

**PERANCANGAN ANTAR MUKA *WIRELESS INFRARED*
PRINTER PADA PROSES PENGIRIMAN DATA
DENGAN MENGGUNAKAN DST-51**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**BAHANA LELATU PERDANA
NIM. 0001060288-63**

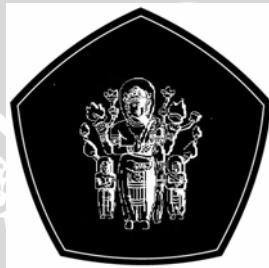
**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2006**

repository.ub.ac.id

**PERANCANGAN ANTAR MUKA *WIRELESS INFRARED*
PRINTER PADA PROSES PENGIRIMAN DATA
DENGAN MENGGUNAKAN DST-51**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

BAHANA LELATU PERDANA
NIM. 0001060288-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing :

Ir. Wahyu Adi P., Msc
NIP. 131 759 602

Rudy Yuwono, ST., MSc.
NIP. 132 206 465



repository.ub.ac.id

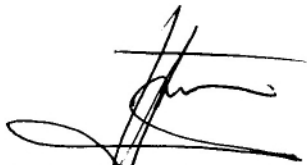
PERANCANGAN ANTAR MUKA *WIRELESS INFRARED* PRINTER PADA PROSES PENGIRIMAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN DST-51

Disusun oleh :

BAHANA LELATU PERDANA
NIM. 0001060288-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 3 Juli 2006

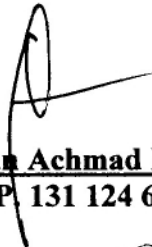
MAJELIS PENGUJI



Dwi Fadilah K, ST, MT
NIP. 132 285 158



Ir. Endah Budi Purnomowati, MT.
NIP. 131 839 362



Ir. Erfan Achmad Dahlan
NIP. 131 124 663



Gaguk Asmungi, ST.
NIP. 132 206 528



Mengetahui
Kepala Jurusan Teknik Elektro

Ir. Purwanto, MT.
NIP. 131 574 847

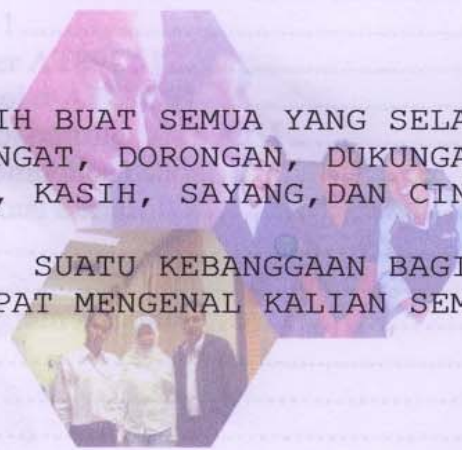


Bahana Special Thanks To:

ALLAH SWT; KEDUA ORANG TUAKU (BASROWI AM DAN WAGINA);
 KEDUA ADIKKU (CAESAR BAYU BENTALA TIRTA DAN DINAR
 OCTOVIA ANGELITA); CITRA KURNIAWAN,ST; MAYA ARI
 HARDINI,ST; HALID MAWARDI,ST; DWI JANUAR
 PRIBADI,ST; EVI SYARVIANTI,ST; NI MADE ARI
 ANTARI,ST; IIN KURNIA SARI,SE; MARDIA
 NURFAIDA; SUNARTI FITRAH; ANGGITA WAHYU P P,ST;
 IRWAN PRASETYA,ST; SUKMA JATI; ANAK-ANAK PAKET C
 (DANIEL, COLO, YONTHIL, RISKHA, DAN LAINNYA); ANAK-ANAK
 GRIYASHANTA FC (SATRIO, TOPX, IRWAN, SENTOT, DAN LAINNYA);
 ANAK-ANAK WEB 2000; ANAK-ANAK WATU MUJUR 1 (PAK DJARI,
 DITE, ECHA, DAN LAINNYA); ANAK-ANAK BEND. SUTAMI
 V/17D (RINDRA, DANI, YUS, MAS HUDA, MBAK RATNA DAN
 LAINNYA); TEMAN-TEMAN VIDATRA 2000 DI MALANG MAUPUN DI
 SELURUH TANAH AIR (SISCA, JOKO, ANTO, DAN LAINNYA); TEMAN-
 TEMAN DI BCT (EDO, DADO, IRFAN, YOGA DAN LAINNYA); KERABAT
 DAN KELUARGA DI BONTANG, PALEMBANG, JAKARTA, CILACAP,
 SURABAYA, MALANG, N KERTOSONO;
 DAN SEMUA PIHAK YANG TELAH BERJASA SELAMA INI...

TERIMA KASIH BUAT SEMUA YANG SELALU
 MEMBERIKAN SEMANGAT, DORONGAN, DUKUNGAN,
 DOA, KENANGAN, KASIH, SAYANG, DAN CINTA

SUATU KEBANGGAAN BAGIKU
 DAPAT MENGENAL KALIAN SEMUA



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmad dan hidayah-Nya, serta didorong oleh kemauan yang kuat, sehingga skripsi dengan judul "Perancangan Antar Muka *Wireless Infrared* Printer Pada Proses Pengiriman Data Dengan Menggunakan DST-51" akhirnya dapat terselesaikan.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dalam menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Brawijaya Malang.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini banyak memperoleh dorongan serta bantuan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penyusun ucapkan terimakasih yang dalam kepada :

1. Bapak Ir. Purwanto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Ir. Wahyu Adi P, MSc selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Telekomunikasi dan dosen pembimbing skripsi.
3. Bapak Rudy Yuwono, ST., MSc selaku dosen pembimbing skripsi.
4. Seluruh Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Kedua orang tua, Bapak Basrowi AM. dan Ibu Wagina yang selalu memberikan doa dan dorongan semangat, serta adikku Bayu dan Dinar.
6. Rekan-rekan Mahasiswa dan semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun spirituil yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu.

Penyusun menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, sebab tiadalah manusia yang sempurna. Karena itu segala kritik dan saran yang mengarah kepada perbaikan akan penyusun terima dengan senang hati.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Sistematika Penulisan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Umum	4
2.2. Infra Merah	4
2.2.1. Komunikasi Menggunakan Infra Merah	4
2.2.2. <i>Wireles</i> Optik	5
2.2.2.1. Prinsip Kerja <i>Transmitter wireless</i> Optik	5
2.2.2.2. Prinsip Kerja <i>Receiver Wireless</i> Optik	6
2.2.1. <i>Infrared Transceiver</i>	6
2.3. Modul DST-51 <i>Minimum System</i>	7
2.3.1. Mikrokontroler AT89C51	8
2.3.2. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51	8
2.3.3. Port Paralel Mikrokontroler AT89C51	11
2.3.4. Komunikasi Serial Mikrokontroler AT89C51	12
2.3.4.1. Antar Muka Komunikasi serial	13
2.3.4.2. Mode Komunikasi Serial	14
2.3.4.3. <i>Baud Rate</i>	14
2.3.5. Bahasa <i>Assembly</i>	17
2.3.5.1. Konstruksi program <i>Assembly</i>	17
2.3.5.2. Label	18
2.3.5.3. <i>Symbol</i>	18
2.3.5.4. <i>Mnemonic</i>	18
2.3.5.5. <i>Operand</i>	19
2.3.5.6. <i>Comment</i>	19
2.4. Port Paralel Printer	19
III. METODOLOGI	22
3.1. Studi Literatur	22
3.2. Perancangan Antar Muka	22
3.3. Pengujian Antar Muka	22
3.3.1. Pengujian <i>Infrared Transceiver</i>	22

3.3.1.1.	Pengujian Gerbang Inverter.....	23
3.3.1.2.	Pengujian Frekuensi Osilator.....	23
3.3.1.3.	Pengujian Rangkaian Modulator.....	23
3.3.1.4.	Pengujian Rangkaian Penguat.....	23
3.3.2.	Pengujian Pencetakan	23
3.3.3.	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	23
3.4.	Analisa Data dan Hasil Pengujian	23
IV	PERANCANGAN ANTAR MUKA	24
4.1.	Umum	24
4.2.	Spesifikasi Sistem.....	24
4.3.	Diagram Blok Sistem.....	24
4.4.	Prinsip Kerja Sistem	25
4.5.	Perancangan Perangkat Keras.....	25
4.5.1.	Perancangan <i>Infrared Transceiver</i>	25
4.5.1.1.	Bagian Pemancar.....	27
4.5.1.2.	Bagian Penerima.....	33
4.5.2.	Perancangan Koneksi Port DST-51 dengan Port Paralel Printer.....	34
4.5.3.	Pengaturan <i>Baudrate</i>	36
4.5.4.	Penentuan Jarak Maksimum	37
4.6.	Perancangan Perangkat Lunak.....	38
4.6.1.	Diagram Alir Program Utama.....	38
4.6.2.	Diagram Alir Subroutine Program Inisialisasi.....	39
4.6.3.	Diagram Alir Subroutine Program Pengecekan Kondisi Printer.....	40
4.6.4.	Diagram Alir Program Pencetakan	41
V	PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	42
5.1.	Umum	42
5.2.	Pengujian <i>Infrared Transceiver</i>	42
5.2.1.	Pengujian Gerbang Inverter 1 (TP 1).....	43
5.2.1.1.	Tujuan.....	43
5.2.1.2.	Peralatan Pengujian.....	43
5.2.1.3.	Prosedur Pengujian.....	43
5.2.1.4.	Hasil Pengujian.....	43
5.2.1.5.	Analisis Hasil Pengujian.....	44
5.2.2.	Pengujian Frekuensi Osilator (TP 2)	44
5.2.2.1.	Tujuan.....	44
5.2.2.2.	Peralatan Pengujian.....	44
5.2.2.3.	Prosedur Pengujian.....	44
5.2.2.4.	Hasil Pengujian.....	45
5.2.2.5.	Analisis Hasil Pengujian.....	46
5.2.3.	Pengujian Rangkaian Modulator (TP 2)	46
5.2.3.1.	Tujuan.....	46
5.2.3.2.	Peralatan Pengujian.....	46
5.2.3.3.	Prosedur Pengujian.....	46
5.2.3.4.	Hasil Pengujian.....	47
5.2.3.5.	Analisis Hasil Pengujian.....	48
5.2.4.	Pengujian Gerbang Inverter 2 (TP 3).....	48

5.2.4.1.	Tujuan.....	48
5.2.4.2.	Peralatan Pengujian.....	48
5.2.4.3.	Prosedur Pengujian.....	48
5.2.4.4.	Hasil Pengujian.....	49
5.2.4.5.	Analisis Hasil Pengujian.....	49
5.2.5.	Pengujian Rangkaian Penguat (TP 4).....	49
5.2.5.1.	Tujuan.....	49
5.2.5.2.	Peralatan Pengujian.....	49
5.2.5.3.	Prosedur Pengujian.....	49
5.2.5.4.	Hasil Pengujian.....	50
5.2.5.5.	Analisis Hasil Pengujian.....	51
5.3.	Pengujian Pencetakan.....	51
5.3.1.	Tujuan.....	51
5.3.2.	Peralatan Pengujian.....	51
5.3.3.	Prosedur Pengujian.....	51
5.3.4.	Hasil Pengujian.....	52
5.3.5.	Analisis Hasil Pengujian.....	53
5.3.	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	53
5.3.1.	Tujuan.....	53
5.3.2.	Peralatan Pengujian.....	53
5.3.3.	Prosedur Pengujian.....	53
5.3.4.	Hasil Pengujian.....	54
5.3.5.	Analisis Hasil Pengujian.....	54
VI	PENUTUP.....	55
6.1.	Kesimpulan.....	55
6.2.	Saran.....	55
	DAFTAR PUSTAKA.....	56
	LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Blok diagram inti AT89C51	9
Gambar 2.2.	Diagram pin AT89C51	11
Gambar 2.3.	Konektor port paralel DB-25	20
Gambar 2.4.	Proses <i>handshake</i>	20
Gambar 4.1.	Blok diagram antar muka DST-51 dengan printer.....	25
Gambar 4.2.	Skema rangkaian pemancar <i>infrared transceiver</i>	26
Gambar 4.3.	Skema rangkaian penerima <i>infrared transceiver</i>	26
Gambar 4.4.	Blok diagram pemancar	27
Gambar 4.5.	Rangkaian modulator	27
Gambar 4.6.	Keadaan saat data logika 1.....	28
Gambar 4.7.	<i>Timing</i> diagram modulator saat sinyal <i>input</i> kondisi <i>high</i>	28
Gambar 4.8.	Keadaan saat data logika 0.....	29
Gambar 4.9.	<i>Timing</i> diagram modulator saat sinyal <i>input</i> kondisi <i>low</i>	29
Gambar 4.10.	Rangkaian penguat infra merah	31
Gambar 4.11.	<i>Timing</i> diagram pemancar infra merah.....	32
Gambar 4.12.	Skema penerima infra merah	33
Gambar 4.13.	Perubahan bentuk sinyal <i>output</i> IR TX menjadi <i>output</i> pulsa IRM-8510.....	33
Gambar 4.14.	<i>Timing</i> diagram penerima infra merah.....	34
Gambar 4.15.	Skema rangkaian antar muka DST-51 dengan printer.....	36
Gambar 4.16.	Diagram alir program utama.....	39
Gambar 4.17.	Diagram alir subrutin program inisialisasi.....	39
Gambar 4.18.	Diagram alir subrutin program pengecekan kondisi printer	40
Gambar 4.19.	Diagram alir subrutin program pencetakan.....	41
Gambar 5.1.	Skema rangkaian <i>infrared transceiver</i> dan titik pengujiannya.....	42
Gambar 5.2.	Skema rangkaian pengujian gerbang inverter 1.....	43
Gambar 5.3.	Sinyal <i>input</i> (tampilan atas) dan <i>output</i> (tampilan bawah) pengujian gerbang inverter	44
Gambar 5.4.	Skema rangkaian pengujian frekuensi osilator	45
Gambar 5.5.	Sinyal <i>carrier</i> dan nilai frekuensi osilasi pengujian frekuensi osilator. ...	45
Gambar 5.6.	Skema rangkaian pengujian rangkain modulator.....	47
Gambar 5.7.	Sinyal <i>input</i> (tampilan atas) dan <i>output</i> (tampilan bawah) pengujian rangkaian modulator.....	47
Gambar 5.8.	Skema rangkaian pengujian gerbang inverter 2.....	48
Gambar 5.9.	Sinyal <i>input</i> (tampilan atas) dan <i>output</i> (tampilan bawah) pengujian gerbang inverter	49
Gambar 5.10.	Skema rangkaian pengujian rangkain penguat	50
Gambar 5.11.	Sinyal <i>input</i> (tampilan bawah) dan <i>output</i> (tampilan atas) pengujian rangkaian penguat	50
Gambar 5.12.	Blok Diagram pengujian pencetakan.....	51
Gambar 5.13.	Blok Diagram pengujian <i>wireless infrared printer</i> secara keseluruhan.	53

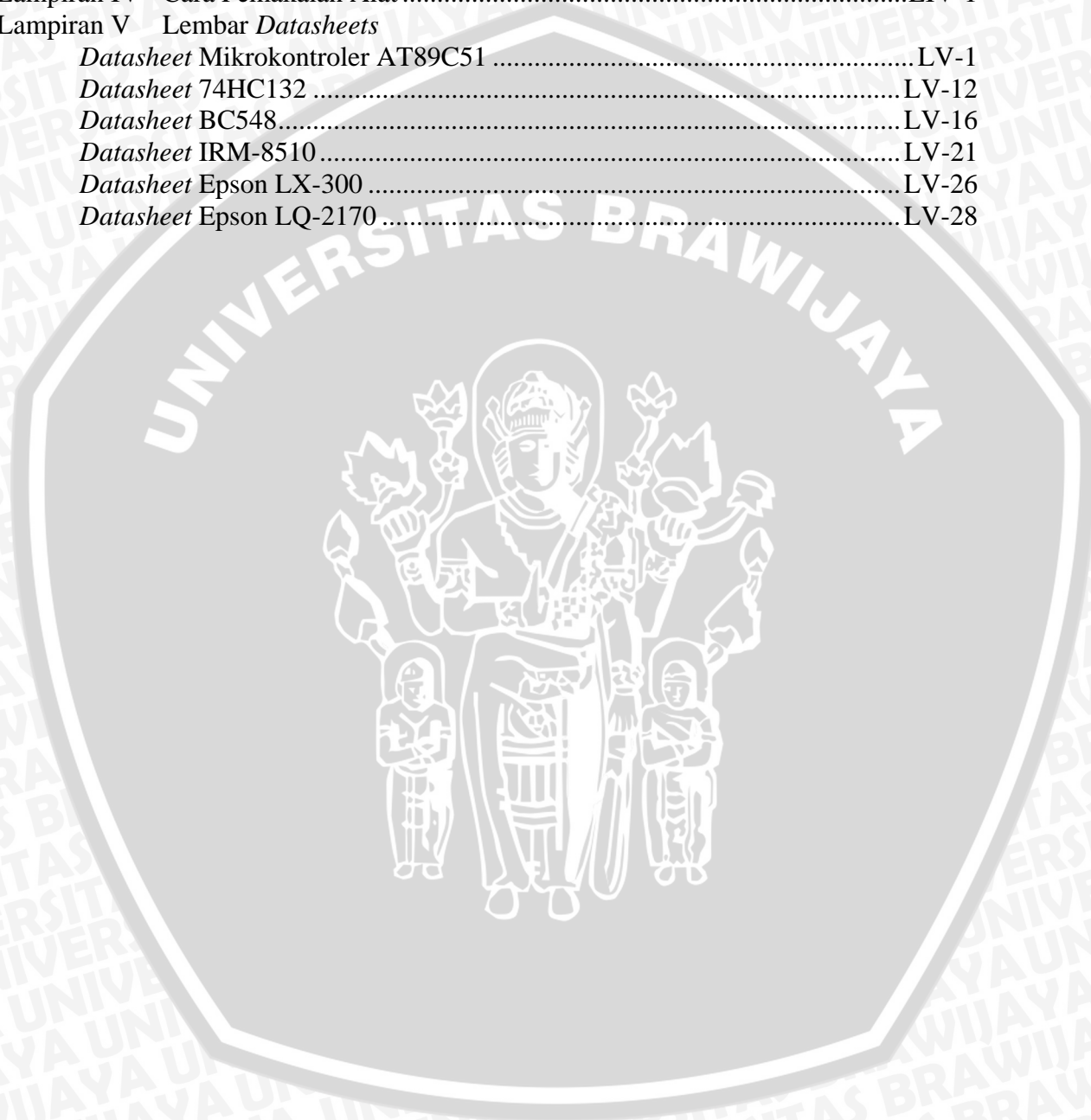
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Fungsi-fungsi khusus Port 3.....	12
Tabel 2.2.	Nilai dan konfigurasi <i>baud rate</i> yang umum digunakan.....	16
Tabel 2.3.	Tabel <i>data port</i> , <i>status port</i> dan <i>control port</i>	21
Tabel 4.1.	Tabel kebenaran modulator saat sinyal <i>input</i> kondisi <i>high</i>	28
Tabel 4.2.	Tabel kebenaran modulator saat sinyal <i>input</i> kondisi <i>low</i>	29
Tabel 4.3.	Tabel kebenaran pemancar infra merah.....	32
Tabel 4.4.	Tabel kebenaran penerima infra merah.....	34
Tabel 4.5.	Keterangan pin-pin pada port paralel printer dan port DST-51.....	35
Tabel 5.1.	Tabel pengujian dengan menggunakan printer Epson LX-300.....	52
Tabel 5.2.	Tabel pengujian dengan menggunakan printer Epson LQ-2170.....	52
Tabel 5.3.	Tabel keterangan kondisi pada DST-51 dengan printer.....	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Gambar Keseluruhan Rangkaian	LI-1
Lampiran II	Listing Program Modul DST-51.....	LII-1
Lampiran III	Foto Alat.....	LIII-1
Lampiran IV	Cara Pemakaian Alat	LIV-1
Lampiran V	Lembar <i>Datasheets</i>	
	<i>Datasheet</i> Mikrokontroler AT89C51	LV-1
	<i>Datasheet</i> 74HC132	LV-12
	<i>Datasheet</i> BC548.....	LV-16
	<i>Datasheet</i> IRM-8510	LV-21
	<i>Datasheet</i> Epson LX-300	LV-26
	<i>Datasheet</i> Epson LQ-2170	LV-28



ABSTRAK

BAHANA LELATU PERDANA. NIM. 0001060288-63 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Maret 2006. *Perancangan Antar Muka Wireless Infrared printer pada Proses Pengiriman Data Dengan Menggunakan DST-51*. Dosen Pembimbing: Ir. Wahyu Adi P, MSc dan Rudy Yuwono ,ST., MSc

Wireless infrared printer merupakan salah satu pemanfaatan teknologi infra merah dalam komunikasi data, dimana proses pencetakan data oleh printer dapat dilakukan menggunakan media infra merah dengan jarak maksimal 6 meter. *Wireless infrared* printer ini mengombinasikan dua buah modul DST-51 yang berbasis mikrokontroler AT89C51 dengan dua buah *infrared transceiver*. *Wireless infrared* printer memerlukan dua buah sistem, dimana sistem pertama terhubung ke paralel port PC dan sistem kedua terhubung dengan printer.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah merancang antar muka pengiriman data pada *wireless infrared* printer dengan menggunakan DST-51, dimana antar muka tersebut adalah antar muka yang terhubung dengan printer. Antar muka ini terdiri dari rangkaian *infrared transceiver*, modul DST-51 dan printer yang memiliki koneksi paralel port.

Dalam pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa antar muka ini telah bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok diagram maupun pengujian sistem secara keseluruhan yang menggabungkan antar muka yang terhubung ke PC dan antar muka yang terhubung dengan printer. Rangkaian *infrared transceiver* telah bekerja sesuai dengan perancangan. Frekuensi *carrier* yang dihasilkan dari rangkaian *infrared transceiver* tersebut adalah 30,16KHz, sehingga persentase kesalahan adalah 4,56%. *Wireless infrared* printer ini dapat bekerja dengan baik pada jarak maksimal 6 meter. Pin-pin yang bekerja pada DST-51 dengan printer, yaitu *Strobe*, *Ready*, *Busy*, *Paper Error*, dan D0-D7 menunjukkan kondisi sesuai spesifikasi perancangan yang diinginkan dalam antar muka ini.



