bimbingan : 13/07/2011 s/d 21/08/2011
Judul : Alat Pelarut PCB Otomatis

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1			
2			
3			
4			
5			

Malang, 26 Februari 2011

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST,MT
NIP. P. 1030800417

LEMBAR ASISTENSI REVISI

Nama : Luisinho dos santos
NIM : 0852201
Jurusan : Teknik listrik D III
Konsentrasi : Teknik Elektronika D III
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST,MT
Waktu Bimbingan : 13/07/2011 s/d 21/08/2011
Judul : Alat Pelarut PCB Otomatis

No	Tanggal	Keterangan	Paraf

Malang, 26 Februari 2011

Dosen Penguji 1

Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST,MT
NIP. P. 1030800417

Features

- Compatible with MCS-51[®] Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
 - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 0V to 5.5V Operating Range
- Quiescent Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Two-level Program Memory Lock
- 32 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 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 in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of SRAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for 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 external interrupt or hardware reset.



8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

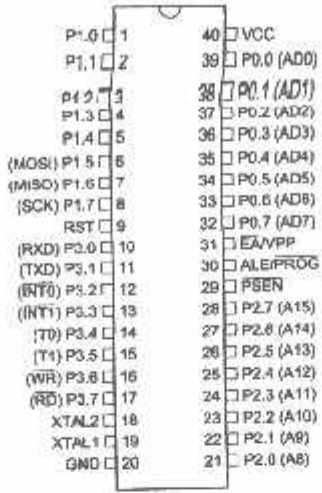
AT89S51

Rev. 2487A-10/01

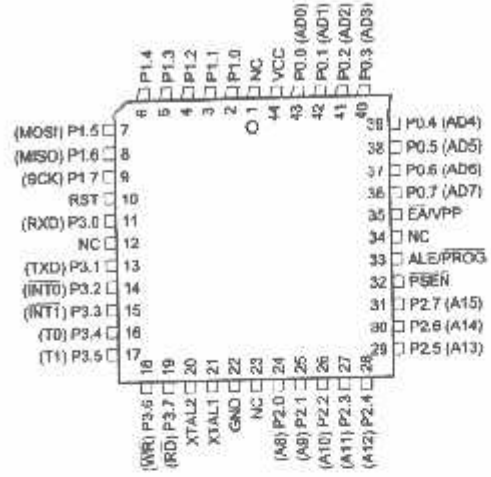


Pin Configurations

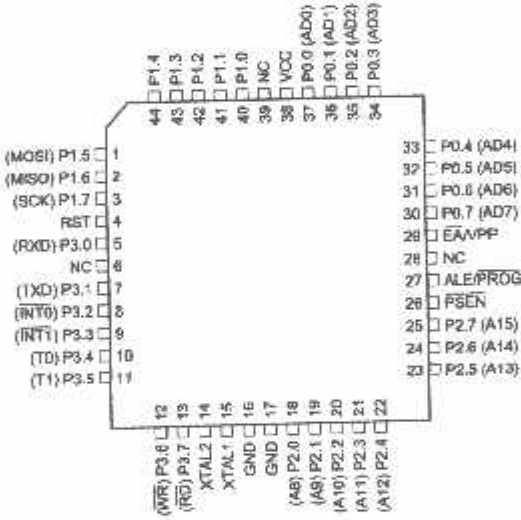
PDIP



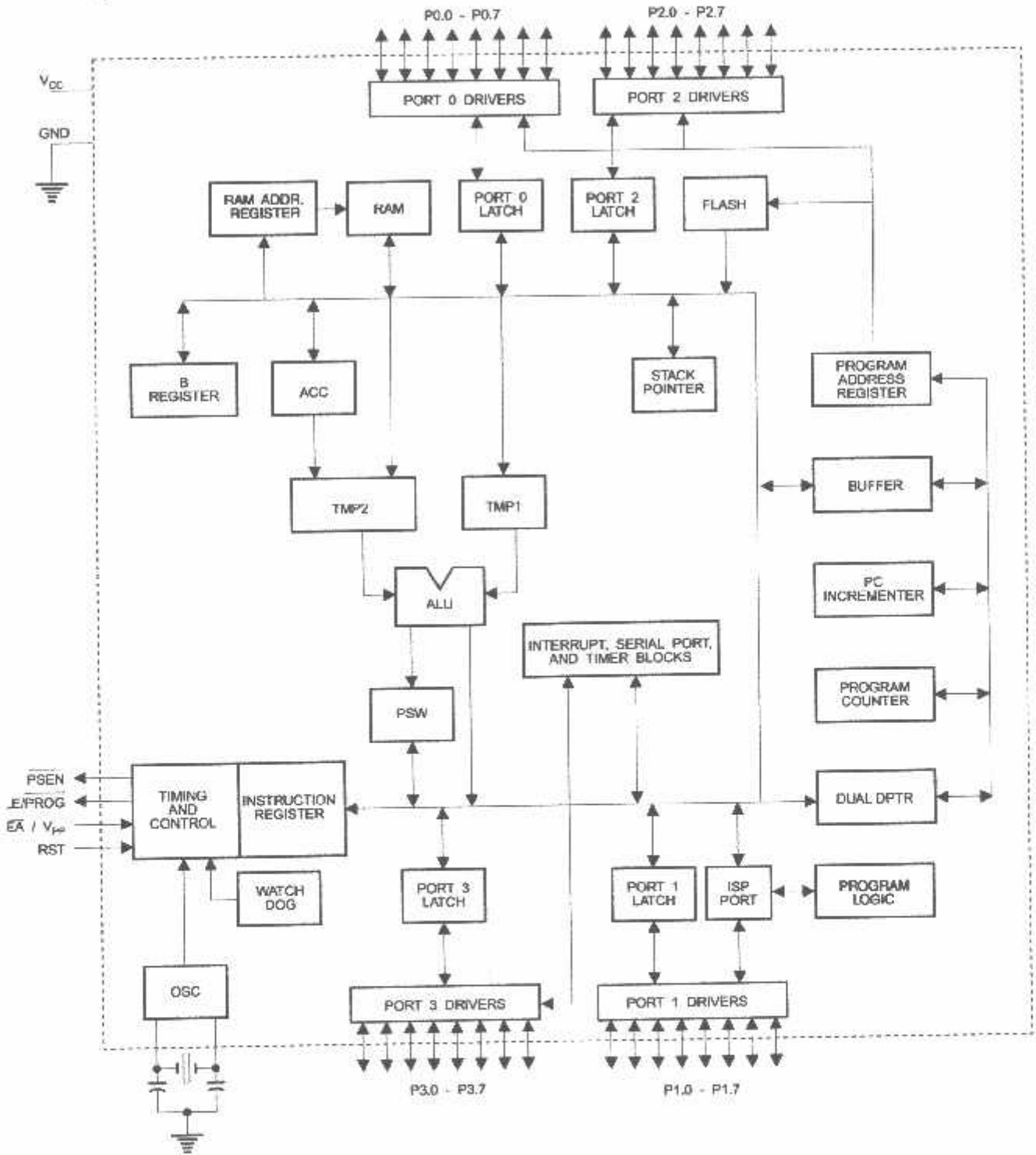
PLCC



TQFP



Block Diagram





Pin Description

V_{CC} Supply voltage.

V_{ND} Ground.

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

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

Port 1 Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups 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 pull-ups.

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

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

Port 2 Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups 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 pull-ups.

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

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

Port 3 Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. 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 pull-ups 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 pull-ups.

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

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

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

ST Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

$\overline{\text{E/PROG}}$ Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{\text{PROG}}$) during Flash programming.

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

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

$\overline{\text{EN}}$ Program Store Enable ($\overline{\text{PSEN}}$) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{\text{VPP}}$ External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ 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, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ 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.

AL1 Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

AL2 Output from the inverting oscillator amplifier



**Special
Function
Registers**

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XX000000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0X000000							0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0			WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX0XX0	8FH
80H	PCON 11111111	SP 0000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XXX0000	87H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Interrupt Registers: The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the IP register.

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR	Address = 8EH							Reset Value = XXX00XX0B
Not Bit Addressable								
	-	-	-	WDIDLE	DISRTO	-	-	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved for future expansion							
DISALE	Disable/Enable ALE							
	DISALE							
	Operating Mode							
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency						
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction						
DISRTO	Disable/Enable Reset out							
	DISRTO							
	0	Reset pin is driven High after WDT times out						
	1	Reset pin is input only						
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode							
	WDIDLE							
	0	WDT continues to count in IDLE mode						