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan *infrared* sebagai media transmisi data biasa diaplikasikan pada berbagai peralatan seperti televisi, *handphone* sampai pada transfer data pada PC (*Personal Computer*). Media *infrared* ini dapat digunakan baik untuk kontrol aplikasi lain maupun transmisi data. Penggunaan *infrared* sebagai kontrol biasanya digunakan pada *remote control* televisi, VCD (*Video Compact Disc*) atau bahkan untuk *remote control AC (Air Conditioner)*. Pada *handphone* dan PC, media *infrared* ini digunakan untuk mentransfer data tetapi dengan suatu standar/protokol tersendiri yaitu protokol IrDA (*Infrared Data Association*).

Pemanfaatan *infrared* ini juga dapat digunakan dalam aplikasi *wireless* lainnya seperti menghubungkan PC dengan printer. Aplikasi seperti ini sangat diperlukan terutama pada perkantoran, rumah sakit maupun wartel yang membutuhkan pencetakan yang cepat dan pencetakan dalam jumlah yang banyak. *Wireless infrared* printer ini mengkombinasikan dua buah modul mikrokontroler DST-51 dengan media infra merah. DST-51 merupakan sistem berbasis AT89C51 yang memiliki kemampuan untuk menyimpan data ataupun program walaupun *power supply* tidak aktif. DST-51 memiliki spesifikasi teknis standar paralel port untuk komunikasi antara komputer dengan modul DST-51 maupun printer dengan modul DST-51.

Untuk merancang sebuah perangkat yang dapat mengirimkan data dari PC paralel port ke printer secara *wireless*, maka diperlukan dua buah sistem dimana sistem pertama terhubung ke PC paralel port dan sistem kedua terhubung dengan printer.

Proses yang terjadi pada pengiriman data dari modul DST-51 ke printer hampir sama dengan proses pengiriman data dari paralel port PC ke modul DST-51. Hanya dalam hal ini, modul DST-51 bertindak sebagai PC yang mengirimkan data ke printer.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang dari skripsi ini, maka rumusan masalah dititikberatkan pada:

1. Bagaimana merancang komponen yang diperlukan dalam *wireless infrared* printer dengan menggunakan DST-51?

2. Bagaimana merancang antar muka *wireless infrared* printer pada proses pengiriman data dengan menggunakan DST-51?
3. Bagaimana merancang proses pengiriman data dari modul DST-51 menuju printer?
4. Bagaimana merancang proses pengiriman data dari DST-51 menuju PC?
5. Bagaimana inialisasi serial DST-51?
6. Bagaimana membuat program antar muka DST- 51 yang digunakan dalam pengiriman data *wireless infrared* printer?
7. Bagaimana pengujian dan analisa hasil rancangan dari antar muka *wireless infrared* pada proses pengiriman data dengan menggunakan DST-51?

1.3. Ruang Lingkup

Batasan-batasan yang diberikan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas proses pengambilan data pada parallel port PC.
2. Tidak membahas *infrared* secara khusus, kecuali sebagai media transmisi.
3. Modul mikrokontroler yang digunakan adalah DST-51.
4. Tidak membahas standar paralel port pada PC.
5. Standar port yang digunakan adalah paralel port pada printer.
6. Sistem transmisi *Infrared* menggunakan kecepatan 600 bps dengan frekuensi *carrier* 30-50 KHz.

1.4. Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah merancang antar muka pengiriman data pada *wireless infrared* printer dengan menggunakan DST-51.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pokok-pokok bahasan dari tiap-tiap bagian dengan tujuan untuk memudahkan pemahaman isi skripsi ini. Pokok bahasan tersebut adalah sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

- Bab II Tinjauan pustaka, memuat teori dasar infra merah, *infrared transceiver*, DST-51, mikrokontroler AT89C51, dan port paralel printer.
- Bab III Metodologi, menjelaskan tentang tahapan pengerjaan skripsi ini.
- Bab IV Perancangan dan pembuatan antar muka *Wireles Infrared Printer*.
- Bab V Pengujian dan analisis hasil rancangan.
- Bab VI Penutup, memuat kesimpulan dan saran Tugas Akhir ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Dalam bidang telekomunikasi, infra merah biasanya digunakan untuk transmisi data secara *wireless*. *Wireless Infrared Printer* merupakan salah satu pengembangan aplikasi *wireless* yang memanfaatkan infra merah untuk menghubungkan antara PC dengan printer. Antar muka ini mengombinasikan dua buah modul DST-51 dengan media infra merah.

Pada bab ini akan membahas mengenai teori dasar infra merah dan modul DST-51 yang merupakan alat pengembangan mikrokontroler berbasis AT89C51. Pembahasan juga akan meliputi arsitektur mikrokontroler AT89C51 itu sendiri, port paralel mikrokontroler dan port paralel printer, serta port serial mikrokontroler.

2.2. Infra Merah

Cahaya infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop cahaya, maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini, maka cahaya infra merah tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih dapat dideteksi.

Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi infra merah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Walaupun cahaya infra merah mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetapi tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang tampak, sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang tampak oleh mata.

2.2.1. Komunikasi Menggunakan Infra Merah

Komunikasi menggunakan infra merah dicapai menggunakan *transceiver* yang memodulasi cahaya infra merah yang koheren. *Transceiver* harus berada di dalam jalur pandang maupun melalui pantulan dari permukaan berwarna terang.

Dalam komunikasi menggunakan infra merah membutuhkan diode *infrared* sebagai pemancar dan modul penerima infra merah sebagai penerimanya. Untuk jarak

yang cukup jauh, kurang lebih tiga sampai lima meter, pancaran data infra merah harus dimodulasikan terlebih dahulu untuk menghindari kerusakan data akibat *noise*.

Pada dasarnya penggunaan modulasi cahaya tidak ada batasnya, namun modulasinya harus menggunakan sinyal *carrier* yang frekuensinya harus sangat tinggi yaitu dalam orde ribuan Megahertz. Biasanya modulasi dengan frekuensi *carrier* yang tinggi ini digunakan untuk modulasi sinar laser atau pada transmisi data yang menggunakan media *fiberoptic* sebagai media perantaranya. Untuk transmisi data yang menggunakan media udara sebagai media perantara, biasanya menggunakan frekuensi *carrier* yang jauh lebih rendah yaitu sekitar 30 KHz sampai dengan 50 KHz. Infra merah yang dipancarkan melalui udara ini paling efektif jika menggunakan sinyal *carrier* yang mempunyai frekuensi tersebut di atas.

2.2.2. Wireless Optik

Sistem *wireless* yang merupakan pemanfaatan frekuensi cahaya sebagai media transmisi dengan daerah panjang gelombang yang digunakan adalah pada daerah *infrared* disebut sistem komunikasi *wireless* optik. Sistem komunikasi *wireless* optik menawarkan beberapa kelebihan di antaranya adalah kapasitas yang sangat besar, lebih murah dibandingkan sistem *wireless* dengan *radio frequency*, dan karena menggunakan frekuensi cahaya, sampai saat ini belum ada aturan yang membatasi penggunaan cahaya ini sebagai media komunikasi.

Karena kelebihan tersebut, sistem ini sangat cocok untuk jaringan komunikasi privat. Sistem *wireless* optik hanya dipakai untuk jarak yang relatif dekat. Pada *wireless* optik diperlukan *transceiver* dengan media perantara berupa udara. Sinar infra merah yang dipancarkan oleh pemancar infra merah mempunyai aturan tertentu agar data yang dipancarkan dapat diterima dengan baik pada *receiver*. Oleh karena itu, baik *transmitter* infra merah maupun *receiver* infra merah harus mempunyai aturan yang sama dalam mentransmisikan (bagian *transmitter*) dan menerima sinyal tersebut kemudian mendekodekannya kembali menjadi data biner (bagian *receiver*).

2.2.2.1. Prinsip Transmitter Wireless Optik

Transmitter pada *wireless* optik terdiri dari rangkaian modulator, rangkaian penguat dan LED *infrared*. Dalam rangkaian modulator proses modulasi dilakukan dengan mencampur sinyal *carrier* infra merah frekuensi antara 30 KHz-50 KHz dengan

sinyal informasi yang diperoleh dari *input*. Sinyal keluaran dari modulator tersebut kemudian dikuatkan oleh rangkaian penguat untuk dapat mengaktifkan LED *infrared* yang membutuhkan arus 100mA dan tegangan 2 Volt untuk memancarkan sinar secara maksimum. LED *infrared* merupakan diode semikonduktor yang dirancang untuk memancarkan cahaya apabila arus melaluinya. Apabila diberi bias maju, energi elektron yang mengalir diubah menjadi energi cahaya. Kondisi logika 1 atau logika 0 yang berupa sinyal listrik ini akan diubah oleh LED *infrared* menjadi energi cahaya yang akan ditransmisikan menuju *receiver*.

2.2.2.2. Prinsip Kerja Receiver Wireless Optik

Receiver optik adalah perangkat yang bertugas untuk mengubah sinyal optik menjadi informasi di penerima. Komponen yang dapat menerima infra merah ini merupakan komponen peka cahaya yang dapat berupa diode (photodiode) atau transistor (phototransistor). Komponen ini akan mengubah energi cahaya dalam hal ini energi cahaya infra merah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal infra merah sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Semakin besar intensitas infra merah yang diterima, maka sinyal pulsa listrik yang dihasilkan akan baik. Jika sinyal infra merah yang diterima intensitasnya lemah, maka infra merah tersebut harus mempunyai pengumpul cahaya (*light collector*) yang cukup baik dan sinyal pulsa yang dihasilkan oleh sensor infra merah ini harus dikuatkan. Pada prakteknya, sinyal infra merah yang diterima intensitasnya sangat kecil sehingga perlu dikuatkan. Selain itu, agar tidak terganggu oleh sinyal cahaya lain, maka sinyal listrik yang dihasilkan oleh sensor infra merah harus difilter pada frekuensi sinyal *carrier* yaitu pada 30KHz-50KHz. Photodiode maupun phototransistor disebut sebagai photodetector.

Dalam penerimaan infra merah, sinyal ini merupakan sinyal infra merah yang termodulasi. Pemodulasian sinyal data dengan sinyal *carrier* dengan frekuensi tertentu akan dapat memperjauh transmisi data sinyal infra merah.

2.2.3. Infrared Transceiver

Merupakan komponen yang digunakan untuk menghubungkan dengan modul DST-51 sebagai sensor maupun sebagai komunikasi data. Komponen *infrared transceiver* ini terdiri dari bagian pemancar (*transmitter*) dan bagian penerima

(receiver). Pada bagian pemancar terdiri dari rangkaian modulator, rangkaian penguat dan diode infra merah. Sedangkan pada bagian penerima terdiri dari modul IRM-8510.

2.3. Modul DST-51 *Minimum System*

Merupakan alat pengembangan dari mikrokontroler berbasis AT89C51, dengan desain yang kompak, cerdas dan tangguh. Kompak karena ukuran *board* hanya 8,5x9,5cm, cerdas karena menggunakan *non volatile memory* dan *system downloading plus debugger kernel*, dan *system supervisory* yang tangguh menjadi pelengkapannya. DST-51 digunakan dalam perancangan *Wireless Infrared Printer* ini dikarenakan DST-51 memiliki alasan sebagai berikut.

1. Memungkinkan untuk bereksperimen sendiri mengembangkan aplikasi digital secara mudah dan bebas berkreasi dengan menulis *software* (perangkat lunak) pada komputer, kemudian *men-download* ke *board* DST-51, dan menjalankannya.
2. Bila *software* telah selesai, maka DST-51 langsung dapat bekerja sendiri (*stand-alone*) pada sistem yang ada tanpa penggantian/penambahan komponen.
3. Dalam proses pengiriman data dengan menggunakan DST-51 dibutuhkan port I/O paralel dan port serial untuk berkomunikasi dengan perangkat lain, dimana DST-51 ini memiliki 4 port I/O dengan kapasitas 8 bit tiap portnya dan juga port serial yang mendukung transmisi data serial secara sinkron dan transmisi data serial secara asinkron.

Spesifikasi teknis dari DST-51 adalah sebagai berikut.

1. Berbasis mikrokontroler AT89C51 yang berstandar industri.
2. *Serial port interface* standar RS-232 untuk komunikasi antara komputer dengan board DST-51.
3. 8 Kbytes *non-volatile memory* (EEPROM), sehingga dapat menyimpan program dan data walaupun *power supply* tidak aktif.
4. 4 port input output (I/O) dengan kapasitas 8 bit tiap portnya.
5. *Port Liquid Crystal Display* (LCD), untuk keperluan tampilan.
6. Konektor ekspansi, untuk menghubungkan DST-51 dengan *add on board* yang kompatibel.

7. Dua buah Terminal Power, sehingga anda dapat memilih konektor yang sesuai dengan *power supply*/trafo yang anda miliki.
8. Built in *Power Circuit*, sehingga hanya diperlukan sebuah trafo sebagai *power supply* (*Power Supply* 9-12 Volt juga tetap dapat digunakan).

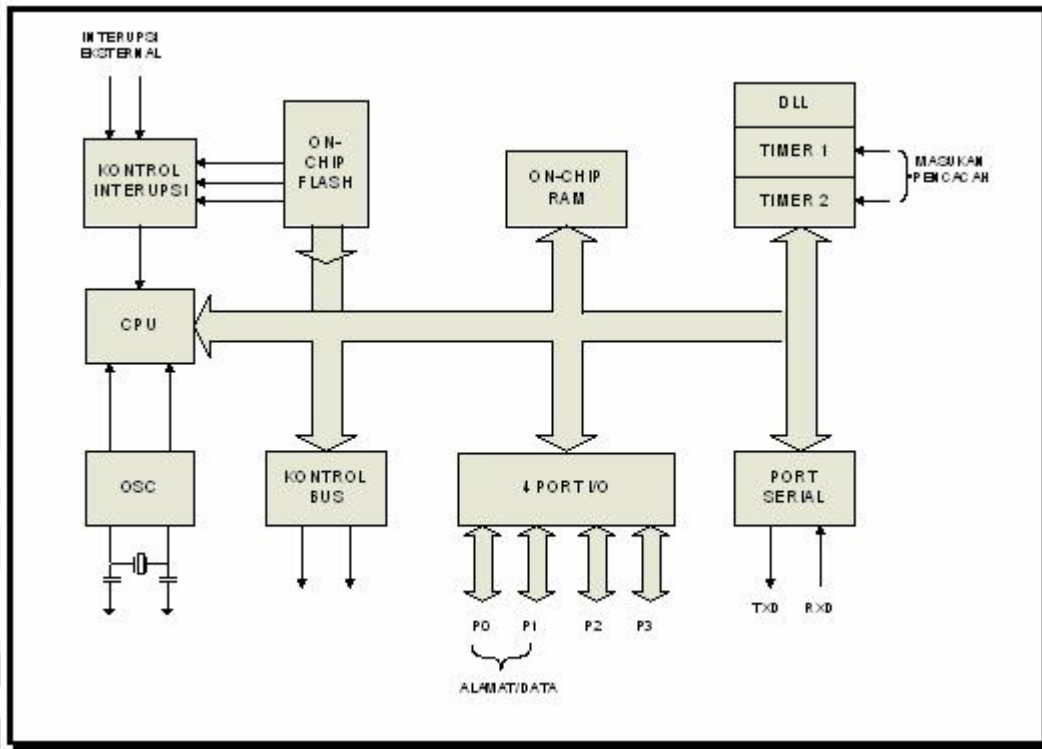
2.3.1. Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 merupakan salah satu keluarga dari MCS-51 keluaran dari Atmel. Mikrokontroler inilah yang menjadi basis dari modul DST-51 yang digunakan dalam perancangan ini. Jenis mikrokontroler ini pada prinsipnya dapat digunakan untuk mengolah data per bit maupun data 8 bit secara bersamaan. Beberapa fasilitas yang dimiliki oleh mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut:

- Sebuah *Central Processing Unit* 8 bit.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- RAM internal 128 byte.
- *Flash memory* 4 Kbyte.
- Lima buah jalur interupsi (dua buah interupsi eksternal dan tiga buah interupsi internal).
- Empat buah *programmable* port I/O yang masing-masing terdiri dari delapan buah jalur I/O.
- Sebuah port serial dengan kontrol serial *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*).
- Kemampuan untuk melaksanakan operasi aritmetika dan operasi logika.
- Kecepatan dalam melaksanakan instruksi per siklus 1 mikrodetik pada frekuensi 12 MHz.

2.3.2. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51

Blok diagram dari arsitektur mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan dalam Gambar 2.1 di bawah ini dan fungsi dari masing-masing blok diagram dalam mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1. Blok diagram inti AT89C51

Sumber: Putra, 2004: 3

a) Central Processing Unit (CPU)

CPU terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali (*control unit*) serta aritmetika dan logika (ALU). Fungsi utama unit pengendali adalah mengambil, mengkode, dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori

Unit pengendali menghasilkan dan mengatur sinyal pengendali yang diperlukan untuk menyerempakkan operasi, aliran, dan instruksi program. Unit aritmetika dan logika berfungsi untuk melakukan proses perhitungan yang diperlukan selama program dijalankan serta mempertimbangkan suatu kondisi dan mengambil keputusan yang diperlukan untuk instruksi-instruksi berikutnya.

b) Bus Alamat

Bus alamat berfungsi sebagai lintasan saluran pengalamatan antara alat dengan sebuah komputer. Pengalamatan ini harus ditentukan terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya kesalahan pengiriman sebuah instruksi dan terjadinya bentrok antara dua alat yang bekerja secara bersamaan.

c) Bus Data

Merupakan sejumlah lintasan saluran keluar masuknya data dalam suatu mikrokontroler. Umumnya saluran data masuk sama dengan saluran data keluar.

d) Bus Kontrol

Bus kontrol atau bus pengendali ini berfungsi untuk menyerempakkan operasi mikrokontroler dengan operasi rangkaian luar.

e) Memori

Di dalam sebuah mikrokontroler terdapat suatu memori yang berfungsi untuk menyimpan data atau program. Ada beberapa jenis memori, di antaranya adalah RAM dan ROM.

f) RAM (*Random Access Memory*)

Merupakan memori yang dapat dibaca dan ditulis. RAM biasanya digunakan untuk menyimpan data atau disebut dengan memori data saat program bekerja. Data yang ada pada RAM akan hilang bila catu daya RAM dimatikan sehingga RAM hanya dapat digunakan untuk menyimpan data sementara.

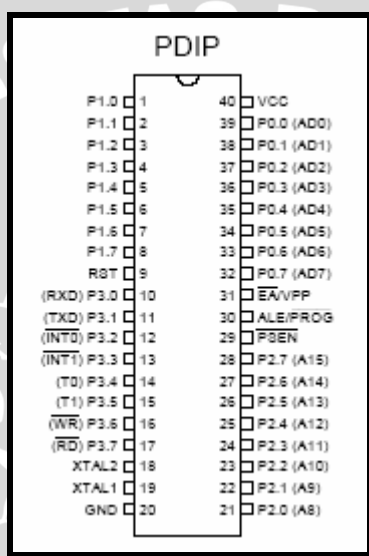
Teknologi RAM dapat dibagi menjadi dua, yaitu statik dan dinamik. RAM dinamik tersusun oleh sel-sel yang menyimpan data sebagai muatan listrik pada kapasitor. Ada tidaknya muatan yang ada pada kapasitor dijadikan acuan oleh RAM dinamik sebagai bilangan biner 1 atau 0. Karena kapasitor memiliki kecenderungan untuk mengosongkan muatan, maka RAM dinamik memerlukan pengisian muatan secara periodik untuk memelihara penyimpanan data. Pada RAM statik, nilai biner disimpan dengan konfigurasi gerbang logika *flip-flop*. RAM statik akan menyimpan data selama pasokan daya diberikan padanya.

g) ROM (*Read Only Memory*)

ROM merupakan memori yang hanya dapat dibaca. Data yang disimpan di ROM tidak akan hilang meskipun catu daya dimatikan. Dari sifatnya itu maka ROM sering dipakai untuk menyimpan program. Ada beberapa jenis ROM, di antaranya ROM, PROM, EPROM, dan EEPROM. ROM merupakan memori yang sudah diprogram oleh pabrik. PROM dapat diprogram oleh pemakai tapi hanya dapat ditulis sekali saja. UV-EPROM merupakan PROM yang dapat diprogram atau ditulis beberapa kali dan dapat dihapus dengan sinar ultraviolet. *Flash PEROM* adalah PROM yang dapat ditulis ulang beberapa kali dan dapat dihapus secara elektrik atau dengan tegangan listrik. UV-EPROM harganya lebih mahal dari pada *Flash PEROM*, karena itu *Flash PEROM* lebih populer dan banyak diminati programmer mikrokontroler.

2.3.3. Port Paralel Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 40 kaki, 32 kaki di antaranya digunakan sebagai port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal sebagai Port 0, Port 1, Port 2 dan Port 3. nomor dari masing-masing jalur (kaki) dari port paralel mulai dari 0 sampai 7, jalur (kaki) pertama port 0 disebut sebagai P0.0 dan jalur terakhir untuk port 3 adalah P3.7. Diagram susunan masing-masing pin pada mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan dalam Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2. Diagram pin AT89C51
Sumber: Suhata, 2005: 147

Penjelasan untuk masing-masing pin mikrokontroler adalah sebagai berikut.

- Vcc, yang digunakan sebagai catu daya.
- GND, digunakan sebagai *ground*.
- Port 0, merupakan port paralel 8 bit dua arah. Posisi *Low Significant Bit* (LSB) terletak pada pin 39 dan *Most Significant Bit* (MSB) terletak pada pin 32.
- Port 1, merupakan port paralel 8 bit dua arah. Port ini mengirim byte alamat-alamat bila dilakukan pengaksesan memori eksternal. LSB terletak pada pin 21 dan MSB terletak pada pin 28.
- Port 3, merupakan port paralel 8 bit dua arah. LSB terletak pada pin 10 dan MSB terletak pada pin 17. Port ini mempunyai beberapa fungsi khusus seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Fungsi-fungsi khusus Port 3

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

Sumber: Suhata, 2005: 148

- RST (*reset*), pada kondisi high akan aktif selama dua siklus.
- ALE/PROG, digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
- PSEN, (*Program Store Enable*) merupakan *strobe* pembacaan ke memori eksternal.
- EA/Vpp, Saat kondisi *low* maka mikrokontroler menjalankan instruksi-instruksi yang ada pada memori internal.
- XTAL 1, sebagai masukan dari rangkaian osilator.
- XTAL 2, sebagai keluaran dari rangkaian osilator.

2.3.4. Komunikasi Serial Mikrokontroler AT89C51

Dikenal dua macam transmisi data secara serial. Kedua cara tersebut dibedakan oleh sinyal *clock* yang dipakai untuk mendorong data serial. Jika sinyal *clock* dikirim bersama-sama dengan data serial, maka dikatakan sebagai transmisi data serial secara sinkron. Sedangkan dalam transmisi data secara asinkron, *clock* tidak dikirim bersama data serial, rangkaian penerima data harus membangkitkan sendiri *clock* pendorong data serial. Pada dasarnya mikrokontroler AT89C51 dilengkapi dengan port serial yang dapat digunakan untuk mengirim dan menerima data dalam bentuk serial. Komunikasi data serial melalui mikrokontroler AT89C51 dilakukan oleh *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART).

2.3.4.1. Antar Muka Komunikasi Serial

Port serial pada AT89C51 bersifat *full-duplex*, artinya port serial bisa menerima dan mengirim data pada waktu yang bersamaan. Selain itu juga memiliki penyangga penerima, artinya port serial mulai bisa menerima *byte* yang kedua sebelum *byte* pertama dibacakan oleh register penerima (jika sampai *byte* yang kedua selesai diterima sedangkan *byte* pertama belum juga dibaca, maka salah satu *byte* akan hilang). Penerimaan dan pengiriman data port serial melalui register SBUF. Register ini berfungsi sebagai *buffer* sehingga pada saat mikrokontroler ini membaca data pertama dan data kedua belum diterima secara penuh, data ini tidak akan hilang. Penulisan ke SBUF berarti mengisi register pengiriman SBUF sedangkan pembacaan dari SBUF berarti membaca register penerimaan SBUF yang memang terpisah secara fisik (secara perangkat lunak namanya satu yaitu SBUF).

Pada prinsipnya, komunikasi serial adalah komunikasi dimana transmisi data dilakukan per *bit*. *Interface* serial hanya membutuhkan jalur yang sedikit (umumnya hanya 2 jalur) sehingga lebih menghemat pin jika dibandingkan dengan *interface* paralel. Komunikasi serial ada dua macam, serial asinkron dan serial sinkron. Serial sinkron adalah komunikasi dimana hanya ada satu pihak (pengirim atau penerima) yang menghasilkan *clock* dan mengirimkan *clock* tersebut bersama-sama dengan data. Contoh penggunaan serial sinkron terdapat pada transmisi data *keyboard*. Serial asinkron adalah komunikasi dimana kedua pihak (pengirim dan penerima) masing-masing menghasilkan *clock* namun hanya data yang ditransmisikan, tanpa *clock*. Agar data yang dikirim sama dengan data yang diterima, maka kedua frekuensi *clock* harus sama dan harus terdapat sinkronisasi. Setelah adanya sinkronisasi, pengirim akan mengirimkan datanya sesuai dengan frekuensi *clock* pengirim dan penerima akan membaca data sesuai dengan frekuensi *clock* penerima. Contoh penggunaan transmisi serial asinkron adalah pada *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) yang digunakan pada *serial port* (COM) komputer dan Port Serial mikrokontroler yang lain. DST-51 mendukung komunikasi secara asinkron, bahkan tiga dari empat *serial mode* yang dimiliki DST-51 kompatibel dengan UART. Dalam sistem DST-51 yang terhubung dengan printer, maka sistem harus dapat mengubah data serial asinkron menjadi paralel sesuai dengan yang dibutuhkan printer.

2.3.4.2. Mode Komunikasi Serial

DST-51 memiliki 4 mode komunikasi serial. Mode 0 berupa serial sinkron (*shift register*), sedangkan tiga mode yang lain berupa serial asinkron (UART). Pada semua mode, pengiriman dilakukan jika ada instruksi yang menginisial *register* SBUF. Sedangkan saat penerimaan, data yang diterima akan disimpan pada *register* SBUF.

a. Mode 0

Mode 0 adalah *8-bit shift register* dimana data dikirimkan dan diterima melalui *pin* RXD sedangkan *clock* dikirimkan dan diterima melalui *pin* TXD. Pengiriman data *8 bit* dilakukan dengan mengirimkan *Least Significant Bit* (LSB) terlebih dahulu. Pada mode 0, *baud rate* yang digunakan adalah sebesar 1/12 dari frekuensi osilator.

b. Mode 1

Pada mode 1, jumlah data yang dikirimkan sebanyak *10 bit* yang terdiri dari *start bit*, *8 bit* data (LSB terlebih dahulu), dan *stop bit*. Pada proses penerimaan, nilai *stop bit* akan dimasukkan ke RB8 secara otomatis. Pada proses pengiriman, *stop bit* akan diberi nilai '1' secara otomatis. Pada mode 1, *baud rate* yang digunakan dapat diatur melalui *Timer 1*.

c. Mode 2

Pada mode 2, jumlah data yang dikirimkan sebanyak *11 bit* yang terdiri dari *start bit*, *8 bit* data (LSB terlebih dahulu), *bit* ke-9, dan *stop bit*. Pada proses pengiriman, nilai *bit* ke-9 dapat diatur dengan mengisi nilai TB8. Pada proses penerimaan, *bit* ke-9 akan dimasukkan ke RB8 secara otomatis. Pada mode 2, *baud rate* yang dapat digunakan adalah sebesar 1/64 frekuensi osilator atau 1/32 frekuensi osilator jika SMOD bernilai '1'.

d. Mode 3

Mode 3 hampir sama dengan mode 2. Perbedaannya terdapat pada *baud rate* yang digunakan. Jika mode 2 menggunakan *baud rate* yang pasti, mode 3 menggunakan *baud rate* yang dihasilkan oleh *Timer 1*.

2.3.4.3. Baud Rate

Baud rate ini merupakan *baud rate* pada komunikasi data yang digunakan pada port serial mikrokontroler AT89C51. *Baud rate* adalah frekuensi *clock* yang digunakan dalam pengiriman dan penerimaan data. Komunikasi asinkron tidak memerlukan sinyal

clock sebagai sinkronisasi, namun pengiriman data ini harus diawali dengan start bit dan diakhiri dengan stop bit. Sinyal *clock* yang merupakan *baud rate* dari komunikasi data ini dibangkitkan oleh masing-masing baik penerima maupun pengirim data dengan frekuensi yang sama

Satuan *baud rate* pada umumnya adalah bps (*bit per second*), yaitu jumlah *bit* yang dapat ditransmisikan per detik. *Baud rate* untuk mode 0 dan mode 2 bernilai tetap yaitu untuk Mode 0 adalah 1/12 frekuensi osilator dan Mode 2 adalah 1/64 frekuensi osilator.

Baud rate untuk mode 1 dan 3 dihasilkan oleh *Timer 1*. Pengaturan *baud rate* untuk mode 1 dan 3 dapat dilakukan dengan cara mengubah nilai SMOD, TMOD, dan TH1. Umumnya *Timer 1* dioperasikan pada mode 2 (*8-bit Auto Reload*) sehingga didapat persamaan (2-1).

$$\text{Baud rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{\text{Frekuensi Oscilator}}{12 \times (256 - \text{TH1})} \quad (2-1)$$

Dengan:

Baud Rate = Frekuensi *clock* pengiriman dan penerimaan data (bps)

SMOD = Serial port *enable* bit (0 atau 1)

Frek. Osilator = Frekuensi sumber *clock* eksternal (MHz)
= 1/T (1/s)

TH1 = Nilai 8-bit *reload* pada *Timer 1* (bit)

Dimana, SMOD merupakan bit SMOD dalam *Power Control Register* (PCON). Bila SMOD = 0 maka K = 1, bila SMOD = 1 maka K = 2, atau dapat dikatakan $K=2^{(\text{SMOD})}$

Berdasarkan persamaan (2-1), *user* dapat menghitung berapa nilai TH1 yang dibutuhkan jika diketahui *baud rate* yang diinginkan dengan persamaan (2-2).

$$\text{TH1} = 256 - \frac{2^{\text{SMOD}} \times \text{Frekuensi Oscilator}}{384 \times \text{Baud Rate}} \quad (2-2)$$

Dengan:

Baud Rate = Frekuensi *clock* pengiriman dan penerimaan data (bps)

SMOD = Serial port *enable* bit (0 atau 1)

Frek. Osilator = Frekuensi sumber *clock* eksternal (MHz)
= 1/T (1/s)

TH1 = Nilai 8-bit *reload* pada *Timer 1* (bit)

Satu hal yang harus diperhatikan dalam pengaturan *baud rate* adalah nilai *baud rate* dan nilai TH1 diusahakan harus tepat dan bukan merupakan pembulatan. Untuk komunikasi serial kecepatan tinggi, pembulatan terhadap nilai-nilai tersebut dapat mengakibatkan kekacauan dalam proses pengiriman atau penerimaan. Jika terdapat nilai pecahan, *user* disarankan untuk mengganti osilator dengan frekuensi yang sesuai. Untuk komunikasi dengan kecepatan rendah, toleransi terhadap kesalahan cukup besar sehingga pembulatan masih boleh dilakukan.

Misalkan *baud rate* yang diinginkan adalah 19200 bps dengan frekuensi osilator 11,0592 MHz. Dengan memasukkan data ini ke dalam persamaan (2-2), maka akan didapatkan

$$TH1 = 256 - (2^{SMOD} \times 1,5) \quad (2-3)$$

Dengan:

SMOD = Serial port *enable* bit (0 atau 1)

TH1 = Nilai 8-bit *reload* pada *Timer 1* (bit)

Jika 2^{SMOD} bernilai '1', maka akan didapat TH1 sebesar 254,5. Untuk menghindari TH1 berupa pecahan, 2^{SMOD} harus bernilai '2' (SMOD bernilai '1') sehingga didapat TH1 sebesar 253 atau FDh.

Tabel 2.2 Nilai dan konfigurasi *baud rate* yang umum digunakan

Serial		Timer 1				
Mode	Baud Rate	Frekuensi Osilator	SMOD	C/T	Mode	Reload
0	1,6667 Mbps (max.)	20 MHz	X	X	X	X
2	625 Kbps (max.)	20 MHz	1	X	X	X
1, 3	104,1667 Kbps (max.)	20 Mhz	1	0	2	FFh
1,3	19,2 Kbps	11,0592 MHz	1	0	2	FDh
1,3	9,6 Kbps	11,0592 MHz	0	0	2	FDh
1,3	4,8 Kbps	11,0592 MHz	0	0	2	FAh
1,3	2,4 Kbps	11,0592 MHz	0	0	2	F4h
1,3	1,2 Kbps	11,0592 MHz	0	0	2	E8h
1,3	137,5 bps	11,9856 MHz	0	0	2	1Dh
1,3	110 bps	6 MHz	0	0	2	72h
1,3	110 bps	12 MHz	0	0	1	FEEBh

Sumber: Putra, 2004:169

2.3.5. Bahasa Assembly

Bahasa *Assembly* merupakan bahasa komputer yang memakai kode *mnemonic* untuk menggantikan kode biner, agar lebih mudah diingat sehingga lebih memudahkan penulisan program. Program yang ditulis dengan bahasa *Assembly* terdiri dari *label*, kode *mnemonic*, *operand* dan *comment*. Pada umumnya dinamakan sebagai program sumber (*Source Code*) yang belum bisa diterima oleh prosesor untuk dijalankan sebagai program, tapi harus diterjemahkan dulu menjadi bahasa mesin dalam bentuk kode biner.

Program sumber dibuat dengan program editor biasa, misalnya *notepad* pada *Windows*, selanjutnya program sumber diterjemahkan ke bahasa mesin dengan menggunakan program *assembler*. Hasil kerja program *assembler* adalah “program objek” dan juga “*assembly listing*”.

Program Objek berisikan kode-kode bahasa mesin, kode-kode bahasa mesin inilah yang diumpangkan ke memori program prosesor. Dalam dunia mikrokontroler biasanya program objek ini diisikan ke UV EPROM, dan khusus untuk mikrokontroler buatan Atmel, program ini diisikan ke dalam *Flash PEROM* yang ada di dalam *chip AT89C51*.

Assembly Listing merupakan naskah yang berasal dari program sumber, dalam naskah tersebut pada bagian sebelah setiap baris dari program sumber diberi tambahan hasil terjemahan program *assembler*. Tambahan tersebut berupa nomor memori-program berikut dengan kode yang akan diisikan pada memori-program bersangkutan. Naskah ini sangat berguna untuk dokumentasi dan sarana untuk menelusuri program yang ditulis.

Yang perlu diperhatikan adalah setiap prosesor mempunyai konstruksi yang berlainan, instruksi untuk mengendalikan masing-masing prosesor juga berlainan, dengan demikian bahasa *assembly* untuk masing-masing prosesor juga berlainan, yang sama hanyalah pola dasar cara penulisan program *assembly* saja.

2.3.5.1. Konstruksi Program Assembly

Program sumber dalam bahasa *assembly* menganut prinsip 1 baris untuk satu perintah, setiap baris perintah tersebut bisa terdiri atas beberapa bagian (*field*), yakni bagian *label*, bagian *mnemonic*, bagian *operand* yang bisa lebih dari satu dan terakhir bagian *comment*. Untuk membedakan masing-masing bagian tersebut dibuat ketentuan sebagian berikut.

- Masing-masing bagian dipisahkan dengan spasi atau TAB, khusus untuk *operand* yang lebih dari satu masing-masing *operand* dipisahkan dengan koma.
- Bagian-bagian tersebut tidak harus semuanya ada dalam sebuah baris, jika ada satu bagian yang tidak ada maka spasi atau TAB sebagai pemisah bagian tetap harus ditulis.
- Bagian label ditulis mulai huruf pertama dari baris, jika baris bersangkutan tidak mengandung label maka label tersebut digantikan dengan spasi atau TAB, yakni sebagai tanda pemisah antara bagian label dan bagian *mnemonic*.

2.3.5.2. Label

Mewakili nomor memori-program dari instruksi pada baris bersangkutan, pada saat menulis instruksi `JMP`, label ini ditulis dalam bagian *operand* untuk menyatakan nomor memori-program yang dituju. Dengan demikian label selalu mewakili nomor memori-program dan harus ditulis di bagian awal baris instruksi.

2.3.5.3. Simbol

Di samping label dikenal pula simbol, yakni satu nama untuk mewakili satu nilai tertentu dan nilai yang diwakili bisa apa saja tidak harus nomor memori-program. Cara penulisan simbol sama dengan cara penulisan label, harus dimulai di huruf pertama dari baris instruksi.

2.3.5.4. Mnemonic

Merupakan singkatan perintah, dikenal dua macam *mnemonic*, yakni *mnemonic* yang dipakai sebagai instruksi mengendalikan prosesor. Misalnya,

1. `ADD` (fungsi penjumlahan),
2. `MOV` (fungsi menyalin variabel *byte*),
3. `JNZ` (fungsi kurangi 1 dan lompat jika tidak nol), dan lain sebagainya.

Ada pula *mnemonic* yang dipakai untuk mengatur kerja dari program *assembler*. *Mnemonic* untuk mengatur kerja dari program *assembler* ini dinamakan sebagai '*assembler directive*'. Misalnya,

1. Kontrol kondisi *assembler* (`ORG`, `END`, `USING`),
2. Definisi simbol (`SEGMENT`, `EQU`, `SET`, `DATA`, `IDATA`, `XDATA`, `BIT`, `CODE`),

3. Pemesanan inialisasi penyimpan (**DS**, **DBIT**, **DB**, **DW**),
4. Rantai (*Linkage*) program (**PUBLIC**, **EXTRN**, **NAME**),
5. Pemilihan segmen (**RGES**, **CSEC DSEG**, **I SEG**, **BSEG**, **XSEG**).

2.3.5.5. *Operand*

Adalah bagian yang letaknya di belakang bagian *mnemonic*, merupakan pelengkap bagi *mnemonic*. Kalau sebuah instruksi diibaratkan sebagai kalimat perintah, maka *mnemonic* merupakan subjek (kata kerja) dan *operand* merupakan objek (kata benda) dari kalimat perintah tersebut.

Tergantung pada jenis instruksinya, *operand* bisa berupa berbagai macam hal.

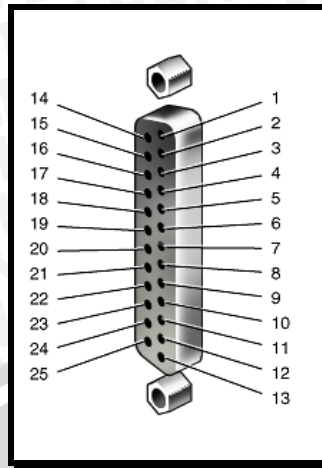
1. *Operand* berupa label yang mewakili nomor memori-program yang dituju, misalnya **LJMP Start**,
2. Pada instruksi untuk pemindahan/pengolahan data, *operand* bisa berupa simbol yang mewakili data tersebut, misalnya **ADD A, #Offset**.
3. Banyak instruksi *operand* adalah register dari prosesor, misalnya **MOV A, R1**.
4. Instruksi yang tidak mempunyai *operand*, misalnya **RET**.

2.3.5.6. *Comment*

Comment harus diawali dengan titik koma(;). Sebuah baris atau bagian dari suatu baris akan dianggap sebagai *comment* jika diawali dengan titik koma. Sub-rutin dari bagian-bagian besar program yang mengerjakan suatu operasi biasanya diawali dengan blok *comment* yang menjelaskan fungsi sub-rutin atau bagian besar program tersebut.

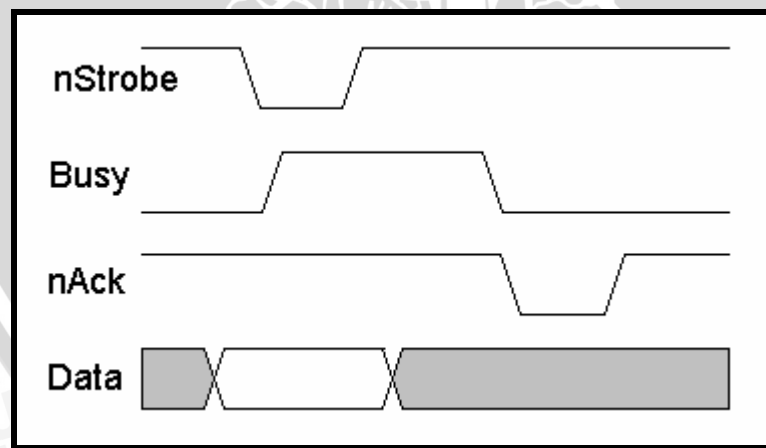
2.4. Port Paralel Printer

Port paralel printer digunakan untuk pengontrolan peralatan dalam hal ini mengirim dan menerima data. Dalam perancangan *wireless infrared* printer ini, port paralel digunakan untuk menghubungkan modul DST-51 dengan printer. Port printer ini memiliki 25 pin atau disebut juga konektor DB-25. Konfigurasi dari port paralel printer DB-25 dapat dilihat dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konektor port paralel DB-25
Sumber: www.innovativeelectronics.com

Dalam melakukan proses pencetakan oleh printer, sebelumnya komputer akan melihat kondisi printer apakah sedang sibuk atau tidak. Apabila sibuk ditandai dengan sinyal *Busy* yang berkondisi *high*. Jika tidak sedang sibuk, setiap pengiriman data 8 bit akan disertai dengan sinyal *Strobe* yang berkondisi *low*. Segera setelah menerima data, maka printer akan mengirimkan data berikutnya hingga data tersebut selesai disimpan pada *buffer* memorinya. Jika data tersebut sudah disimpan pada memori *buffer* printer, maka kemudian akan mengirimkan sinyal *ACK* yang berarti printer siap menerima data berikutnya. Proses tersebut dinamakan proses *handshake* antar komputer dengan printer, yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4. Proses *handshake*
Sumber: <http://www.senet.com.au/~cpeacock>

Port paralel printer terdiri dari tiga bagian besar yang digunakan dalam pelaksanaan proses pencetakan. Tiga bagian tersebut adalah *data port*, *control port* dan *status port*. Data port merupakan port-port 8 bit yang digunakan oleh komputer untuk

mengirimkan data biner dari karakter yang harus dicetak oleh printer. Sedangkan untuk *control port* dan *status port* karena hanya beberapa bit saja yang dibutuhkan dalam proses pencetakan, maka bit-bit yang lain tidak digunakan yang berarti hanya beberapa bit saja dari port-port ini yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pengontrolan nanti. Letak *data port*, *status port*, *control port* dan fungsi dari masing-masing pin pada port paralel printer DB-25 dapat dilihat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel *data port*, *status port* dan *control port*

Offset	Nama Port	Read/Write	No. Bit	Keterangan
Base + 0	<i>Data Port</i>	<i>Write</i>	Bit 7	Data 7 (Pin 9)
			Bit 6	Data 6 (Pin 8)
			Bit 5	Data 5 (Pin 7)
			Bit 4	Data 4 (Pin 6)
			Bit 3	Data 3 (Pin 5)
			Bit 2	Data 2 (Pin 4)
			Bit 1	Data 1 (Pin 3)
			Bit 0	Data 0 (Pin 2)
Base + 1	<i>Status Port</i>	<i>Read Only</i>	Bit 7	<i>Busy</i> (Pin 11)
			Bit 6	<i>Ack</i> (Pin 10)
			Bit 5	<i>Paper Out</i> (Pin 12)
			Bit 4	<i>Select In</i> (Pin 17)
			Bit 3	<i>Error</i> (Pin 15)
			Bit 2	<i>IRQ (Not)</i>
			Bit 1	<i>Reserved</i>
			Bit 0	<i>Reserved</i>
Base + 2	<i>Control Port</i>	<i>Read/Write</i>	Bit 7	<i>Unused</i>
			Bit 6	<i>Unused</i>
			Bit 5	<i>Enable bi-directional Port</i>
			Bit 4	<i>Enable IRQ Via Ack Line</i>
			Bit 3	<i>Select Printer</i> (Pin 13)
			Bit 2	<i>Initialize Printer</i> (Pin 16)
			Bit 1	<i>Auto Linefeed</i> (Pin 14)
			Bit 0	<i>Strobe</i> (Pin 1)

Sumber: <http://www.senet.com.au/~cpeacock>

BAB III METODOLOGI

3.1. Studi Literatur

Kajian dalam tugas akhir ini bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan pembuatan alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data komponen yang digunakan dalam perancangan alat ini diambil dari buku-buku referensi dan *data sheets* masing-masing komponen. Literatur tersebut adalah sebagai berikut.

1. Infra merah dan komunikasi menggunakan infra merah.
2. Modul DST-51
3. Mikrokontroler AT89C51.
4. Bahasa *assembly*.
5. Port paralel printer.