	1	WDT halts counting in IDLE mode						

Dual Data Pointer Registers: To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.



Power Off Flag: The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by reset.

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1								
Address = A2H								
Reset Value = XXXXXXX0B								
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	DPS
	-	-	-	-	-	-	-	0
								1
-	Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select							
	DPS							
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H						
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H						

Memory Organization

Program Memory

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64K bytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

If the \overline{EA} pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory.

On the AT89S51, if \overline{EA} is connected to V_{CC} , program fetches to addresses 0000H through FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 1000H through FFFFH are directed to external memory.

Data Memory

The AT89S51 implements 128 bytes of on-chip RAM. The 128 bytes are accessible via direct and indirect addressing modes. Stack operations are examples of indirect addressing, so the 128 bytes of data RAM are available as stack space.

Watchdog Timer (enabled with reset-out)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 14-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

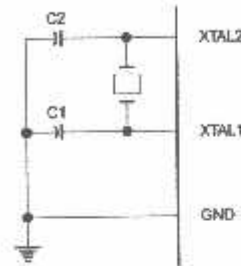
Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is $98 \times T_{OSC}$, where $T_{OSC} = 1/F_{OSC}$. To make the best use of the WDT, it

Oscillator Characteristics

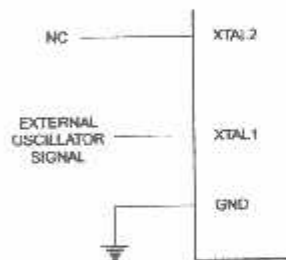
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. 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.

Figure 2. Oscillator Connections



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

Figure 3. External Clock Drive Configuration



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

Note that when idle mode 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 mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

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. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt into $\overline{INT0}$ or $\overline{INT1}$. 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.



Table 5. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	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

Program Memory Lock Bits

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 6. Lock Bit Protection Modes

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

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the 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. The latched value of EA must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Programming the Flash – Parallel Mode

The AT89S51 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S51 code memory array is programmed byte-by-byte.

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 13 and 14. To program the AT89S51, 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 EA_{PP} to 12V.
5. Pulse ALE/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 50 μs. 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 AT89S51 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is 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 $\overline{\text{RDY/BSY}}$ output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate $\overline{\text{BUSY}}$. P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate $\overline{\text{READY}}$.

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 status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 100H, and 200H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
 (100H) = 51H indicates 89S51
 (200H) = 06H

Chip Erase: In the parallel programming mode, a chip erase operation is initiated by using the proper combination of control signals and by pulsing $\overline{\text{ALE/PROG}}$ low for a duration of 200 ns - 500 ns.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 500 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data output.

Programming the Flash – Serial Mode

The Code memory array can be programmed using the serial ISP interface while RST is pulled to V_{CC} . The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before other operations can be executed. Before a reprogramming sequence can occur, a Chip Erase operation is required.

The Chip Erase operation turns the content of every memory location in the Code array into FFH.

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S51 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
 Apply power between VCC and GND pins.
 Set RST pin to "H".
 If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction that returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

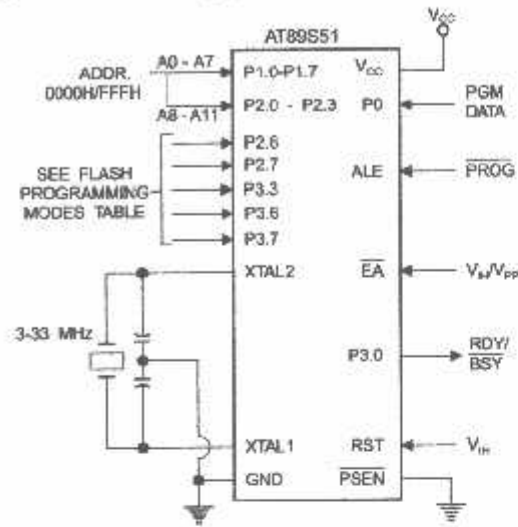
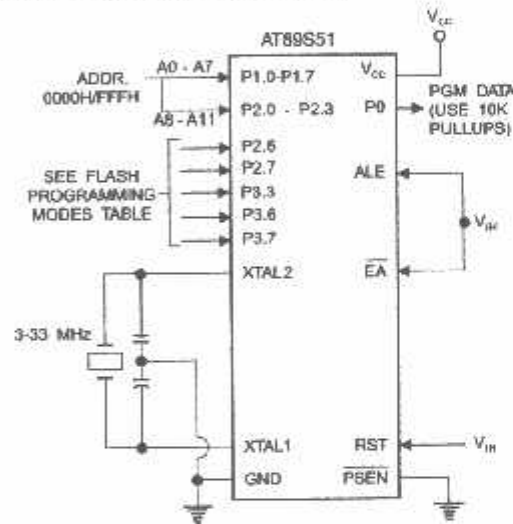


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)

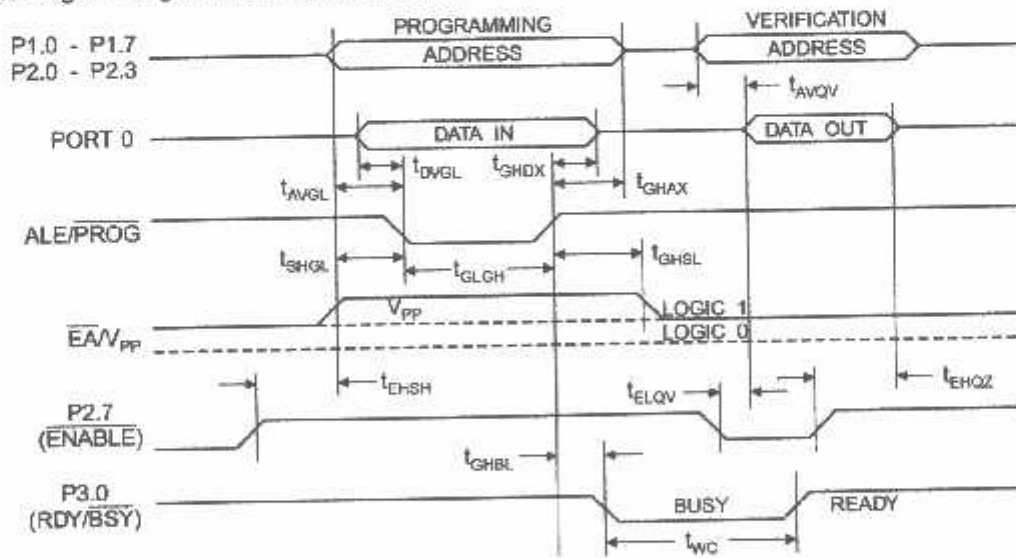


h Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

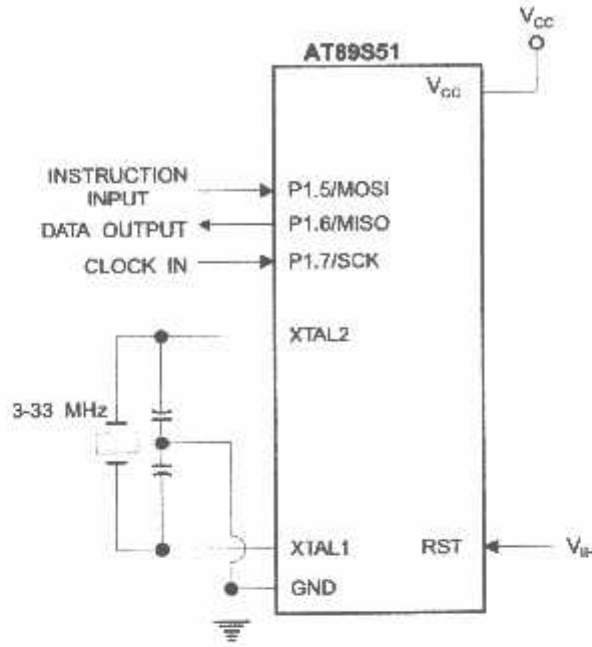
10°C to 30°C, $V_{CC} = 4.5$ to $5.5V$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
	Programming Supply Current		10	mA
	V_{CC} Supply Current		30	mA
LCL	Oscillator Frequency	3	33	MHz
SL	Address Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
AX	Address Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
DL	Data Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
IDX	Data Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
SH	P2.7 (\overline{ENABLE}) High to V_{pp}	$48t_{CLCL}$		
GL	V_{pp} Setup to \overline{PROG} Low	10		μs
SL	V_{pp} Hold After \overline{PROG}	10		μs
GH	\overline{PROG} Width	0.2	1	μs
QV	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
QV	\overline{ENABLE} Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
QZ	Data Float After \overline{ENABLE}	0	$48t_{CLCL}$	
BL	\overline{PROG} High to \overline{BUSY} Low		1.0	μs
	Byte Write Cycle Time		50	μs