3.2. Perancangan Antar Muka

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah perancangan antar muka *wireless infrared* printer pada proses pengiriman data dengan menggunakan DST-51. Meliputi merancang tiap-tiap blok diagram dengan komponen yang sesuai dan selanjutnya merakit tiap-tiap blok diagram komponen sedemikian rupa sehingga terbentuk sistem yang diharapkan. Pemilihan komponen dilakukan berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

3.3. Pengujian Antar Muka

Untuk mengetahui apakah perangkat yang telah dibuat sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu dilakukan pengujian tiap blok diagram maupun secara keseluruhan. Pengujian tersebut meliputi.

3.3.1. Pengujian *Infrared Transceiver*

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap rangkaian pada *infrared transceiver*, yaitu pengujian gerbang inverter, pengujian rangkaian modulator, pengujian frekuensi osilator, dan pengujian rangkaian penguat.



3.3.1.1. Pengujian Gerbang Inverter

Pengujian dilakukan dengan melihat sinyal keluaran yang ditampilkan oleh osiloskop setelah melalui rangkaian gerbang inverter.

3.3.1.2. Pengujian Frekuensi Osilator

Pengujian dilakukan untuk melihat sinyal keluaran dari rangkaian osilator yang ditunjukkan oleh osiloskop dan melihat besarnya frekuensi dari rangkaian osilator tersebut dengan menggunakan *frequency counter*.

3.3.1.3. Pengujian Rangkaian Modulator

Pengujian dilakukan untuk melihat sinyal keluaran rangkaian modulator pada osiloskop yang merupakan penggabungan antara sinyal informasi dengan sinyal *carrier*.

3.3.1.4. Pengujian Rangkaian Penguat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bentuk sinyal keluaran yang ditunjukkan pada osiloskop setelah melalui rangkaian penguat.

3.3.2. Pengujian Pencetakan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan pencetakan dengan menggunakan dua printer yang berbeda dan untuk mengetahui jarak maksimal *wireless infrared* printer ini dalam melakukan pencetakan.

3.3.3. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah pin-pin DST-51 yang bekerja dalam proses pengiriman data menunjukkan kondisi (logika 1 atau logika 0) yang sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan menggabungkan antar muka PC paralel port dari *wireless infrared* printer dengan antar muka *wireless infrared* printer pada printer.

3.4. Analisa Data dan Hasil Pengujian

Untuk mengetahui sejauh mana tingkat keberhasilan dari antar muka ini, maka diperlukan analisis dari data-data hasil pengujian tersebut. Data dari hasil pengujian antar muka yang telah dibuat, akan dibandingkan dengan hasil perancangan. Dari hasil analisis tersebut selanjutnya ditarik kesimpulan.

BAB IV

PERANCANGAN ANTAR MUKA

4.1. Umum

Dalam antar muka ini, perancangan dilakukan secara bertahap blok demi blok rangkaian untuk memudahkan penganalisaan sistem tiap bagiannya maupun sistem secara keseluruhan. Perancangan antar muka *wireless infrared* printer ini terdiri dari atas dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Beberapa aspek lain yang perlu dijelaskan dalam pembahasan bab ini adalah penentuan spesifikasi dari sistem yang dirancang, blok diagram dan prinsip kerja sistem.

4.2. Spesifikasi Sistem

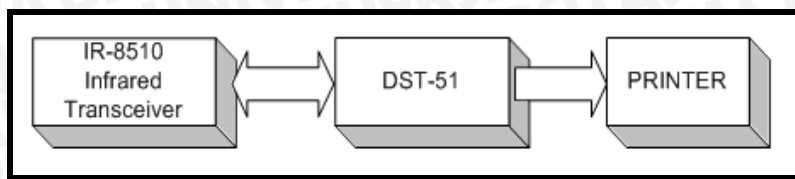
Dalam perancangan antar muka *wireless infrared* printer pada proses pengiriman data perlu dilakukan penentuan spesifikasi dari sistem yang dirancang tersebut. Adapun spesifikasi dari sistem ini adalah:

- Basis operasi menggunakan modul DST-51 yang berbasis mikrokontroler AT89C51.
- Transmisi data menggunakan media infra merah dengan *infrared transceiver* sebagai perangkat keras bagi media infra merah tersebut.
- Transmisi data menggunakan frekuensi 30-50 KHz, *baudrate* 600 bps dan jarak maksimal ± 6 meter.
- Port paralel dan port serial digunakan sebagai port I/O dalam proses pengiriman data.
- Printer yang digunakan adalah printer dot matriks Epson LX-300 dan Epson LQ-2170.

4.3. Diagram Blok Sistem

Agar perancangan antar muka *wireless infrared* printer dapat berjalan secara sistematis, maka perlu dirancang diagram blok yang terdiri dari dua antar muka yaitu antar muka PC paralel port dengan DST-51, dan antar muka DST-51 dengan printer. Komunikasi *wireless* biasanya selalu dilakukan dengan menggunakan transmisi serial asinkron yaitu sebuah transmisi serial yang diawali dengan start bit dan stop bit. Maka dari itu, sistem yang terhubung pada Paralel Port PC harus dapat mengubah data paralel

dari Paralel Port PC menjadi serial asinkron dan sistem yang terhubung pada printer mengubah data serial asinkron menjadi paralel sesuai yang dibutuhkan oleh printer. Dalam Gambar 4.1 menunjukkan blok diagram DST -51 dengan printer.



Gambar 4.1. Blok diagram antar muka DST-51 dengan printer
Sumber: Perencanaan

4.4. Prinsip Kerja Sistem

Proses yang terjadi pada pengiriman data dari Modul DST-51 ke Printer hampir sama dengan proses pengiriman data dari Paralel Port PC ke Modul DST-51. Hanya dalam hal ini, Modul DST-51 bertindak sebagai PC yang mengirimkan data ke printer. Data yang diterima oleh *Infrared Transceiver* diteruskan menuju DST-51 melalui port serial, dimana DST-51 memeriksa keadaan printer dalam menerima data. Kemudian printer mengirimkan sinyal balasan (*Busy*, *Ready* atau *Paper Error*) tergantung pada keadaan printer saat itu melalui port paralel. Apabila printer mengirimkan sinyal *Ready*, maka printer dalam keadaan *online* dan siap untuk menerima data.

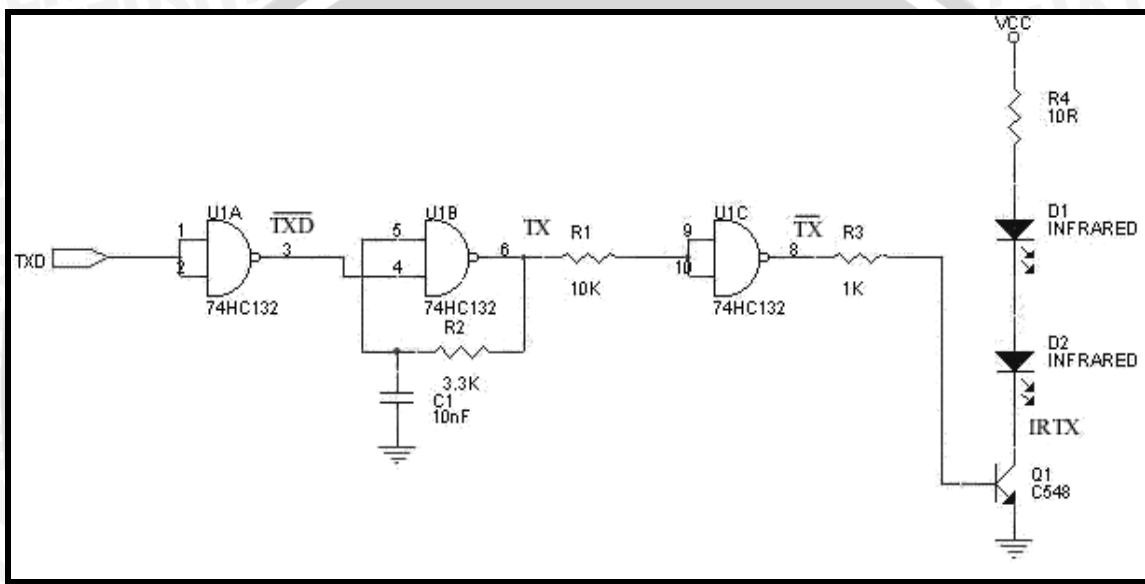
4.5. Perancangan Perangkat Keras

4.5.1. Perancangan *Infrared Transceiver*

Infrared Transceiver merupakan salah satu perangkat elektronika yang menggunakan infra merah. Modul *infrared transmitter* dan *receiver* ini menghubungkan DST-51 sebagai sensor maupun komunikasi data. *Infrared transceiver* digunakan dalam perancangan *Wireless Infrared Printer* ini dikarenakan alasan sebagai berikut:

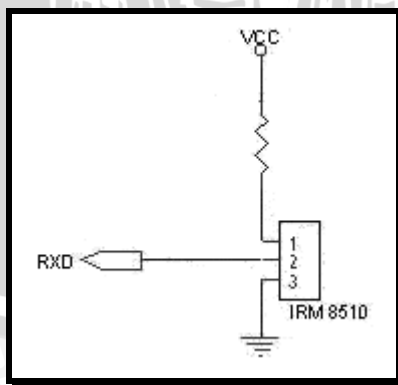
1. Terdiri dari photodiode yang dilengkapi dengan rangkaian *band pass filter* yang hanya melewatkan frekuensi antara 30 KHz sampai 50 KHz saja.
2. Diode *Infrared* ini memerlukan sinyal AC dengan frekuensi 30 hingga 50 KHz untuk mengaktifkannya.
3. Frekuensi 30-50 KHz sesuai dengan komunikasi *wireless*, dimana biasanya selalu dilakukan dengan menggunakan transmisi serial asinkron (UART) yaitu sebuah transmisi serial yang diawali dengan start bit dan stop bit.
4. Jarak Pancar/terima ± 6 meter, kecepatan komunikasi data 600 bps, dan frekuensi *carrier* 30-50 KHz.

Proses modulasi dilakukan dengan mengubah kondisi logika 0 dan 1 menjadi kondisi ada dan tidak ada sinyal *carrier* infra merah yang berkisar antara 30KHz sampai 50 KHz. Pada komunikasi data serial, kondisi *idle* (tidak ada transmisi data) merupakan logika '0', sedangkan pada komunikasi infra merah kondisi *idle* adalah kondisi tidak adanya sinyal *carrier*. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi pemborosan daya pada saat tidak terjadi transmisi data. Skema rangkaian *Infrared Transceiver* yang terdiri dari bagian pemancar ditunjukkan dalam Gambar 4.2. dan bagian penerima ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Skema rangkaian pemancar *infrared transceiver*

Sumber: perencanaan



Gambar 4.3. Skema rangkaian penerima *infrared transceiver*

Sumber: Perencanaan

4.5.1.1. Bagian Pemancar

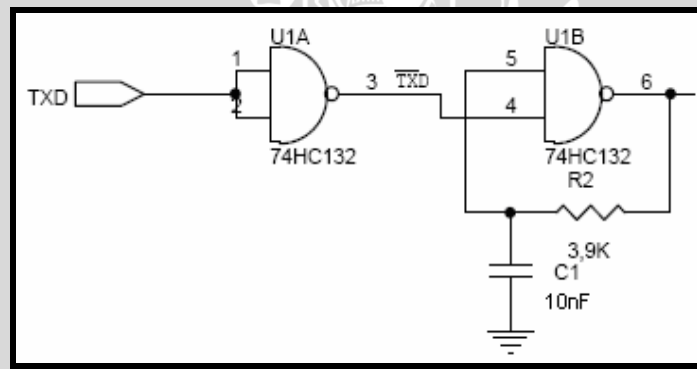
Pemancar terdiri dari Bagian Modulator, Bagian Penguat dan Diode Infra Merah.



Gambar 4.4. Blok diagram pemancar
Sumber: perencanaan

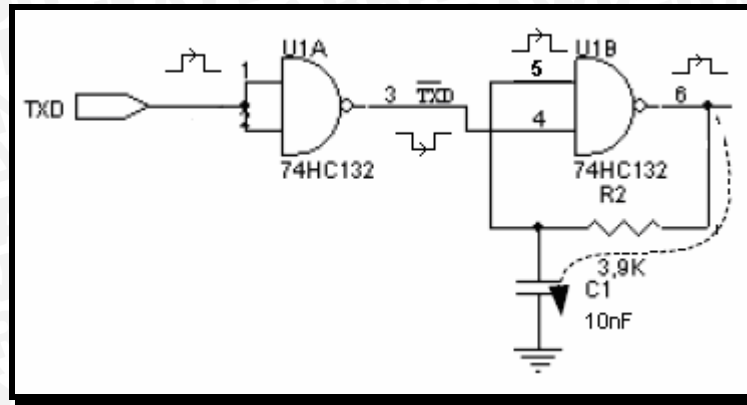
a. Perencanaan Modulator

Proses modulasi dilakukan dengan mencampur sinyal *carrier* infra merah dengan sinyal informasi (data) yang diperoleh dari port serial DST-51. Pada gambar 4.5, rangkaian Modulator terdiri dari sebuah gerbang dan rangkaian Resistor-Kapasitor sebagai osilator.

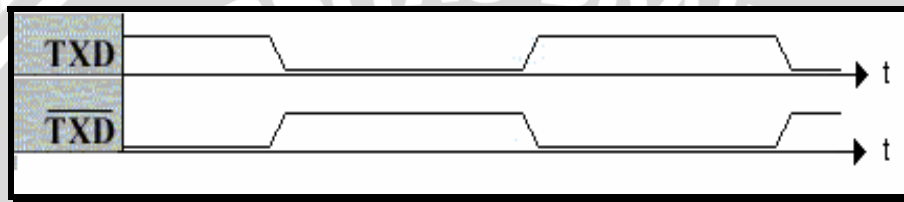


Gambar 4.5. Rangkaian modulator
Sumber: perencanaan

Gerbang tersebut menggunakan IC 74HC132 di mana pada saat pin TXD berkondisi logika 1 dan \overline{TXD} berkondisi logika 0, maka *output* (pin 6) dari IC ini sesuai dengan tabel kebenaran yang ada pada *data sheet* adalah logika 1. Namun bila sebaliknya TXD berkondisi logika 0, maka sesaat *output* (pin 6) dari IC ini berubah ke logika 0. sehingga kapasitor C1 akan membuang muatannya melalui R2. Bila tegangan C1 terbuang hingga di bawah tegangan ambang 74HC132, maka *input* pin nomor 5 dari IC ini akan dianggap berkondisi logika 0 sehingga *output* (pin 6) berubah menjadi logika 1.



Gambar 4.6. Keadaan saat data logika 1
 Sumber: perencanaan



Gambar 4.7. Timing diagram modulator saat sinyal input kondisi high
 Sumber: Perencanaan

Tabel 4.1. Tabel kebenaran modulator saat sinyal input kondisi high

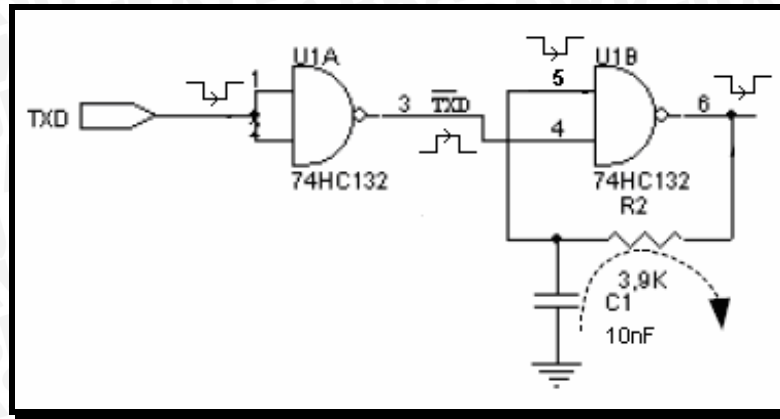
TXD	$\overline{\text{TXD}}$
1	0
0	1

Keterangan:

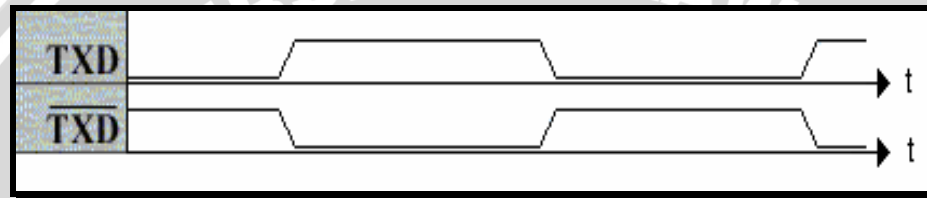
TXD = Port output serial DST-51

$\overline{\text{TXD}}$ = Inverter input melalui IC 74HC132

Pada Gambar 4.6, arus akan mengalir dari pin 6 menuju ke C1 melalui R1 hingga tegangan pada kapasitor ini melebihi tegangan ambang dan input pin nomor 5 dianggap berkondisi logika 1. Dengan timing diagram proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.7 dan tabel kebenaran modulator saat sinyal input dalam kondisi high ditunjukkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.8. Keadaan saat data logika 0
 Sumber: perencanaan



Gambar 4.9. Timing diagram modulator saat sinyal *input* kondisi *low*
 Sumber: Perencanaan

Tabel 4.2. Tabel kebenaran modulator saat sinyal *input* kondisi *low*

TXD	$\overline{\text{TXD}}$
0	1
1	0

Sedangkan pada Gambar 4.8, apabila pada saat itu TXD masih berkondisi *high* maka *output* dari gerbang ini yaitu pin nomor 6 akan berkondisi *low* dan C1 akan membuang muatannya melalui R1 sehingga tegangan pada pin 5 berada di bawah tegangan ambang atau berlogika 0. *Output* (pin 6) kembali berlogika 1 dan arus mengalir lagi mengisi C1 melalui R1. Dengan *timing* diagram proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan tabel kebenaran modulator saat sinyal *input* dalam kondisi *low* ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Proses pembuangan dan pengisian kapasitor C1 ini menyebabkan adanya osilasi pada pin 6 IC 74HC132 sehingga terbentuk sinyal *carrier* dengan frekuensi yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$T = 2RC \left[\ln \left[\frac{V_s - VT -}{V_s} \right] - \ln \left[\frac{V_s - VT +}{V_s} \right] \right] \quad (4-1)$$

Dengan:

R = Nilai tahanan R2 (ohm)

C = Nilai kapasitor C1 (Farad)

VT- = Batas bawah tegangan ambang (*threshold*) 74HC132 (Volt)

VT+ = Batas atas dari tegangan ambang (*threshold*) 74HC132 (Volt)

Vs = Tegangan Saturasi (Volt)

Apabila *input* TXD berkondisi *high*, maka frekuensi osilator sebesar 31,616 KHz pada pin nomor 4 akan dilewatkan menuju *output* dengan frekuensi yang sama persis. Namun bila TXD berkondisi *low*, maka osilasi pada pin nomor 4 akan berhenti dan *output* dari gerbang adalah *high*.

Dalam perancangan ini, diinginkan frekuensi minimal sebesar 31,6KHz. Besarnya nilai Resistor R2 dan Kapasitor C1 untuk menghasilkan frekuensi tersebut adalah:

$$T = \frac{1}{F} \quad (4-2)$$

$$T = 1/31,6 \cdot 10^3 = 31,64 \mu\text{S}$$

Dengan menggunakan besarnya nilai T= 31,64 μS dan memasukkan nilai-nilai sesuai *data sheet* berikut dalam persamaan (4-1),

$$\text{VT-} = 2 \text{ Volt}$$

$$\text{VT+} = 3 \text{ Volt}$$

$$\text{Vs} = 5 \text{ Volt}$$

Maka besarnya nilai R-C akan didapatkan,

$$T = 2RC \left[\ln \left[\frac{V_s - \text{VT-}}{V_s} \right] - \ln \left[\frac{V_s - \text{VT+}}{V_s} \right] \right]$$

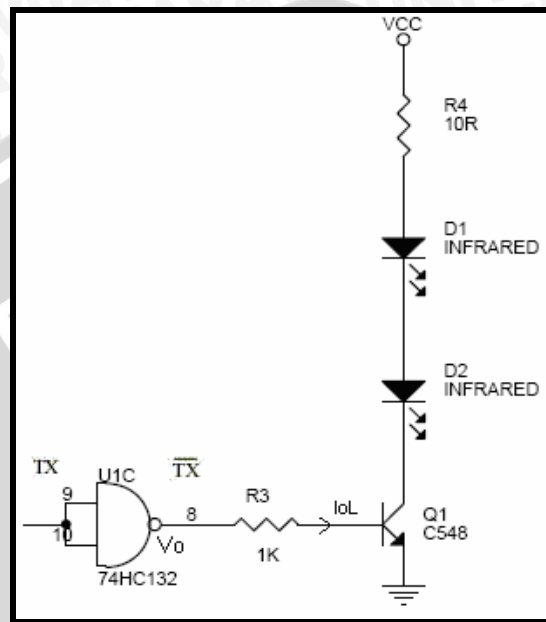
$$31,64 \cdot 10^{-6} = 2RC \left[\ln \left[\frac{5 - 2}{5} \right] - \ln \left[\frac{5 - 3}{5} \right] \right]$$

$$RC = \frac{31,64 \cdot 10^{-6}}{2(0,4054651)} = 39,02 \cdot 10^{-6}$$

Dengan melihat besarnya nilai resistor dan kapasitor yang tersedia di pasaran, maka digunakan kombinasi besarnya nilai R2=3,9k Ω dan C1=10nF untuk menghasilkan frekuensi osilator yang diinginkan minimal sebesar 31,6KHz.

b. Perencanaan Penguat

Ayunan sinyal berfrekuensi 31,6KHz ini, diperkuat lagi oleh gerbang lain dari 74HC132 yang dibentuk menjadi inverter dan diteruskan ke transistor BC548 yang mengalirkan sinyal-sinyal frekuensi hasil dari modulator tersebut ke Diode *infrared*. Gambar 4.10 di bawah ini menunjukkan rangkaian penguat dari pemancar infra merah.



Gambar 4.10. Rangkaian penguat infra merah
Sumber: perencanaan

Sesuai *data sheet* 74HC132:

Tegangan *output* (V_o) 74HC132 = 5 Volt,

Arus *output* maksimal (I_{OL}) 74HC132 atau arus basis (I_B) = 4mA,

V_{BE} = 0,7 Volt.

LED *Infrared* membutuhkan arus kolektor I_c = 100mA untuk dapat memancarkan sinar secara maksimum, sehingga diperlukan transistor yang memiliki penguatan (β) minimal sebesar:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{100}{4} = 25 \quad (4-3)$$

Dengan penguatan (β) yang dihasilkan minimal sebesar 25 x, maka dalam perancangan digunakan transistor BC548 yang memiliki penguatan arus minimal berdasarkan *data sheet* adalah sebesar 100 x.