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

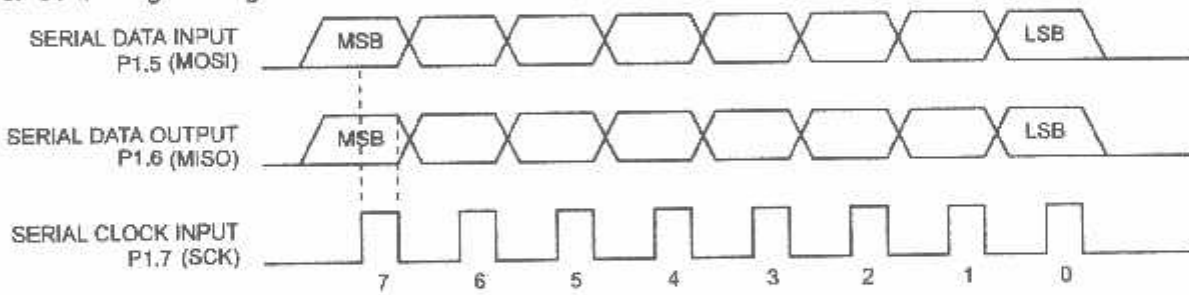


7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms



Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

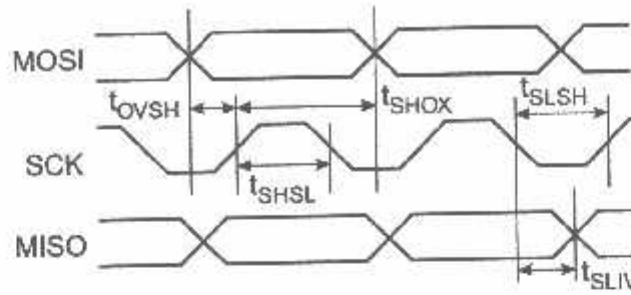


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0		33	MHz
t_{CLCL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SHSL}	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SLSH}	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{OVSH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SHOX}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t_{ERASE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{SWC}	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs



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
DC 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.

JC Characteristics

The values shown in this table are valid for $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 4.0\text{V}$ to 5.5V , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except: XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
I_{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
I_{OL}^*	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	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
V_{OH1}	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
I_L	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{FL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		+10	μA
R_{RST}	Reset Pull-down Resistor		50	300	$\text{k}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
		Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$	50	μA

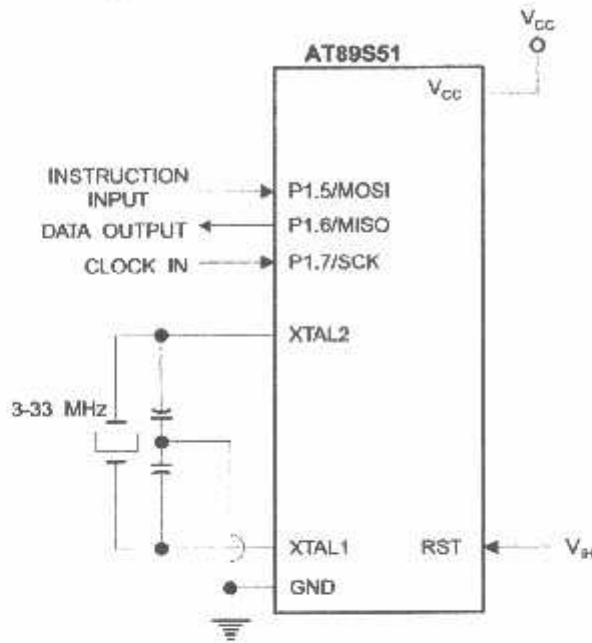
Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

- 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.

AT89S51

7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms

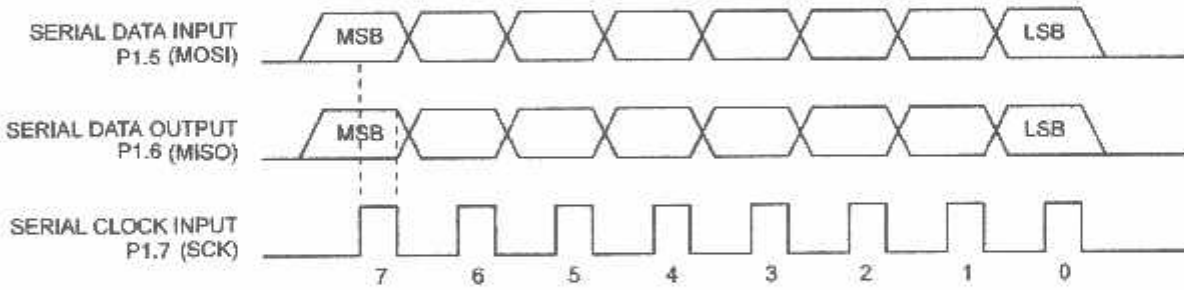


Table 8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format		Byte 2	Byte 3	Byte 4	Operation
	Byte 1	Byte 2				
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽²⁾	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx B2 B1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes ⁽¹⁾	0010 1000	xxx A5 A4 A3 A2 A1	A0 xxx xxxx	Signature Bytes	Signature Bytes	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

Notes: 1. The signature bytes are not readable in Lock Bit Modes 3 and 4.

- 2. B1 = 0, B2 = 0 → Mode 1, no lock protection
- B1 = 0, B2 = 1 → Mode 2, lock bit 1 activated
- B1 = 1, B2 = 0 → Mode 3, lock bit 2 activated
- B1 = 1, B2 = 1 → Mode 4, lock bit 3 activated

Each of the lock bits needs to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

For Page Read/Write, the data always starts from byte 0 to 255. After the command byte and upper address byte are latched, each byte thereafter is treated as data until all 256 bytes are shifted in/out. Then the next instruction will be ready to be decoded.

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

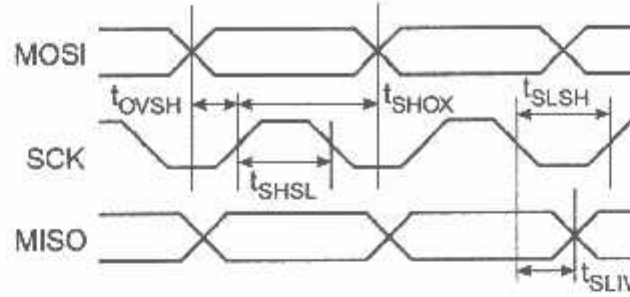


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0		33	MHz
t_{CLCL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SHSL}	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SLSH}	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{OVSH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SHOX}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t_{ERASE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{SWC}	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs



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
DC 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.

DC Characteristics

The values shown in this table are valid for $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 4.0\text{V}$ to 5.5V , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	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
V_{OH1}	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
I_L	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	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.

AT89S51

2487A-10/01

AC Characteristics

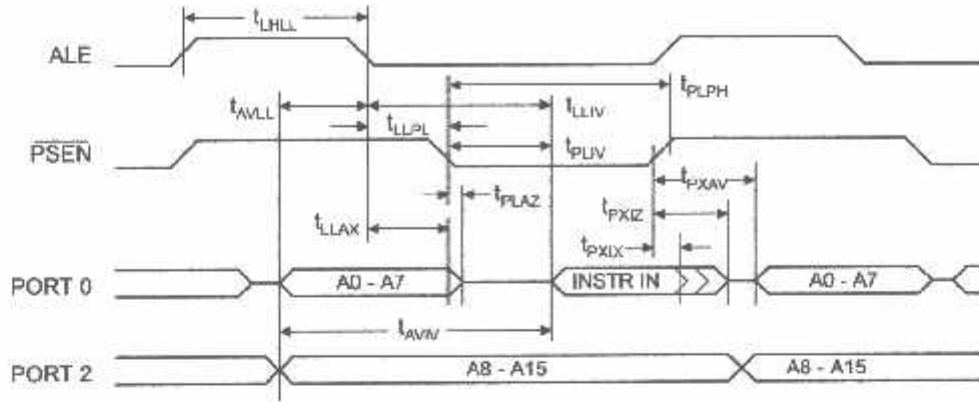
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

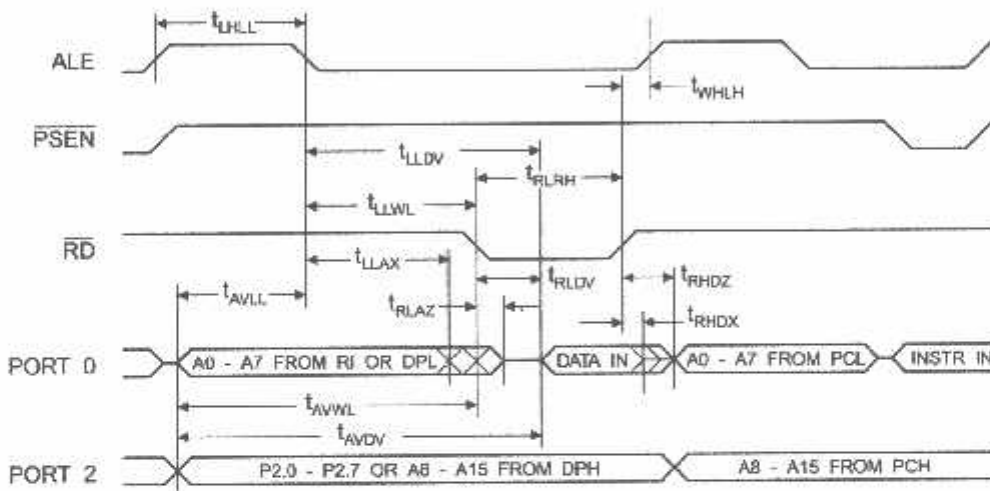
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
f_{CLCL}	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t_{LHL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		$t_{CLCL}-25$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to PSEN Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
t_{PLPH}	PSEN Pulse Width	205		$3t_{CLCL}-45$		ns
t_{PLIV}	PSEN Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}-60$	ns
t_{PIX}	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
t_{PIXZ}	Input Instruction Float After PSEN		59		$t_{CLCL}-25$	ns
t_{PXAV}	PSEN to Address Valid	75		$t_{CLCL}-8$		ns
t_{WIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}-80$	ns
t_{LAZ}	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
t_{LRH}	RD Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
t_{LWH}	WR Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
t_{LDV}	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}-90$	ns
t_{HDZ}	Data Hold After RD	0		0		ns
t_{HDZ}	Data Float After RD		97		$2t_{CLCL}-28$	ns
t_{LDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}-150$	ns
t_{LDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}-165$	ns
t_{LWL}	ALE Low to RD or WR Low	200	300	$3t_{CLCL}-50$	$3t_{CLCL}+50$	ns
t_{VWL}	Address to RD or WR Low	203		$4t_{CLCL}-75$		ns
t_{DWX}	Data Valid to WR Transition	23		$t_{CLCL}-30$		ns
t_{DWH}	Data Valid to WR High	433		$7t_{CLCL}-130$		ns
t_{HQX}	Data Hold After WR	33		$t_{CLCL}-25$		ns
t_{LAZ}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t_{VHLH}	RD or WR High to ALE High	43	123	$t_{CLCL}-25$	$t_{CLCL}+25$	ns