Sebuah transistor R3 yang digunakan untuk membatasi arus ditambahkan dalam rangkaian bias basis transistor ini dengan besarnya adalah:

$$V_O = I_{OL} \cdot R_3 + V_{BE} \quad (4-4)$$

$$\begin{aligned} R_3 &= \frac{V_O - V_{BE}}{I_{OL}} \\ &= \frac{5 - 0,7}{4 \cdot 10^{-3}} \\ &= 1,075 \text{ k}\Omega \end{aligned} \quad (4-5)$$

Karena nilai resistor di pasaran tidak ada dalam kisaran 1,075k Ω , maka dalam perancangan ini akan digunakan R3 sebesar 1k Ω .

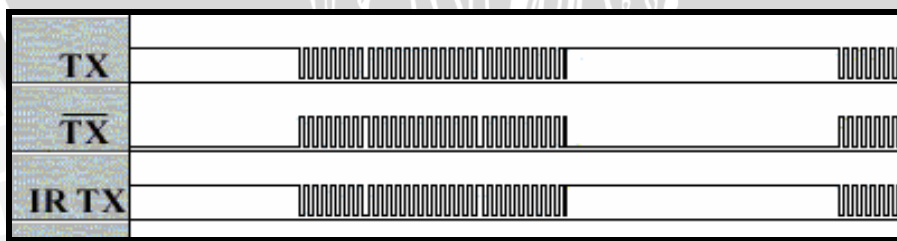
Untuk memancarkan sinar secara maksimum, LED *infrared* membutuhkan arus kurang lebih 100mA dan tegangan (V_D) kurang lebih 2 Volt. Arus minimal yang dibutuhkan LED *infrared* sama dengan arus kolektor (I_C) pada transistor BC548 yaitu sebesar 100mA, sehingga untuk dapat memancarkan sinar secara maksimum dengan tegangan sumber (V_{CC}) sebesar 5 Volt, maka komponen resistor R4 untuk membatasi arus yang ditambahkan adalah sebesar:

$$V_{CC} = I_C \cdot R_4 + V_{D1} + V_{D2} + V_{CE \text{ cut off}} \quad (4-6)$$

$$\begin{aligned} R_4 &= \frac{V_{CC} - (V_{D1} + V_{D2}) - V_{CE \text{ cut off}}}{I_C} \\ &= \frac{5 - (2 + 2) - 0}{100 \cdot 10^{-3}} \\ &= 10 \Omega \end{aligned} \quad (4-7)$$

c. Perencanaan Diode Infra Merah

Osilasi dengan frekuensi 31,6KHz yang telah dikuatkan pada bagian penguat, akan mengakibatkan adanya pancaran sinyal infra merah dengan frekuensi seperti dalam Gambar 4.11 dan tabel kebenaran pemancar infra merah ditunjukkan dalam Tabel 4.3.



Gambar 4.11. Timing Diagram Pemancar Infra Merah
Sumber: perancangan

Tabel 4.3. Tabel kebenaran pemancar infra merah

TX	\overline{TX}	IR TX
1	0	1
0	1	0

Keterangan:

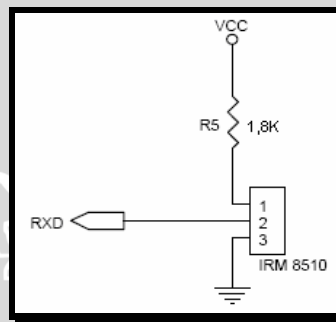
TX = Sinyal *input* hasil modulasi

\overline{TX} = Sinyal inverter *input* hasil modulasi

IR TX = Sinyal *transmitter* diode *infrared*

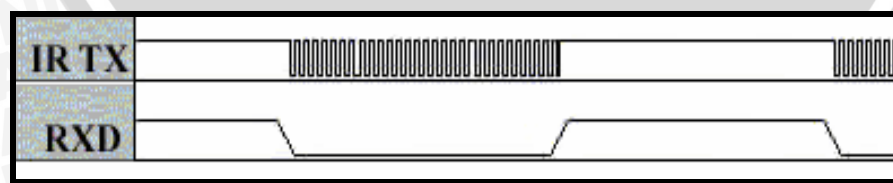
4.5.1.2. Bagian Penerima

Bagian penerima yang ditunjukkan dalam Gambar 4.12 merupakan modul penerima infra merah yang terdiri dari photo diode dan dilengkapi dengan rangkaian *bandpass* filter yang hanya melewatkan frekuensi antara 30KHz sampai 50 KHz saja. Modul IRM-8510 ini terbungkus dengan plat yang terhubung dengan *ground* rangkaian untuk melindungi rangkaian dari interferensi *noise*.



Gambar 4.12. Skema Penerima Infra Merah
Sumber: perencanaan

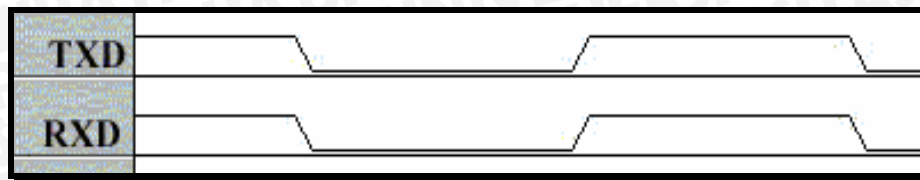
Proses demodulasi terjadi pada saat sinyal infra merah yang dikirimkan dari *transmitter* diterima oleh IRM-8510. Dengan *bandpass* filter yang dimiliki oleh IRM-8510, maka hanya melewatkan frekuensi antara 30-50 KHz. IRM-8510 akan mengubah pancaran sinar infra merah dengan frekuensi di dalam lebar pita tersebut menjadi logika 0 pada keluaran IRM-8510, sehingga dapat langsung dihubungkan ke bagian penerima (RXD) dari DST-51. Proses perubahan sinyal infra merah dengan frekuensi yang berada di dalam lebar pita menjadi logika 0, dapat dilihat dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Perubahan bentuk sinyal *output* IR TX menjadi *output* pulsa IRM-8510
Sumber: Perencanaan

Dengan adanya rangkaian pemancar dan penerima ini, maka kondisi logika 0 dan 1 pada pin TXD akan diterima pada pin RXD dengan kondisi yang sama pula

sehingga proses transmisi data serial dapat terjadi. Hasil *output* dari modul ini (RXD) ditunjukkan dalam Gambar 4.14, dimana *timing* diagram mempunyai bentuk gelombang yang sama persis dengan TXD dan tabel kebenaran penerima infra merah ditunjukkan dalam Tabel 4.4.



Gambar 4.14. Timing diagram penerima infra merah
Sumber: Perencanaan

Keterangan:

TXD = Port *output* serial DST-51

RXD = Port *input* serial DST-51

Tabel 4.4. Tabel kebenaran penerima infra merah

TXD	RXD
1	1
0	0

Sesuai *data sheet* IRM-8510:

Arus *supply* maksimal IRM-8510 yang dibutuhkan = 3mA,

$V_{cc} = 5$ Volt,

maka resistor R5 yang dibutuhkan sebesar:

$$R5 = \frac{V_{cc}}{I} = \frac{5}{3.10^{-3}} = 1,66k\Omega \quad (4-8)$$

Sehingga besarnya nilai R5 yang digunakan dalam perancangan ini adalah minimal 1,8k Ω .

4.5.2. Perancangan Koneksi Port DST-51 dengan Port Paralel Printer

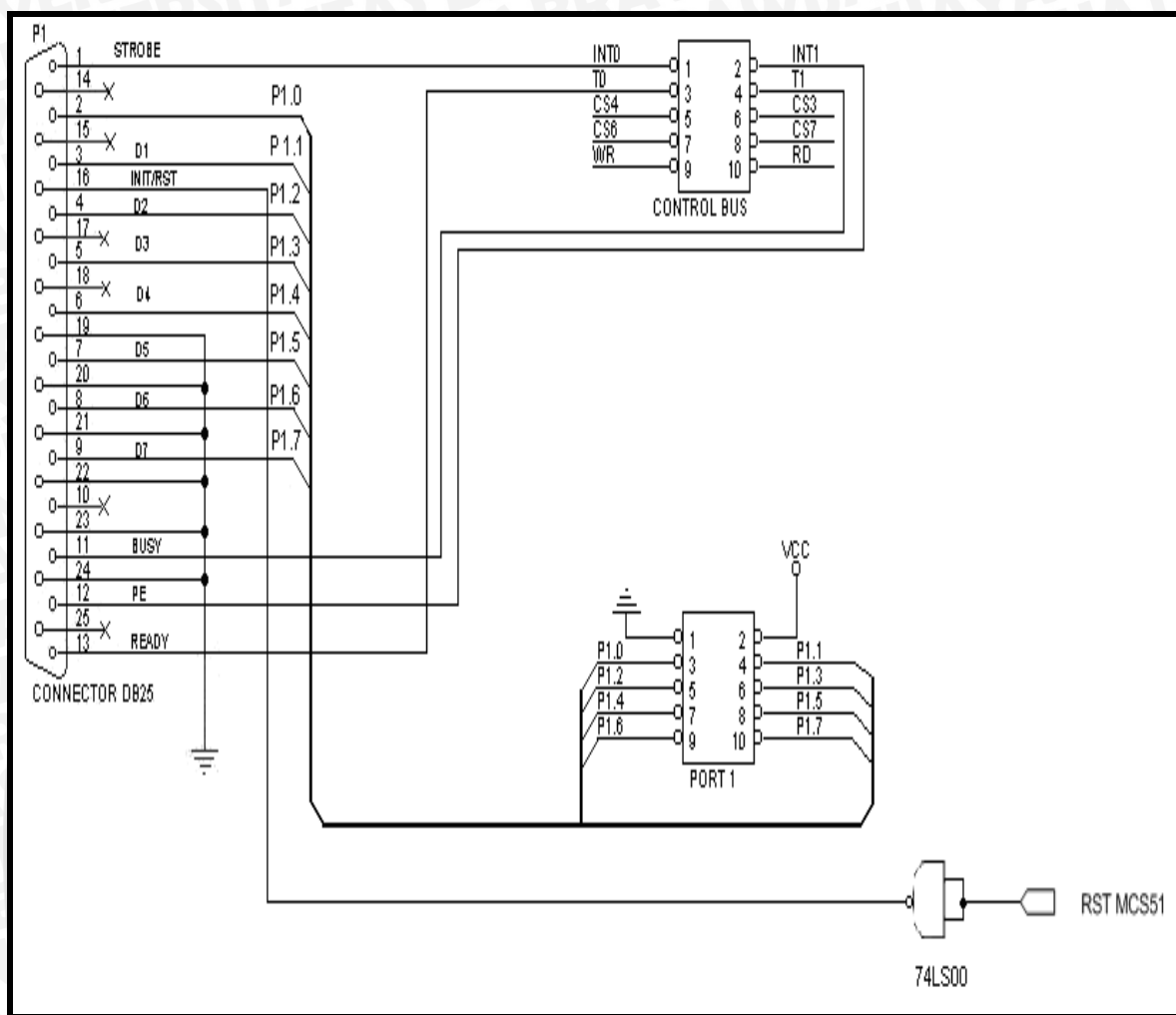
Dalam perancangan koneksi port DST-51 dengan port paralel printer, terlebih dahulu harus mengetahui fungsi pin pada port paralel printer dan port DST-51 yang digunakan dalam proses pengiriman data dari modul DST-51 ke printer dan sebaliknya, yang ditunjukkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Keterangan pin-pin pada port paralel printer dan port DST-51

Port DST-51	Deskripsi	Port Paralel	Deskripsi	Arah	Keterangan
P3.2	INT0	1	STB	<i>Input</i> Printer	Aktif <i>low</i> , menunjukkan bahwa data yang dikirimkan oleh Modul DST-51 telah siap untuk diambil di port paralel
P1	P1.0-P1.7	2-9	D0-D7	<i>Input</i> Printer	Data paralel yang dikeluarkan oleh Modul DST-51
P3.5	T1	11	<i>Busy</i>	<i>Output</i> Printer	Sinyal yang dikirimkan oleh Printer yang menunjukkan bahwa sistem sedang sibuk
P3.3	INT1	12	PE	<i>Output</i> Printer	Sinyal yang dikirimkan oleh printer saat kertas sedang tidak tersedia
P3.4	T0	13	<i>Ready</i>	<i>Output</i> Printer	Sinyal yang menunjukkan bahwa printer telah siap (aktif logika 1)
		19-24	GND		

Sumber: Perencanaan

Masing-masing pin pada port paralel printer dihubungkan dengan port I/O pada modul DST-51 yaitu port 1 dan port 3 (Control Bus). Port 1 sebagai jalur bagi data paralel dihubungkan dengan pin 2-9 pada port paralel printer. Port 3.2 (INT0) dihubungkan dengan pin1 dari port paralel printer yang akan memberikan sinyal STB. Port 3.5 (T1) dihubungkan dengan pin 11 dari port paralel printer yang akan menerima sinyal BUSY. Port 3.3 (INT1) dihubungkan dengan pin 12 dari port paralel printer yang akan menerima sinyal PE. Port 3.4 (T0) dihubungkan dengan pin 13 dari port paralel printer yang akan menerima sinyal READY. Pin 16 (INIT) pada port paralel printer dihubungkan ke invers reset Modul DST-51 yang dibangun oleh gerbang 74LS000 agar inisialisasi printer dilakukan bersamaan dengan reset Modul DST-51. Adapun skema rangkaian koneksi port Modul DST-51 dengan port paralel printer ditunjukkan dalam Gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4.15. Skema rangkaian antar muka DST-51 dengan printer
Sumber: Perencanaan

4.5.3. Pengaturan *Baudrate*

Pada saat sistem ini berjalan, port serial diinisialisasi dengan kecepatan 600 bps sesuai dengan *baudrate* komunikasi infra merah. *Baudrate* adalah frekuensi *clock* yang digunakan dalam pengiriman dan penerimaan data. Dalam perancangan ini, pengaturan nilai *baudrate* digunakan pada port serial mikrokontroler AT89C51 dalam DST-51 untuk proses pengiriman dan penerimaan komunikasi data serial. Satuan *baudrate* adalah bps (*bit per second*), yaitu jumlah bit yang dapat ditransmisikan per detik.

Mode komunikasi serial yang digunakan dalam perancangan ini adalah Mode 1, dimana mode ini bekerja secara asinkron. Komunikasi asinkron tidak memerlukan sinyal *clock* sebagai sinkronisasi, namun pengiriman data ini harus diawali dengan start bit dan diakhiri dengan stop bit. Sinyal *clock* yang merupakan *baudrate* dari komunikasi data ini dibangkitkan oleh masing-masing baik penerima data maupun pengirim data

dengan frekuensi yang sama. Pada mode 1, jumlah data yang dikirimkan sebanyak 10 *bit* yang terdiri dari *start bit*, 8 *bit* data (LSB terlebih dahulu), dan *stop bit*.

Pengaturan *baudrate* untuk mode 1 dapat dilakukan dengan cara mengubah nilai SMOD, TMOD, dan TH1. Nilai *baudrate* dan nilai TH1 diusahakan harus tepat dan bukan pembulatan. Untuk komunikasi serial kecepatan tinggi, pembulatan terhadap nilai-nilai tersebut dapat mengakibatkan kecacauan dalam proses pengiriman atau penerimaan. Jika terdapat nilai pecahan, disarankan untuk mengganti osilator dengan frekuensi yang sesuai. Untuk komunikasi dengan kecepatan rendah, toleransi terhadap kesalahan cukup besar sehingga pembulatan masih boleh dilakukan. Persamaan *Baudrate* untuk mode 1 ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Baud rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{\text{Frekuensi Oscilator}}{12 \times (256 - \text{TH1})} \quad (4-9)$$

Dengan:

Baudrate = Frekuensi *clock* pengiriman dan penerimaan data (bps)

SMOD = Serial port *enable* bit (0 atau 1)

Frek. Osilator = Frekuensi sumber *clock* eksternal (MHz)

= 1/T (1/s)

TH1 = Nilai 8-bit *reload* pada *Timer 1* (bit)

Untuk membangkitkan *baudrate* sebesar 600 bps yang sesuai dengan *baudrate* komunikasi infra merah dengan menggunakan persamaan di atas dan nilai TH1 yang dihasilkan bukan merupakan nilai pecahan, maka frekuensi osilator yang digunakan adalah sebesar 11,0592 MHz dan nilai bit SMOD = 0. Dengan persamaan (4-9) di atas, maka perhitungan nilai TH1 ditunjukkan seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{TH1} &= 256 - \frac{\text{Frekuensi Osilator}}{32(12)(\text{Baud rate})} \\ &= 256 - \frac{11,0592 \cdot 10^6}{32(12)(600)} \\ &= 208 \end{aligned} \quad (4-10)$$

4.5.4. Penentuan Jarak Jangkauan Maksimum

Untuk menentukan jarak maksimum dari penempatan *transmitter* dan *receiver* optik digunakan persamaan (4-11) di bawah ini.

$$D = \sqrt{\frac{(P)(A)(E)}{(\tan^2 \Theta)(32N)}} \quad (4-11)$$

Dengan,

D = Jarak maksimum (feet=0,3048 meter)

P = Daya *transmitter* (Watt)

A= Area lensa *receiver* (feet²)

Θ= Sudut divergensi pancar *transmitter*

N= *Noise* permukaan pin detektor (Watt)

E= Efisiensi konversi PIN (0,5)

Dengan memasukkan besarnya nilai-nilai P= 0,2 Watt, Θ= 45⁰ sesuai *data sheet* LED *Infrared* dan IRM-8510, serta persamaan (4-12) di bawah ini ke dalam persamaan (4-11),

$$\begin{aligned} A &= 6,28(\tan^2 \Theta)D^2 \\ &= 6,28(\tan(45^0)^2)269,1 \\ &= 1689,948 \end{aligned} \quad (4-12)$$

Maka besarnya nilai jarak maksimum antara *transmitter* dan *receiver* adalah,

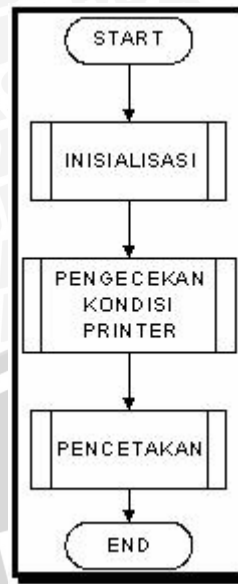
$$D = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 1689,948 \cdot 0,5}{1,32 \cdot 0,015}} = 18,76 \text{ feet} = 5,72 \text{ m}$$

4.6. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk dapat melakukan proses pengiriman data pada *wireless infrared* printer, maka perlu dirancang perangkat lunak pada modul DST-51 sehingga dapat melakukan fungsi utama tersebut. Perangkat lunak ditulis dalam bahasa *assembler* dengan set instruksi MCS-51 yang bisa digunakan untuk mikrokontroler AT89C51. Untuk merancang program-program *assembly* pada sebuah PC dibutuhkan *software* yang bekerja pada PC untuk keperluan Editor, *Assembly* dan *Download*.

4.6.1. Diagram Alir Program Utama

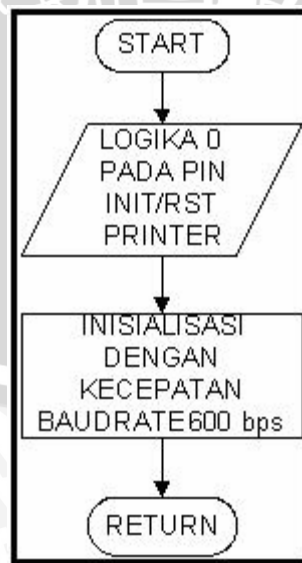
Proses pengiriman data yang terjadi pada *wireless infrared* printer ditunjukkan dengan diagram alir program utama proses tersebut yang terdiri dari beberapa subrutin dalam Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Diagram alir program utama
Sumber: Perencanaan

4.6.2. Diagram Alir Subrutin Program Inisialisasi

Pada saat sistem ini pertama kali berjalan, terlebih dahulu dilakukan inisialisasi pada printer dengan memberikan logika 0 pada INIT. Logika reset dari printer merupakan invers dari logika reset AT89C51 yang ada pada modul DST-51. Kemudian port serial diinisialisasi dengan kecepatan 600 bps sesuai dengan *baudrate* komunikasi infra merah. Diagram Alir subrutin program inisialisasi dapat dilihat dalam Gambar 4.17.



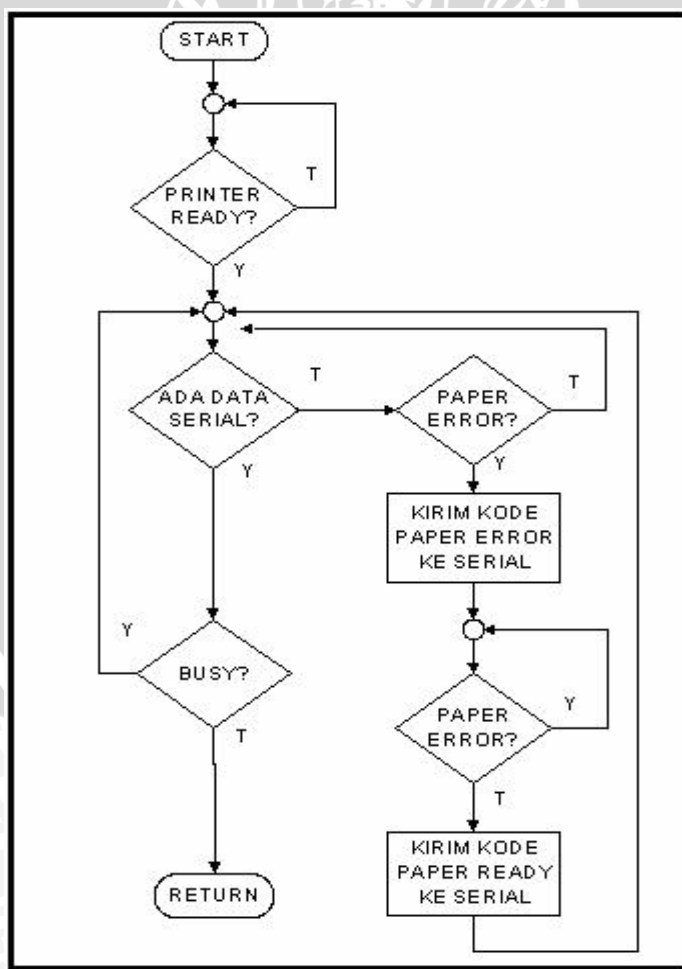
Gambar 4.17. Diagram alir subrutin program inisialisasi
Sumber: Perencanaan

4.6.3. Diagram Alir Subrutin Program Pengecekan Kondisi Printer

Pengiriman data dilakukan dengan terlebih dahulu memeriksa kondisi printer. Program menunggu printer berada dalam kondisi *online* dengan memantau kondisi logika pada pin READY. Apabila pin READY pada kabel printer berlogika 1, maka printer dalam keadaan *online*.