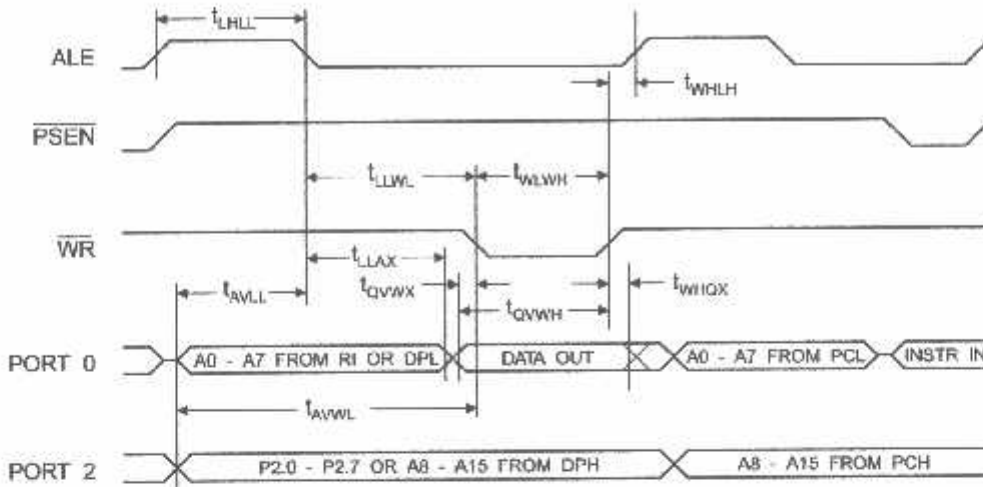
External Program Memory Read Cycle



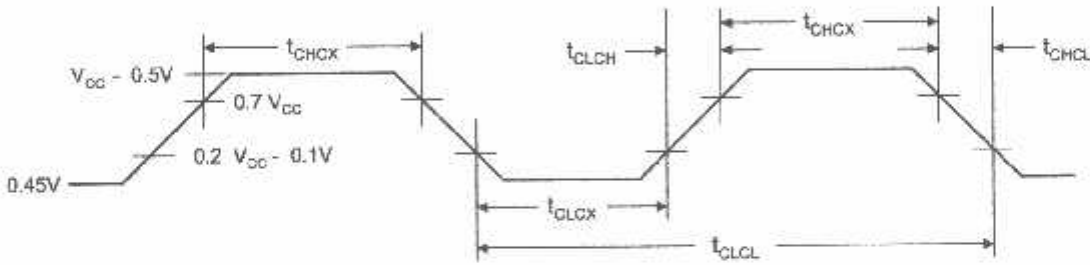
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

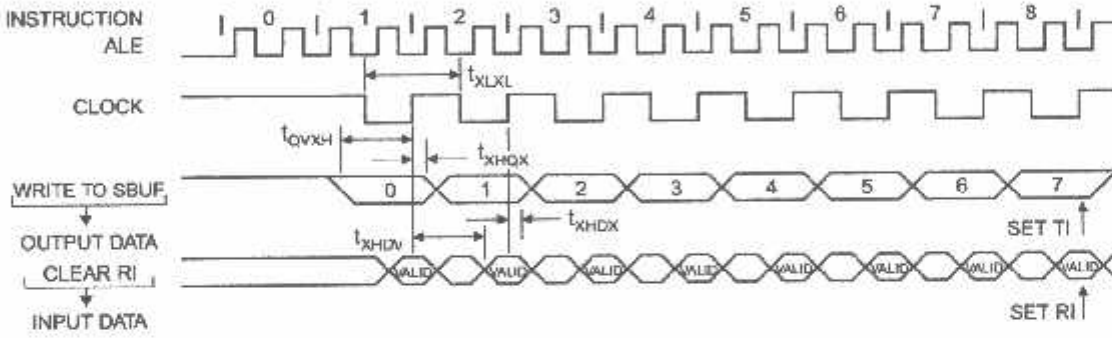
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f_{CLCL}	Oscillator Frequency	0	33	MHz
T_{CL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
	Low Time	12		ns
	Rise Time		5	ns
	Fall Time		5	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

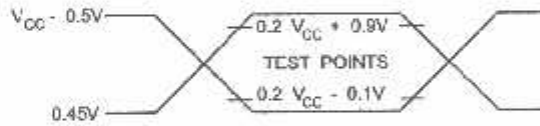
The values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{LXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHGX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-80$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

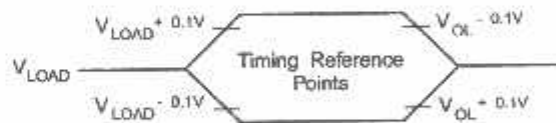


Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Output Waveforms⁽¹⁾



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 a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-24JC	44J	
		AT89S51-24PC	40P6	
		AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89S51-24JI	44J	
		AT89S51-24PI	40P6	
33	4.5V to 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-33JC	44J	
		AT89S51-33PC	40P6	