Apabila printer sedang dalam keadaan sibuk yang biasanya terjadi karena *memory buffer* sedang penuh, maka pin BUSY pada kabel printer akan berlogika 1. Program akan menunggu kondisi sibuk ini berakhir terlebih dahulu sebelum mengirimkan data ke printer.

Apabila kertas yang dicetak telah keluar dari printer, maka sistem harus dapat menunggu kertas baru telah tersedia. Sebagai tanda kondisi kertas sudah keluar, maka printer mengirimkan tanda berupa kondisi logika 1 pada pin *Paper Error* (PE) printer. Diagram Alir subrutin program pengecekan kondisi printer dilihat dalam Gambar 4.18.

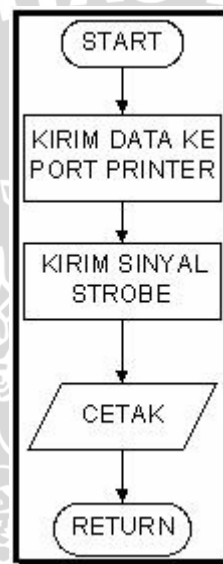


Gambar 4.18. Diagram alir subrutin program pengecekan kondisi printer
Sumber: Perencanaan

4.6.4. Diagram Alir Subrutin Program Pencetakan

Setelah printer dipastikan berada dalam kondisi *online*, berikutnya sistem akan menunggu masuknya data dari media infra merah melalui port serial. Apabila data dari port serial diterima, maka program akan mengirimkan data tersebut ke D0...D7 Printer yang terhubung dengan P1.0...P1.7 DST-51.

Setelah pengecekan kondisi printer berakhir, maka pengiriman data dilakukan dengan diakhiri sinyal *strobe* pada pin STB yang menandakan bahwa data telah dikirim oleh Modul DST-51 dan siap untuk diambil oleh printer untuk melakukan proses pencetakan data tersebut. Diagram Alir subrutin program pencetakan dapat dilihat dalam Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Diagram alir subrutin program pencetakan
Sumber: Perencanaan

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

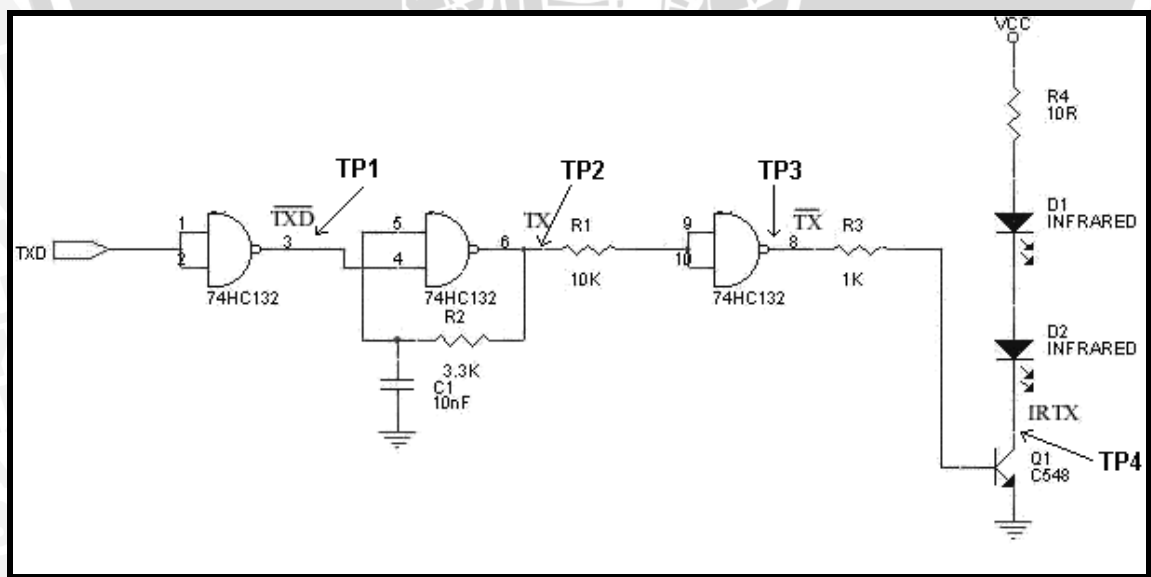
5.1. Umum

Bab ini akan membahas mengenai pengujian dan analisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan perancangan dan pembuatan rangkaian sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian peralatan yang dilakukan meliputi pengujian perangkat keras, dan pengujian gabungan antara perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian perangkat keras dilakukan pada tiap-tiap blok sehingga apabila terjadi kesalahan akan segera diketahui. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan keberhasilan perancangan.

5.2. Pengujian *Infrared Transceiver*

Pengujian *infrared transceiver* ini mempunyai 5 tahap Titik Pengujian (TP) yaitu TP1 pengujian gerbang inverter 1, TP 2 pengujian frekuensi osilator pengujian rangkaian modulator dan, TP 3 pengujian gerbang inverter 2, TP 4 pengujian rangkaian penguat.

Pengujian dilakukan pada tiap-tiap titik pengujian akan dapat diketahui bentuk sinyal dan frekuensi yang dihasilkan, kemudian akan digunakan sebagai masukan rangkaian berikutnya. Berikut merupakan rangkaian *infrared transceiver* beserta titik pengujiannya yang ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Skema rangkaian *infrared transceiver* dan titik pengujiannya
Sumber: Pengujian

5.2.1. Pengujian gerbang inverter 1 (TP 1)

5.2.1.1. Tujuan

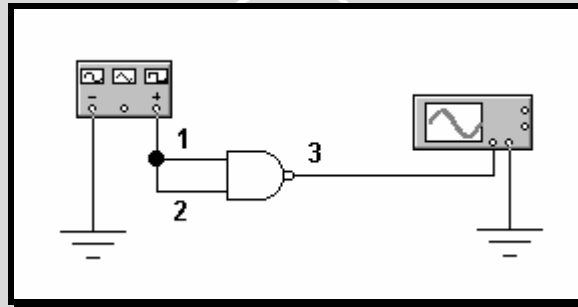
Pengujian gerbang inverter ini bertujuan untuk mengetahui apakah gerbang inverter mampu untuk membalik sinyal masukan sesuai yang dibutuhkan oleh rangkaian berikutnya.

5.2.1.2. Peralatan pengujian

1. Osiloskop HAMEG 20 MHz.
2. *Function Generator* SO5127-2R 20 KHz.
3. Rangkaian *infrared transceiver*.
4. *Power Supply* 5 Volt

5.2.1.3. Prosedur pengujian

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.2.

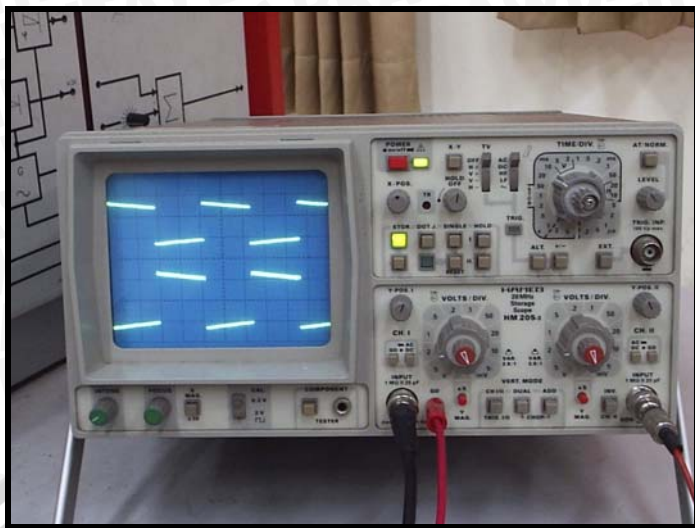


Gambar 5.2. Skema rangkaian pengujian gerbang inverter 1
Sumber: Pengujian

2. Menghubungkan *power supply* 5 Volt pada rangkaian *Infrared Transceiver*.
3. Menghubungkan *input* rangkaian dengan *function generator* dan mengatur frekuensi pada *function generator* pada frekuensi 23 Hz.
4. Menghubungkan *input* (pin 1 dan pin 2) rangkaian pada *channel 1* osiloskop dan *output* (pin 3) rangkaian pada *channel 2* osiloskop.
5. Mengatur osiloskop pada skala *time/div* = 20ms dan skala *volt/div* = 2 Volt.
6. Mengamati bentuk sinyal *input* dan *output* dari gerbang inverter pada osiloskop.

5.2.1.4. Hasil pengujian

Hasil pengujian gerbang inverter dapat dilihat dalam Gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.3. Sinyal *input* (tampilan atas) dan *output* (tampilan bawah) pengujian gerbang inverter
Sumber: Pengujian

5.2.1.5. Analisis hasil pengujian

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada gambar di atas menunjukkan bahwa *output* dari gerbang inverter merupakan kebalikan dari *input* yang diberikan pada kaki TXD *infrared transceiver*.

Dari hasil pengujian, gerbang inverter dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam perancangan.

5.2.2. Pengujian frekuensi osilator (TP 2)

5.2.2.1. Tujuan

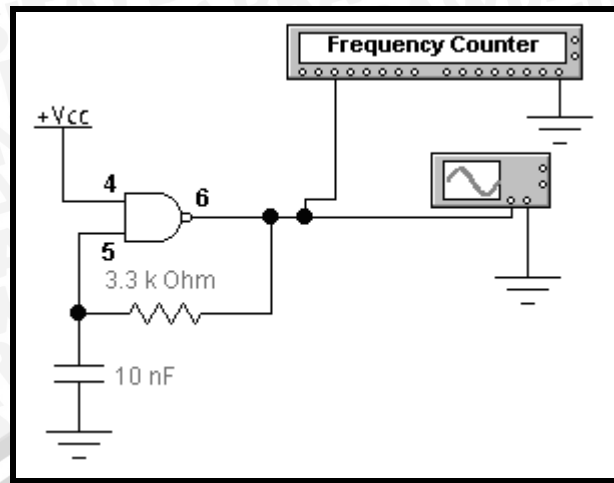
Pengujian frekuensi osilator ini untuk melihat apakah gerbang NAND dan rangkaian osilator dapat menghasilkan sinyal *carrier* dengan frekuensi yang direncanakan.

5.2.2.2. peralatan pengujian

1. Osiloskop HAMEG 20 MHz.
2. *Function Generator* SO5127-2R 20 KHz.
3. *Frequency counter* Model HC-F1000L.
4. Rangkaian *infrared transceiver*.
5. *Power Supply* 5 Volt.

5.2.2.3. Prosedur pengujian

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.4.

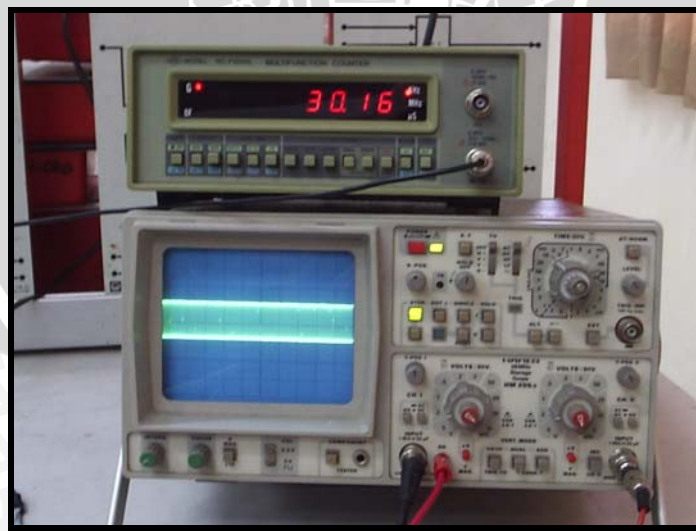


Gambar 5.4. Skema rangkaian pengujian frekuensi osilator
Sumber: Pengujian

2. Memberikan *input* (pin 4) rangkaian modulator dengan tegangan VCC 5 Volt.
3. Menghubungkan output (pin 6) rangkaian modulator pada osiloskop dan *frequency counter*.
4. Mengatur osiloskop pada skala $time/div = 5ms$ dan skala $volt/div = 2$ Volt.
5. mengamati bentuk sinyal *output* pada osiloskop dan frekuensi yang dihasilkan pada *frequency counter*.

5.2.2.4. Hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian frekuensi osilator dapat dilihat dalam Gambar 5.5 di bawah ini.



Gambar 5.5. Sinyal *carrier* dan nilai frekuensi osilasi pengujian frekuensi osilator
Sumber: Pengujian

5.2.2.5. Analisis hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, osiloskop menunjukkan *output* berupa sinyal *carrier* dengan frekuensi yang ditunjukkan pada *frequency counter* menunjukkan nilai 30,16KHz. Sedangkan hasil perhitungan yang diinginkan adalah 31,6KHz, tetapi frekuensi tersebut sesuai dengan frekuensi transmisi infra merah yang berkisar antara 30KHz – 50KHz. Persentase kesalahan dari hasil pengujian ini adalah sebesar 4,56%, dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \% \text{ Kesalahan} &= \left| \frac{\text{Hasil perhitungan} - \text{Hasil pengujian}}{\text{Hasil perhitungan}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{31,6 - 30,16}{31,6} \right| \times 100\% \\ &= 4,56\% \end{aligned}$$

Hasil pengujian yang didapat tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam perancangan dimana dalam perancangan frekuensi yang dihasilkan adalah 31,6KHz, sedangkan dalam pengujian frekuensi menunjukkan 30,16KHz. Hal tersebut dikarenakan adanya sensitivitas pada alat dan media ukur.

5.2.3. Pengujian rangkaian modulator (TP 2)

5.2.3.1. Tujuan

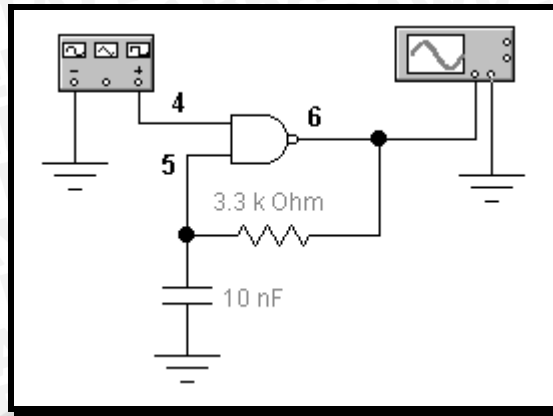
Pengujian rangkaian modulator ini untuk mengetahui apakah rangkaian modulator dapat menggabungkan sinyal informasi dan sinyal *carrier*.

5.2.3.2. Peralatan pengujian

1. Osiloskop HAMEG 20 MHz.
2. *Function Generator* SO5127-2R 20 KHz.
3. Rangkaian *infrared transceiver*.
4. *Power Supply* 5 Volt.

5.2.3.3. Prosedur percobaan

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.6.

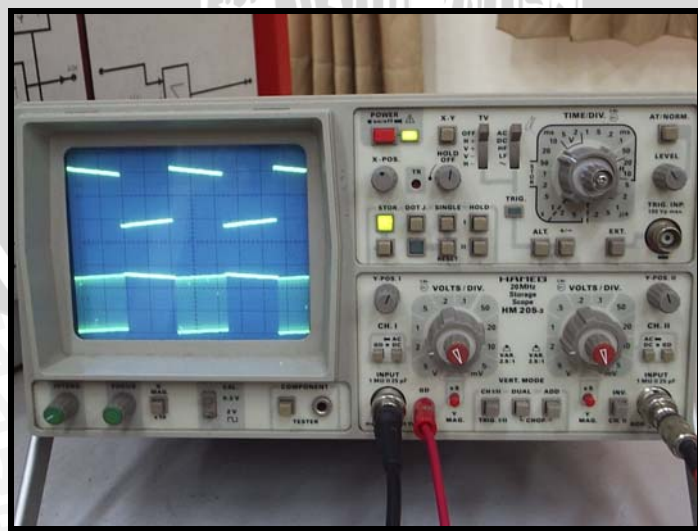


Gambar 5.6. Skema rangkaian pengujian rangkaian modulator
Sumber: Pengujian

2. Menghidupkan *power supply* sebesar 5 Volt.
3. Menghubungkan *input* (pin 4 dan pin 5) rangkaian dengan function generator dan mengatur frekuensi pada *function generator* pada frekuensi 23 Hz.
4. Menghubungkan *input* (pin 4 dan pin 5) rangkaian pada *channel 1* osiloskop dan *output* (pin 6) rangkaian pada *channel 2* osiloskop.
5. Mengatur osiloskop pada skala *time/div* = 10ms dan skala *volt/div* = 2 Volt.
6. Mengamati bentuk sinyal *input* dan *output* dari rangkaian modulator pada osiloskop.

5.2.3.4. Hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian modulator dapat dilihat dalam Gambar 5.7 di bawah ini.



Gambar 5.7. Sinyal *input* (tampilan atas) dan *output* (tampilan bawah) pengujian rangkaian modulator
Sumber: Pengujian

5.2.3.5. Analisis hasil pengujian

Gerbang NAND pada rangkaian modulator dalam *infrared transceiver* ini berfungsi untuk memodulasi sinyal informasi atau *input* dan sinyal *carrier* menjadi sinyal termodulasi serta membalikinya, seperti yang ditunjukkan dalam *output* pada gambar di atas.

Dari hasil pengujian, rangkaian modulator dapat menggabungkan sinyal informasi dengan sinyal *carrier* sesuai spesifikasi yang ditentukan dalam perancangan.

5.2.4. Pengujian gerbang inverter 2 (TP 3)

5.2.4.1. Tujuan

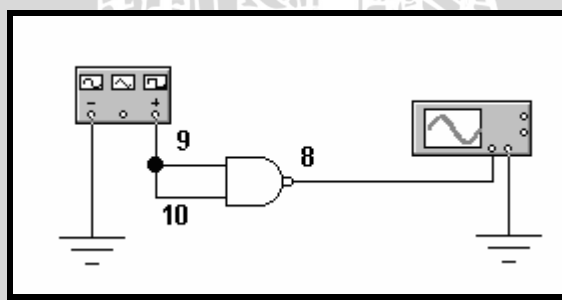
Pengujian gerbang inverter ini bertujuan untuk mengetahui apakah gerbang inverter mampu untuk membalik sinyal masukan yang berupa sinyal termodulasi sesuai yang dibutuhkan oleh rangkaian penguat.

5.2.4.2. Peralatan pengujian

1. Osiloskop HAMEG 20 MHz.
2. *Function Generator* SO5127-2R 20 KHz.
3. Rangkaian *infrared transceiver*.
4. *Power Supply* 5 Volt.

5.2.4.3. Prosedur Pengujian

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.8.



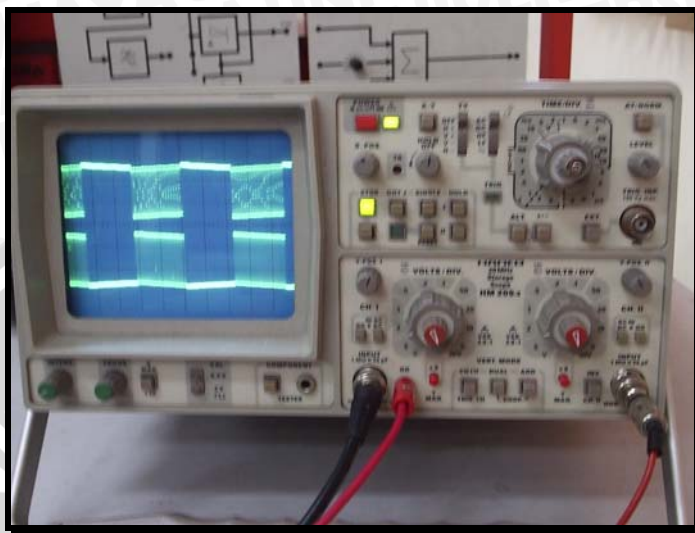
Gambar 5.8 Skema rangkaian pengujian gerbang inverter 2
Sumber: Pengujian

2. Menghubungkan *power supply* 5 Volt pada rangkaian *infrared transceiver*.
3. Menghubungkan *input* (pin 9 dan pin 10) rangkaian dengan *function generator* dan mengatur frekuensi pada function generator pada frekuensi 23 Hz.
4. Menghubungkan *input* (pin 9 dan pin 10) rangkaian pada *channel 1* osiloskop dan *output* (pin 8) rangkaian pada *channel 2* osiloskop.
5. Mengatur osiloskop pada skala *time/div* = 20ms dan skala *volt/div* = 2 Volt.

6. Mengamati bentuk sinyal *input* dan *output* dari gerbang inverter pada osiloskop.

5.2.4.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian gerbang inverter dapat dilihat dalam Gambar 5.9 di bawah ini.



Gambar 5.9 Sinyal *input* (tampilan atas) dan *output* (tampilan bawah) pengujian gerbang inverter
Sumber: Pengujian

5.2.4.5. Analisis hasil pengujian

Hasil pengujian yang ditunjukkan dalam osiloskop menunjukkan bahwa *output* dari gerbang inverter merupakan kebalikan dari *input* sinyal termodulasi tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian, pengujian sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam perancangan.

5.2.5. Pengujian rangkaian penguat (TP 4)

5.2.5.1. Tujuan

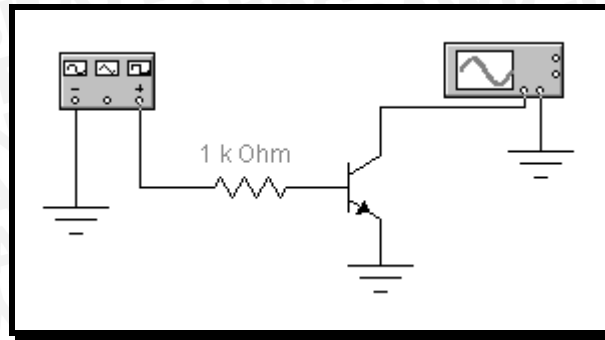
Pengujian rangkaian penguat ini untuk mengetahui bentuk sinyal keluaran setelah dikuatkan melalui rangkaian penguat.

5.2.5.2. Peralatan pengujian

1. Osiloskop HAMEG 20 MHz.
2. *Function Generator* SO5127-2R 20 KHz.
3. Rangkaian *infrared transceiver*.
4. *Power Supply* 5 Volt.

5.2.5.3. Prosedur pengujian

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.10.

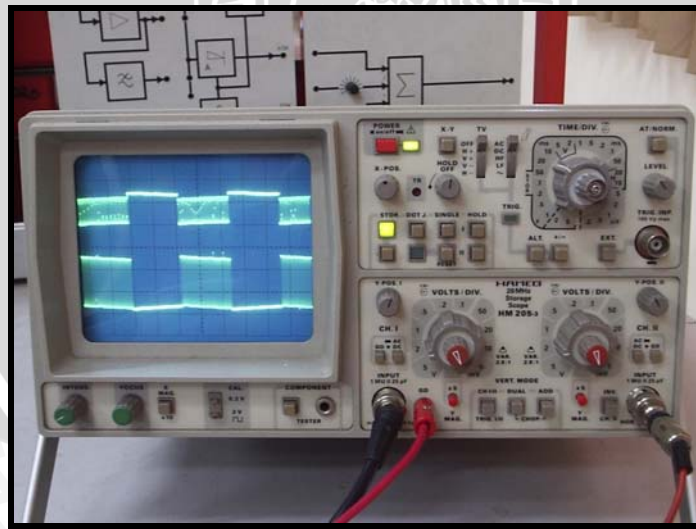


Gambar 5.10 Skema rangkaian pengujian rangkain penguat
Sumber: Pengujian

2. Menghidupkan *power supply* sebesar 5 Volt.
3. Menghubungkan *input* rangkaian dengan *function generator* dan mengatur frekuensi pada *function generator* pada frekuensi 23 Hz.
4. Menghubungkan *input* rangkaian pada *channel 2* osiloskop dan *output* rangkaian pada *channel 1* osiloskop.
5. Mengatur osiloskop pada skala $time/div = 20ms$ dan skala $volt/div = 2$ Volt.
6. Mengamati bentuk sinyal *input* dan *output* dari rangkaian penguat pada osiloskop.

5.2.5.4. Hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian penguat dapat dilihat dalam Gambar 5.11 di bawah ini.



Gambar 5.11 Sinyal *input* (tampilan bawah) dan *output* (tampilan atas) pengujian rangkaian penguat
Sumber: Pengujian

5.2.5.5. Analisis hasil pengujian

Hasil pengujian menunjukkan *output* dari rangkaian penguat memiliki amplitudo yang lebih kecil dibandingkan amplitudo dari *input*. Hal ini dikarenakan adanya turun tegangan dengan komponen-komponen lain pada rangkaian penguat seperti LED *infrared* dan resistor, sehingga amplitudo *output* lebih kecil dibanding *input* yang diberikan oleh tegangan VCC sebesar 5 Volt. Sedangkan komponen transistor pada rangkaian penguat digunakan untuk menguatkan arus dan sebagai inverter.

Berdasarkan hasil pengujian maka pengujian yang didapat sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam perancangan.

5.3. Pengujian pencetakan

5.3.1. Tujuan

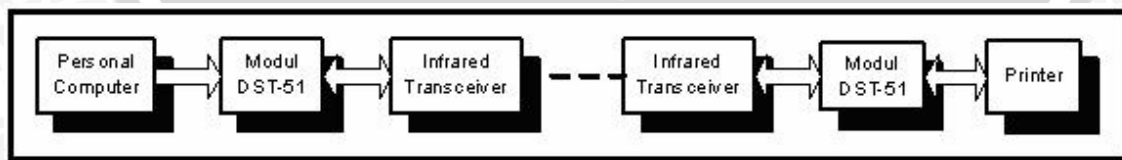
Pengujian pencetakan ini untuk mengetahui kemampuan pencetakan dengan menggunakan dua printer yang berbeda dan untuk mengetahui jarak maksimal *wireless infrared* printer ini dalam melakukan pencetakan.

5.3.2. Peralatan pengujian

1. *Personal Computer* (PC).
2. Kabel paralel konektor DB-25.
3. Modul DST-51.
4. *Infrared Transceiver*.
5. Printer Epson LX-300 dan Epson LQ-2170.

5.3.3. Prosedur pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Blok diagram pengujian pencetakan
Sumber: Pengujian

2. Menjalankan sistem dengan mengirimkan data yang akan dicetak sebanyak 100 karakter dari PC dengan menggunakan fasilitas DOS (*Disk Operating System*).
3. Pengujian dilakukan sebanyak 11 x dengan menggunakan dua printer yang berbeda.

4. Menjalankan dan menguji sistem dengan mengatur jarak masing-masing antara 1 meter hingga 6,5 meter.

5.3.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian pencetakan dapat dilihat dalam Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.1 Tabel pengujian dengan menggunakan printer Epson LX-300

No.	Pengujian	Jarak (Meter)	Keterangan
1	Pengujian 1	1	Berhasil
2	Pengujian 2	1,5	Berhasil
3	Pengujian 3	2	Berhasil
4	Pengujian 4	2,5	Berhasil
5	Pengujian 5	3	Berhasil
6	Pengujian 6	3,5	Berhasil
7	Pengujian 7	4	Berhasil
8	Pengujian 8	4,5	Berhasil
9	Pengujian 9	5	Berhasil
10	Pengujian 10	6	Berhasil
11	Pengujian 11	6,5	Gagal

Sumber: Pengujian

Tabel 5.2. Tabel pengujian dengan menggunakan printer Epson LQ-2170

No.	Pengujian	Jarak (Meter)	Keterangan
1	Pengujian 1	1	Berhasil
2	Pengujian 2	1,5	Berhasil
3	Pengujian 3	2	Berhasil
4	Pengujian 4	2,5	Berhasil
5	Pengujian 5	3	Berhasil
6	Pengujian 6	3,5	Berhasil
7	Pengujian 7	4	Berhasil
8	Pengujian 8	4,5	Berhasil
9	Pengujian 9	5	Berhasil
10	Pengujian 10	6	Berhasil
11	Pengujian 11	6,5	Gagal

Sumber: Pengujian

5.3.5. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, proses pencetakan data dengan *wireless infrared* printer ini berjalan baik dengan mengatur antar muka PC paralel port - DST-51 dan antar muka DST-51 – printer pada jarak antara 1 meter hingga 6 meter. Pada pengujian dengan jarak 6,5 meter, proses pencetakan mengalami kegagalan. Hal ini disebabkan karena daya infra merah yang dipancarkan dari *transmitter infrared* menjadi berkurang dikarenakan semakin jauhnya jarak antara *transmitter infrared* dan *receiver infrared* tersebut.

Dari pengujian ini menunjukkan bahwa sistem telah berjalan sesuai spesifikasi dari perancangan. Printer Epson LX-300 dan printer Epson LQ-2170 yang memiliki koneksi paralel dapat berjalan pada sistem *wireless infrared* printer ini.

5.4. Pengujian sistem secara keseluruhan

5.4.1. Tujuan

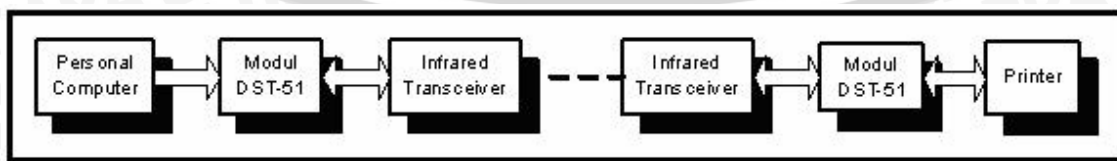
Untuk mengetahui apakah pin-pin DST-51 yang bekerja dalam proses pengiriman data menunjukkan kondisi (logika 1 atau logika 0) yang sesuai dengan perancangan.

5.4.2. Peralatan pengujian

1. *Personal Computer* (PC).
2. Kabel paralel konektor DB-25.
3. Modul DST-51.
4. *Infrared Transceiver*.
5. Printer Epson LX-300.
6. *Logic probe*.

5.4.3. Prosedur pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Blok Diagram pengujian *Wireless Infrared Printer* Secara Keseluruhan
Sumber: Pengujian

2. PC mengirimkan data yang akan dicetak menuju printer dan mengamati kondisi pin DST-51 dengan menggunakan *logic probe*.
3. Mengamati kondisi pin DST-51 ketika PC mengirimkan data berkali-kali hingga printer menjadi sibuk (*busy*) dengan menggunakan *logic probe*.
4. Mengamati kondisi pin DST-51 ketika PC mengirimkan data dan kertas pada printer tidak tersedia (*paper error*) dengan menggunakan *logic probe*.

5.4.4. Hasil pengujian

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat dalam Tabel 5.3 di bawah ini.

Tabel 5.3. Tabel keterangan kondisi pada DST-51 dengan printer

Kondisi	Pin 3.4	Pin 3.2	Pin 3.3	Pin 3.5	Pin 1	Arah	Keterangan
STB	1	0	0	0	0	Input Printer	Aktif <i>low</i> , menunjukkan data pada DST 51 telah siap untuk diambil printer
D0-D7	1	0	0	0	1	Input Printer	Data paralel yang dikeluarkan oleh DST-51
<i>Busy</i>	1	1	0	1	0	Output Printer	Sinyal yang dikirimkan printer ketika sedang sibuk
<i>Paper Error</i>	1	1	1	0	0	Output Printer	Sinyal yang dikirimkan printer ketika kertas tidak tersedia
<i>Ready</i>	1	0	0	0	0	Output Printer	Sinyal yang menunjukkan printer telah siap

Sumber: Pengujian

5.4.5. Analisis hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, logika 1 dan logika 0 yang ditunjukkan pada masing-masing pin telah menunjukkan kondisi yang sesuai dengan keadaan printer.

Pin-pin yang bekerja pada DST-51 dengan printer, yaitu *Strobe*, *Ready*, *Busy*, *Paper Error*, dan D0-D7 menunjukkan kondisi sesuai spesifikasi perancangan yang diinginkan dalam antar muka ini.

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian antar muka *wireless infrared* printer pada proses pengiriman data dengan menggunakan DST-51, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Komunikasi data pada *wireless infrared* printer menggunakan media infra merah dengan *infrared transceiver* sebagai komponen elektronika. *Infrared transceiver* ini terdiri dari bagian pemancar (*transmitter*) dan bagian penerima (*receiver*). Pada bagian pemancar terdiri dari rangkaian modulator, rangkaian penguat dan diode infra merah. Sedangkan pada bagian penerima terdiri dari modul IR-8510.
2. Modul DST-51 yang berbasis mikrokontroler AT89C51 digunakan untuk mengendalikan proses kerja dalam pengiriman data *wireless infrared* printer.
3. Koneksi port paralel digunakan untuk mengirimkan data dari modul DST-51 menuju printer maupun sebaliknya.
4. Proses inisialisasi serial pada modul DST-51 dilakukan dengan mengatur kecepatan *baudrate* sebesar 600 bps.
5. Hasil perhitungan frekuensi *carrier* dalam perancangan yang digunakan komunikasi infra merah adalah 31,6KHz, sedangkan dalam pengujian frekuensi *carrier* yang dihasilkan adalah 30,16KHz. Frekuensi tersebut masih sesuai dengan frekuensi transmisi infra merah yang berkisar antara 30KHz - 50KHz. Nilai persentase kesalahan tersebut adalah sebesar 4,56%.
6. Hasil pengujian menunjukkan *wireless infrared* printer dapat bekerja dengan baik pada jarak maksimal 6 meter.

6.2. Saran

Dalam perancangan antar muka *wireless infrared* printer pada proses pengiriman data dengan menggunakan DST-51 diperlukan penyempurnaan kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut yaitu sebagai berikut.

1. Penggunaan media infra merah sebagai media komunikasi data secara *wireless* digantikan dengan media lainnya, misalnya *bluetooth* ataupun gelombang radio.
2. Diperlukan penggantian koneksi port paralel printer dengan koneksi port printer yang menggunakan USB (*Universal serial Bus*).

DAFTAR PUSTAKA

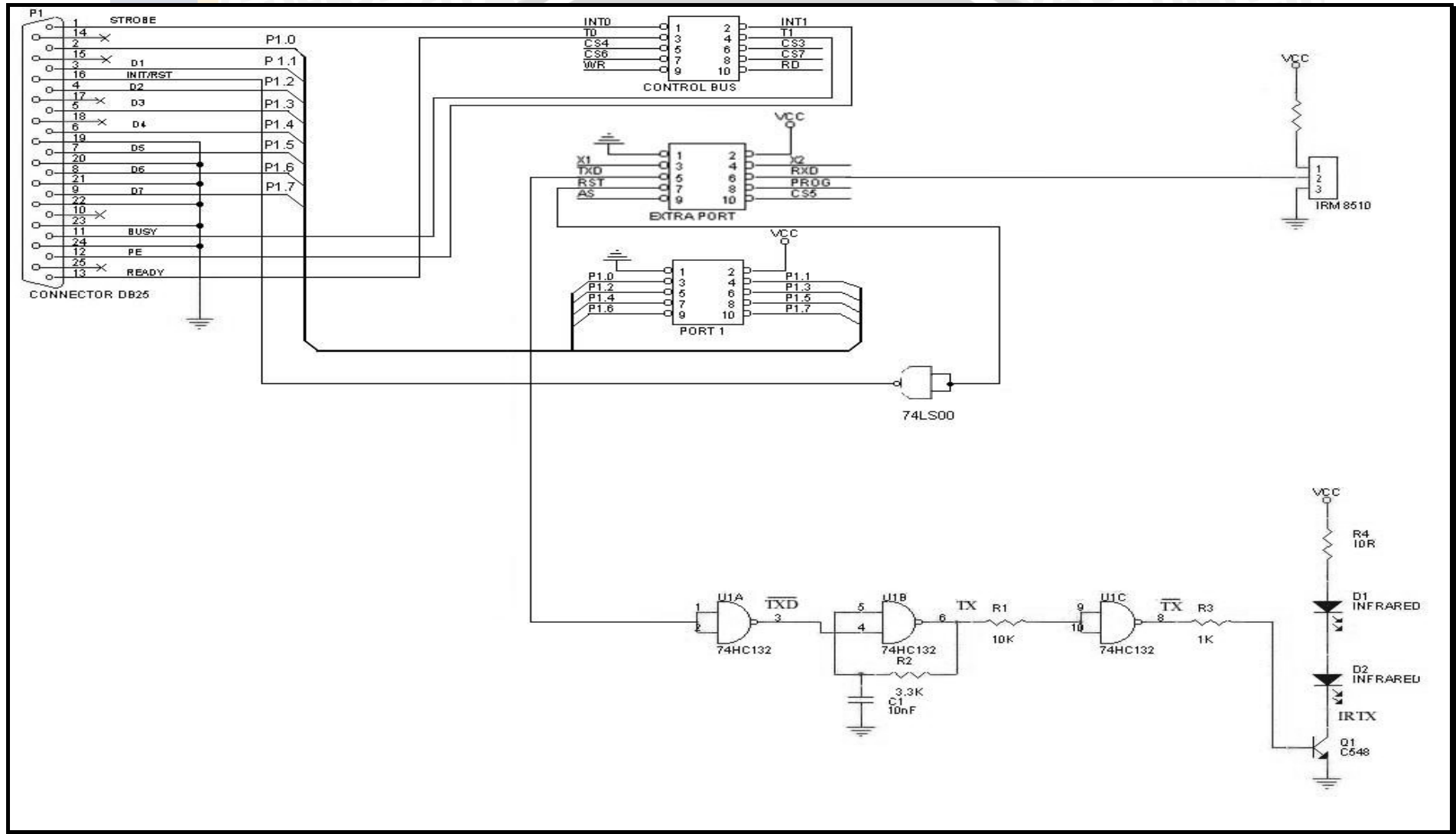
- Stallings, William. 2001. *Komunikasi Data dan Komputer*, Jakarta: Salemba Teknika
- Nalwan, Paulus Andi. 2003. *Panduan Praktis Teknik Antar Muka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Putra, Agfianto Eko. 2004. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi*, Yogyakarta: Gava Medika
- Suhata. 2004. *VB sebagai Pusat Kendali Peralatan Elektronik*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Cooper, Willoem D. 1985. *Instrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran*. Jakarta. Erlangga
- Coughlin, R. F., Driscoll, F. F. 1983. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*. Edisi Kedua. Alih Bahasa Soemito, H. W. Jakarta. Erlangga
- Peacock, Craig. 1998. *Interfacing the Standard Parallel Port*.
www.senet.com.au/~cpeacock
- Johnson, David A., 2006. *Handbook of Optical Through the Air Communications*.
www.imagineeringezine.com
- Anonymous, 1997. *BC546;BC547;BC548 Data sheet*.
www.semiconductorsphillips.com
- Anonymous, 1994. *74HC132 Data sheet*. www.rapidelectronics.co.uk
- Anonymous, tanpa tahun. *IRM-8510 Data sheet*. www.everlight.com
- Anonymous, 2000. *Atmel AT89C51 Data Sheet*. www.atmel.com
- Anonymous, tanpa tahun. *Cable Pinouts*. www.innovativeelectronics.com

LAMPIRAN



LAMPIRAN I

Gambar Keseluruhan Rangkaian



LAMPIRAN II

Listing program Modul DST-51

```

.CODE
ROM EQU 2000H

PE Bit INT1
Busy Bit T1
STB Bit INTO
Ready Bit T0
KodePaperError EQU 01H
KodePaperReady EQU 02H

Org ROM ;Reset Vector
Ajmp Start ;
Org ROM+3H ;External Interrupt 0 Vector
Reti ;
Org ROM+0BH ;Timer 0 Interrupt Vector
Reti ;
Org ROM+13H ;External Interrupt 1 Vector
Reti ;
Org ROM+1BH ;Timer 1 Interrupt Vector
Reti ;
Org ROM+23H ;Serial Interrupt Vector
Ajmp Serial_Interrupt

Start:
Acall Init_Serial
Jnb Ready,$ ;Tunggu Printer siap
CLR RI
Clr TI
Setb EA
Setb ES

Loop:
Jnb PE,$
Mov A,#KodePaperError
Lcall Serial_Out
Jb PE,$
Mov A,#KodePaperReady
Lcall Serial_Out
Ajmp Loop

Serial_Interrupt:
Clr RI
Clr TI
Clr ES
MOV A,SBUF
Acall KirimkePrinter
Setb ES
Reti

Init_Serial:
MOV SCON,#52H ; Mode 1 Ren
MOV TMOD,#20H ; T0 Mode 2, T1 Mode 2
MOV TH1,#0D0H ; 600 Baudrate
MOV TCON,#040H ; T1 On, T0 Off

```

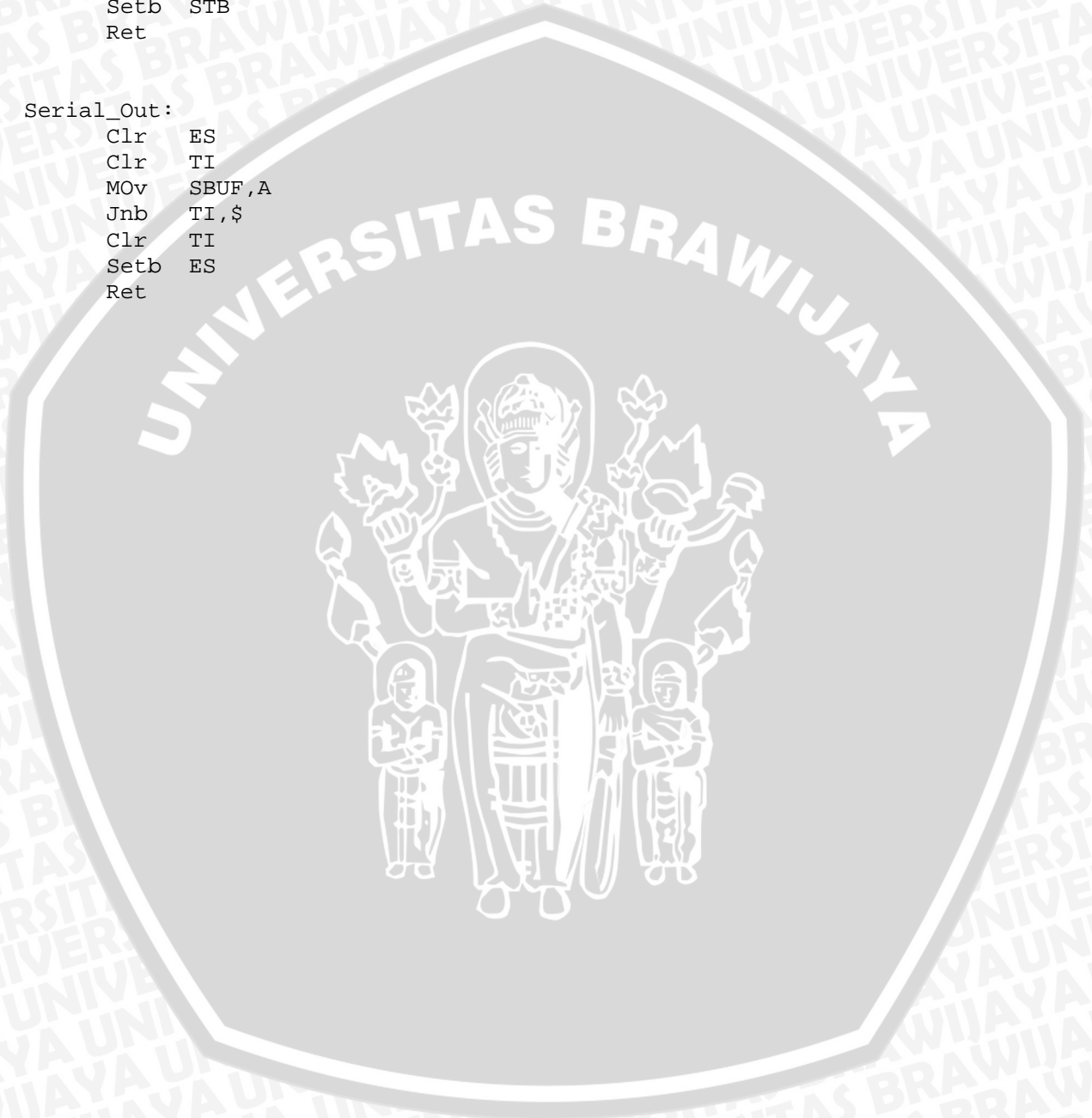
```
MOV   PCON,#00H      ;  
Clr   RI              ; Hapus Flag Receive  
Clr   TI              ; Hapus Flag Transmit  
RET
```

KirimkePrinter:

```
Jb    Busy,$          ;Printer Busy, tunggu  
Mov   P1,A  
Clr   STB  
Setb  STB  
Ret
```

Serial_Out:

```
Clr   ES  
Clr   TI  
MOv   SBUF,A  
Jnb   TI,$  
Clr   TI  
Setb  ES  
Ret
```



LAMPIRAN III

Foto Alat



Tampak Luar



Tampak Dalam

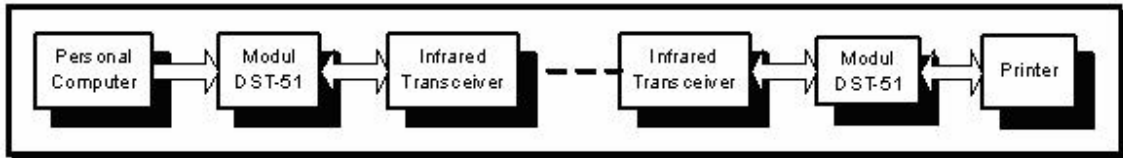


Tampak Belakang

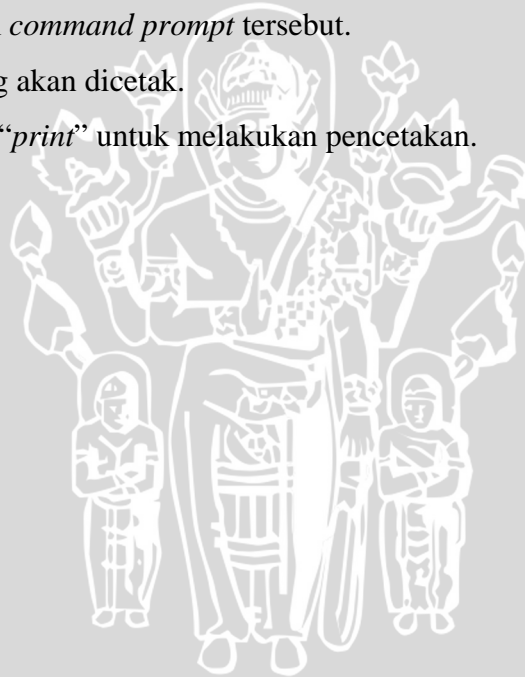
LAMPIRAN IV

Cara Pemakaian Alat *Wireless Infrared Printer*

1. Menyusun perangkat PC, *wireless infrared* printer dan printer sesuai rangkaian seperti dalam gambar di bawah ini.



2. Menyalakan semua perangkat tersebut.
3. Menyiapkan kertas pada printer.
4. Masuk pada sistem *command prompt* pada *windows*, kemudian ketik perintah “*edit*” pada sistem *command prompt* tersebut.
5. Mengetik *file* yang akan dicetak.
6. Memilih perintah “*print*” untuk melakukan pencetakan.