 = Preliminary Availability

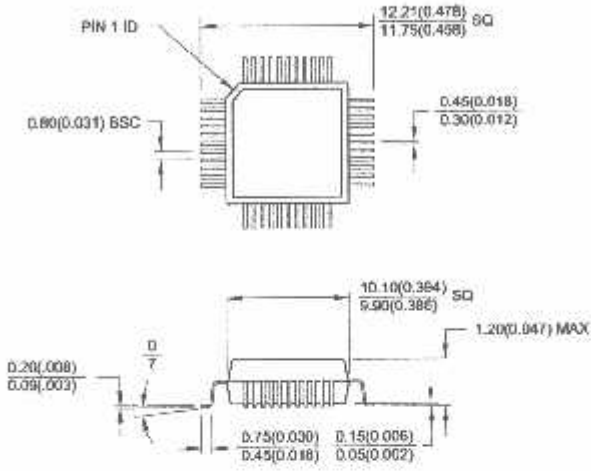
Package Type

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

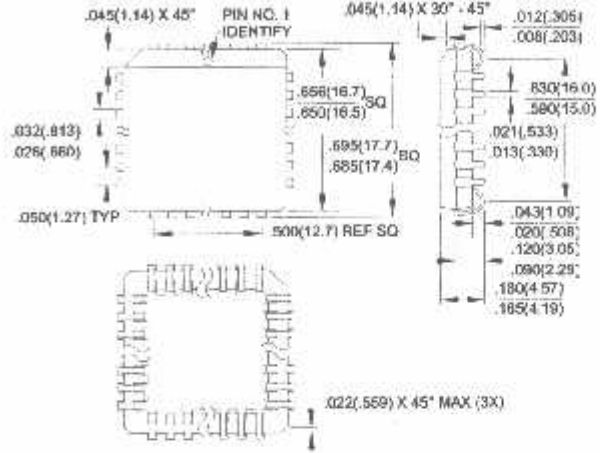


ackaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*

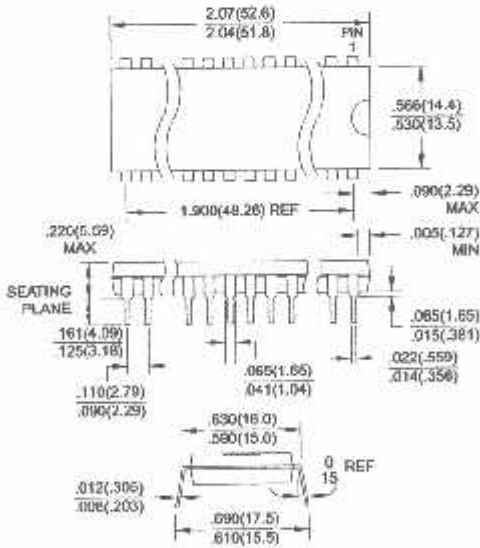


44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



*Controlling dimension: millimeters

40P6, 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-011 AC



Form2

VERSION 5.00

Object = "{65E121D4-0C60-11D2-A9FC-0000F8754DA1}#2.0#0"; "MSCHRT20.OCX"

Begin VB.Form Form2

```
BorderStyle = 1 'Fixed Single
Caption = "Pelarutan PCB"
ClientHeight = 7290
ClientLeft = 45
ClientTop = 735
ClientWidth = 11265
LinkTopic = "Form2"
MaxButton = 0 'False
MinButton = 0 'False
ScaleHeight = 486
ScaleMode = 3 'Pixel
ScaleWidth = 751
StartupPosition = 2 'CenterScreen
```

Begin VB.ComboBox CwktProses

```
Height = 315
Left = 8880
TabIndex = 7
Text = "Comb1"
Top = 120
Width = 1215
```

End

Begin VB.PictureBox Picture1

```
Appearance = 0 'Flat
AutoRedraw = -1 'True
BackColor = &H80000005&
BorderStyle = 0 'None
ForeColor = &H80000008&
Height = 1800
Index = 0
Left = 7920
ScaleHeight = 120
ScaleMode = 3 'Pixel
ScaleWidth = 160
TabIndex = 6
Top = 4200
Width = 2400
```

End

Begin VB.Timer Timer2

```
Enabled = 0 'False
Interval = 1000
Left = 600
Top = 6840
```

End

Begin VB.Timer Timer1

```
Enabled = 0 'False
Interval = 1000
Left = 120
Top = 6840
```

End

Begin VB.CommandButton Command4

```
Caption = "Proses"
Height = 495
Left = 7680
TabIndex = 5
Top = 600
Width = 2415
```

End

Begin VB.PictureBox pVideo

```
Appearance = 0 'Flat
AutoRedraw = -1 'True
BackColor = &H80000005&
ForeColor = &H80000008&
Height = 1800
Left = 7680
```



```

ScaleHeight      = 118
ScaleMode        = 3 'Pixel
Scalewidth       = 158
TabIndex        = 1
Top              = 1200
width           = 2400
End
Begin MSChart20Lib.MSChart MSChart1
Height          = 2415
Index          = 0
Left           = 120
OleObjectBlob  = "Form2.frx":0000
TabIndex       = 2
Top            = 120
width         = 7215
End
Begin MSChart20Lib.MSChart MSChart1
Height          = 2415
Index          = 1
Left           = 0
OleObjectBlob  = "Form2.frx":1CDB
TabIndex       = 3
Top            = 2400
width         = 7215
End
Begin MSChart20Lib.MSChart MSChart1
Height          = 2415
Index          = 2
Left           = 0
OleObjectBlob  = "Form2.frx":39B6
TabIndex       = 4
Top            = 4800
width         = 7335
End
Begin VB.Label Label3
BackStyle       = 0 'Transparent
Caption         = "menit"
BeginProperty Font
Name           = "MS Sans Serif"
Size           = 8.25
Charset        = 0
Weight         = 700
Underline      = 0 'False
Italic         = 0 'False
Strikethrough  = 0 'False
EndProperty
Height          = 255
Left           = 10080
TabIndex       = 9
Top            = 120
width         = 1095
End
Begin VB.Label Label2
BackStyle       = 0 'Transparent
Caption         = "Lama Proses"
BeginProperty Font
Name           = "MS Sans Serif"
Size           = 8.25
Charset        = 0
Weight         = 700
Underline      = 0 'False
Italic         = 0 'False
Strikethrough  = 0 'False
EndProperty
Height          = 255
Left           = 7680
TabIndex       = 8

```

```

Top          = 120
width       = 1095
End
Begin VB.Label Label1
Alignment    = 2 'Center
Appearance  = 0 'Flat
BackColor    = &H00000000&
Caption     = "Label1"
BeginProperty Font
    Name      = "Impact"
    Size      = 24
    Charset   = 0
    Weight    = 400
    Underline = 0 'False
    Italic    = 0 'False
    Strikethrough = 0 'False
EndProperty
ForeColor    = &H00FFFFFF&
Height       = 615
Left         = 7560
TabIndex    = 0
Top         = 3120
Width       = 3135
End
Begin VB.Shape Shape1
Height       = 2295
Left         = 7560
Top         = 3960
Width       = 3135
End
Begin VB.Menu Menu
Caption      = "Option"
Index       = 0
Begin VB.Menu Option
Caption     = "Setting kamera"
Index      = 0
End
Begin VB.Menu Option
Caption     = "Video Dialog"
Index      = 1
End
End
End
Attribute VB_Name = "Form2"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Dim h1(30), f1(30) As Single
Dim wkt As Long, wkt1 As Long
Dim i As Byte
Dim n_Iterasi As Integer

Private Sub Ekstraksi_Fitur()
    nx = Picture1(0).ScaleWidth
    ny = Picture1(0).ScaleHeight
    For i = 0 To 29
        h1(i) = 0
    Next i
    For i = 0 To nx - 1
        For j = 0 To ny - 1
            w = Picture1(0).Point(i, j)
            R = w And RGB(255, 0, 0)
            G = Int((w And RGB(0, 255, 0)) / 256)
            b = Int(Int((w And RGB(0, 0, 255)) / 256) / 256)
            wmax = R
        Next j
    Next i

```

Form2

```

If G > wmax Then wmax = G
If b > wmax Then wmax = b
wmin = R
If G < wmin Then wmin = G
If b < wmin Then wmin = b
d = wmax - wmin
If d = 0 Then
    hue = 0
Else
    If wmax = R Then hue = 60 * (G - b) / d
    If wmax = G Then hue = 60 * ((b - R) / d + 2)
    If wmax = b Then hue = 60 * ((R - G) / d + 4)
    If hue < 0 Then hue = hue + 360
    hue = Int(hue / 12)
End If
h1(hue) = h1(hue) + 1
Next j
Next i
hmax = h1(0)
For i = 1 To 29
    If h1(i) > hmax Then hmax = h1(i)
Next i
MSChart1(2).RowCount = 30
For i = 0 To 29
    h1(i) = h1(i) / hmax
    f1(i) = h1(i) - gn(i)
Next i
For i = 0 To 29
    MSChart1(2).Row = i + 1
    MSChart1(2).RowLabel = Str(i)
    MSChart1(2).Data = f1(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Function Kenali_PCB() As Boolean
    dmin = 10: k = 0
    For n = 0 To 1
        d = 0
        For i = 0 To 29
            d = d + Abs(f1(i) - f(n, i))
        Next i
        d = d / 30
        If d < dmin Then
            dmin = d
            k = n
        End If
    Next n
    If k = 0 Then
        Kenali_PCB = False
    End If
    If k = 1 Then
        Kenali_PCB = True
    End If
End Function

```

```

Private Sub Ambil_Gambar()
    capEditCopy lwndC
    If Clipboard.GetFormat(vbCFBitmap) Then
        Picture1(0) = Clipboard.GetData(vbCFBitmap)
    End If
End Sub

```

```

Private Sub Command4_Click()
    Ambil_Gambar

```

```

Ekstraksi_Fitur
If Kenali_PCB Then
    Label1.Caption = "SELESAI"
Else
    wkt = 0
    'Call Out(PortAdd, 2)
    n_Iterasi = 0
    Kontrol_Pompa True
    Timer1.Enabled = True
    Label1.Caption = "PROSES"
End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
    If Not PilihKamera(pvideo.hwnd, 0) Then
        MsgBox "Kamera tidak ditemukan"
        Unload Me
    End If

    For n = 0 To 2
        MSChart1(n).RowCount = 30
        For i = 0 To 29
            MSChart1(n).Row = i + 1
            MSChart1(n).RowLabel = Str(i)
            MSChart1(n).Data = f(n, i)
        Next i
        MSChart1(n).Refresh
    Next n
    Kontrol_Lampu True
    CWktProses.Clear
    For i = 5 To 10
        CWktProses.AddItem i
    Next
    CWktProses.Text = 5
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    TutupKamera
    Kontrol_Pompa False
    Kontrol_Busser False
    Kontrol_Lampu False
End Sub

Private Sub Option_Click(Index As Integer)
    Select Case Index
    Case 0: SetKamera
    Case 1: capDlgVideoSource 1wndc
    End Select
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
    If wkt = (60 * CInt(CWktProses.Text)) Then
        'Call Out(PortAdd, 1)
        Kontrol_Pompa False
        Kontrol_Lampu False
        wkt = wkt + 1
    ElseIf wkt = (60 * CInt(CWktProses.Text)) + 10 Then
        wkt = wkt + 1
        Kontrol_Lampu True
    ElseIf wkt = (60 * CInt(CWktProses.Text)) + 20 Then
        n_Iterasi = n_Iterasi + 1
        Ambil_Gambar
        Ekstraksi_Fitur
        If (Kenali_PCB) Or (n_Iterasi = 2) Then
            Page 5
        End If
    End If
End Sub

```

```

        Label1.Caption = "SELESAI" Form2
        Kontrol_Busser True
        Timer1.Enabled = False
        wkt1 = 0
        Timer2.Enabled = True
    Else
        'Call Out(PortAdd, 10)
        Kontrol_Pompa True
        Label1.Caption = "PROSES"
        wkt = 0
    End If
Else
    wkt = wkt + 1
End If
End Sub

Private Sub Timer2_Timer()
    If wkt1 = 2 Then
        Kontrol_Busser False
        Timer2.Enabled = False
    Else
        wkt1 = wkt1 + 1
    End If
End Sub

```