LAMPIRAN V

LEMBAR DATA SHEET



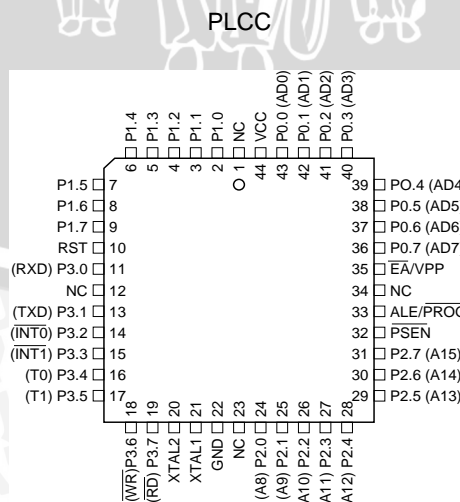
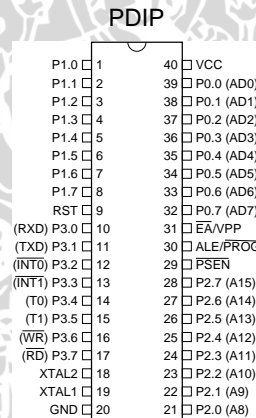
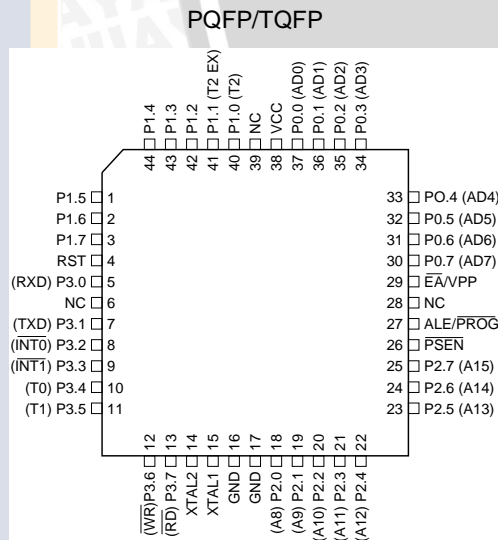
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

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

Pin Configurations



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

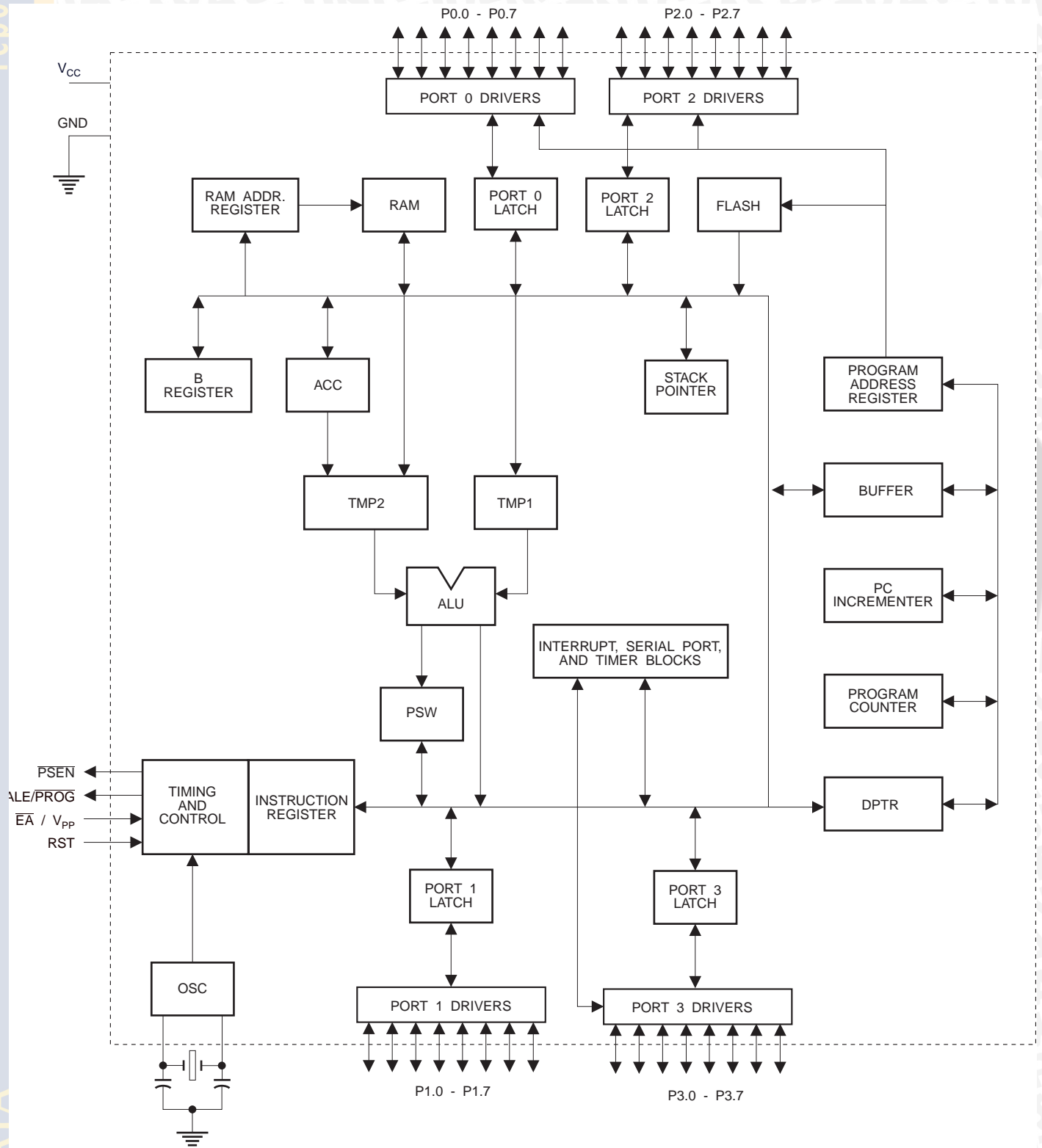
AT89C51

**Not Recommended
for New Designs.
Use AT89S51.**





Block Diagram



The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 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 hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

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

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

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

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. 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 pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

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

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. 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 pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

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

Port 3

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

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

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (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)

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

RST

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

ALE/ $\overline{\text{PROG}}$

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

$\overline{\text{PSEN}}$

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

When the AT89C51 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.

$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$

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, for parts that require 12-volt V_{PP} .

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left

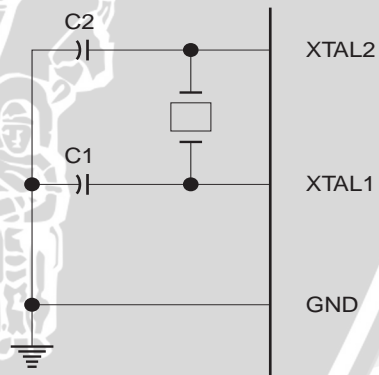
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

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

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

Figure 1. Oscillator Connections

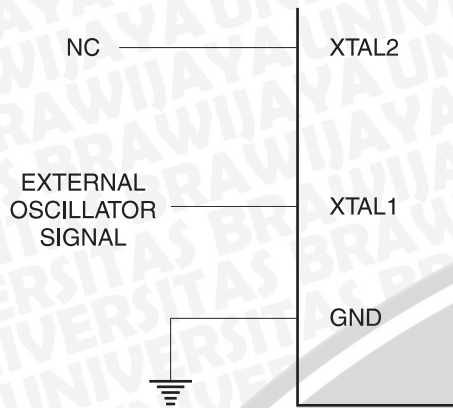


Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



ters retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

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

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

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 Regis-

Lock Bit Protection Modes

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



Programming the Flash

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

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

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

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

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

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

and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

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

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

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

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

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

- (030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (031H) = 51H indicates 89C51
- (032H) = FFH indicates 12V programming
- (032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

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

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

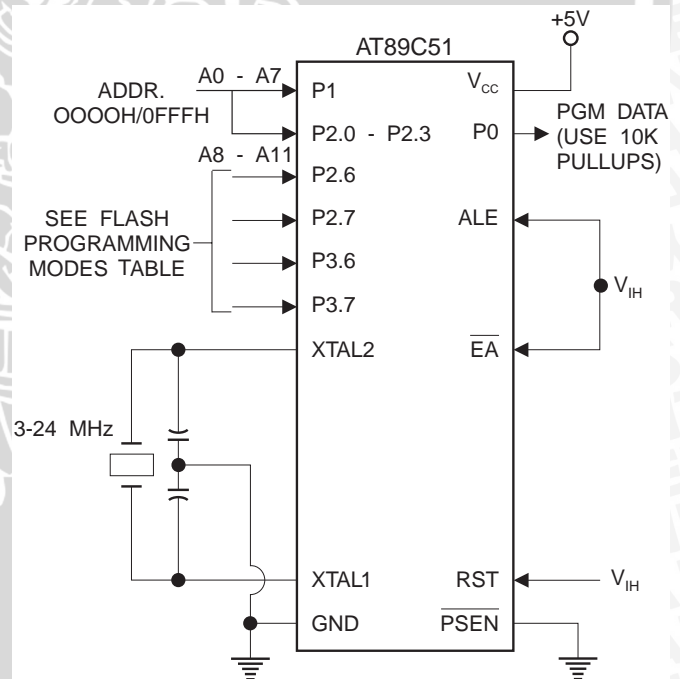
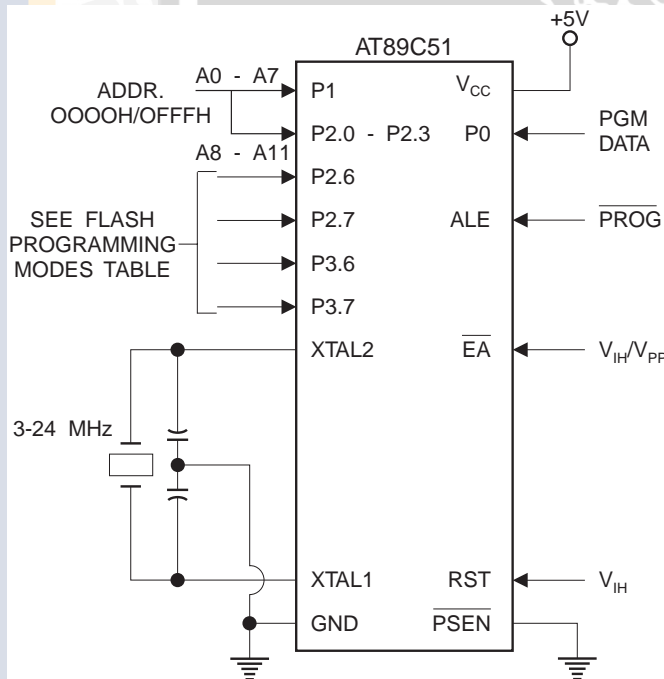
Flash Programming Modes

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

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

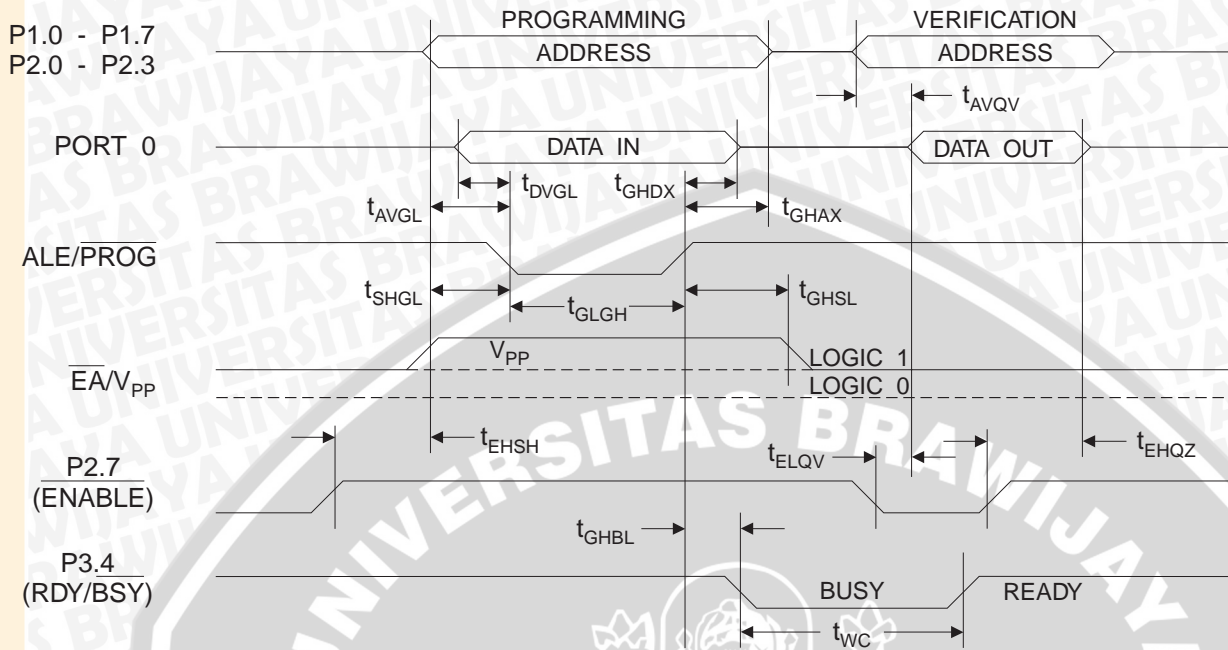
Figure 3. Programming the Flash

Figure 4. Verifying the Flash

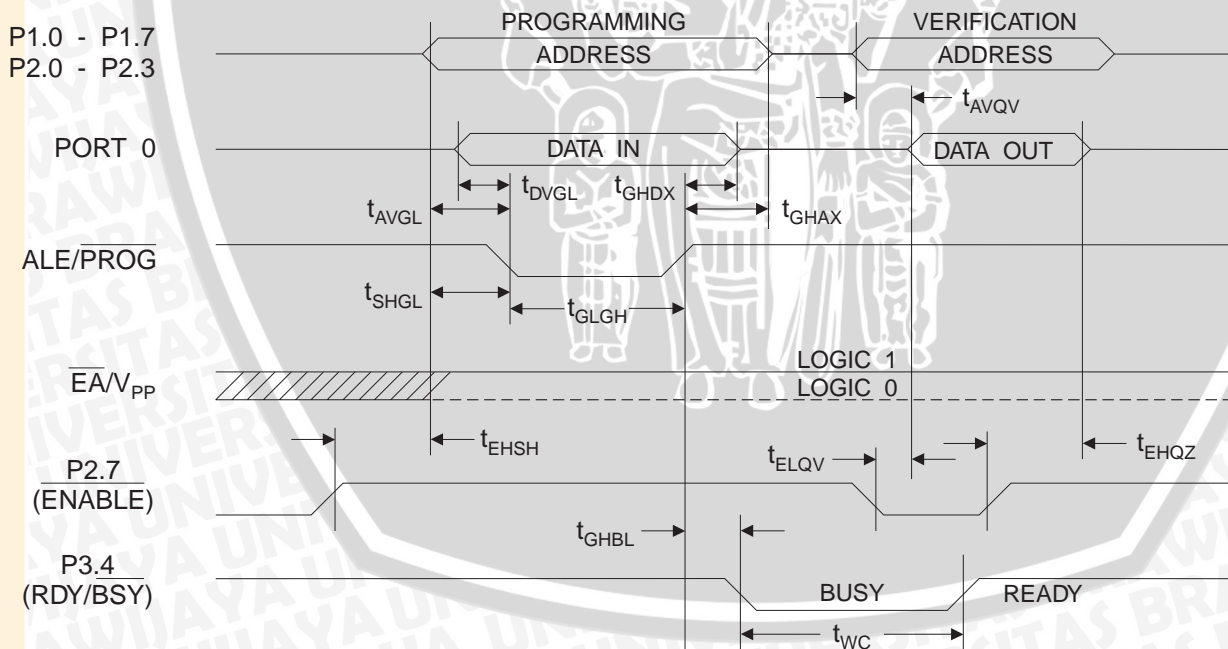




Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode ($V_{PP} = 12V$)



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



Flash Programming and Verification Characteristics

 $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}, V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold after $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold after $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSB}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
$t_{GHSL}^{(1)}$	V_{PP} Hold after $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float after $\overline{\text{ENABLE}}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.



Absolute Maximum Ratings*

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

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

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units	
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, \overline{PSEN})	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V	
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, \overline{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_{IL}	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	
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	K Ω	
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		20	mA	
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA	
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6\text{V}$			100	μA
		$V_{CC} = 3\text{V}$			40	μA

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

- Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
- Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA
- Ports 1, 2, 3: 15 mA
- Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA

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

- 2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

AC Characteristics

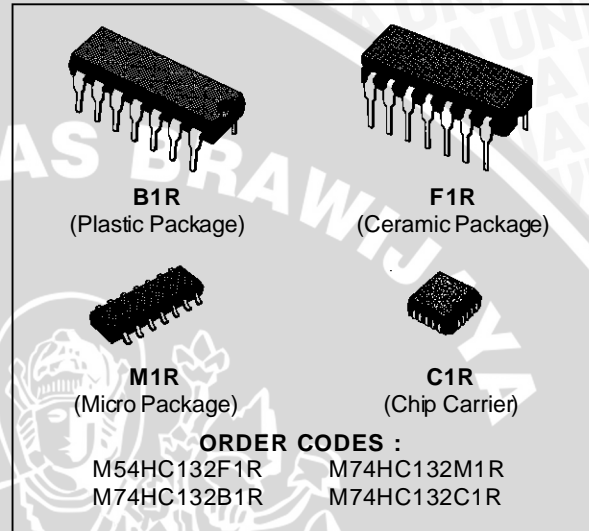
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{LLAX}	Address Hold after ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-45$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold after $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float after $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-10$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-55$	ns
t_{PLAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{WLWH}	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{RLDV}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold after $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
t_{RHDX}	Data Float after $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-120$		ns
t_{WHQX}	Data Hold after $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{RLAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-20$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns

QUAD 2-INPUT SCHMITT NAND GATE

- **HIGH SPEED**
 $t_{PD} = 11 \text{ ns (TYP.) AT } V_{CC} = 5 \text{ V}$
- **LOW POWER DISSIPATION**
 $I_{CC} = 1\mu\text{A (MAX.) AT } T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
- **OUTPUT DRIVE CAPABILITY**
10 LSTTL LOADS
- **HIGH NOISE IMMUNITY**
 $V_H \text{ (TYP.)} = 0.9 \text{ V AT } V_{CC} = 5 \text{ V}$
- **SYMMETRICAL OUTPUT IMPEDANCE**
 $|I_{OH}| = I_{OL} = 4 \text{ mA (MIN.)}$
- **BALANCED PROPAGATION DELAYS**
 $t_{PLH} = t_{PHL}$
- **WIDE OPERATING VOLTAGE RANGE**
 $V_{CC} \text{ (OPR.)} = 2 \text{ V TO } 6 \text{ V}$
- **PIN AND FUNCTION COMPATIBLE**
WITH 54/74LS132

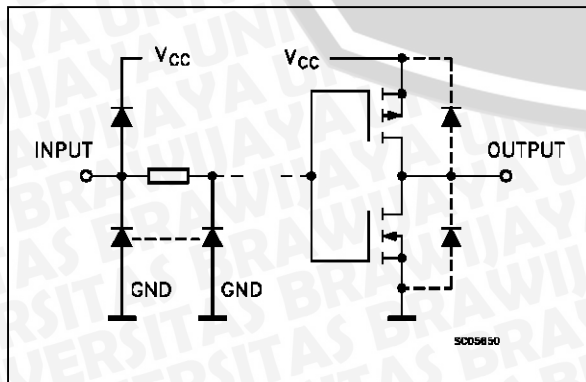


DESCRIPTION

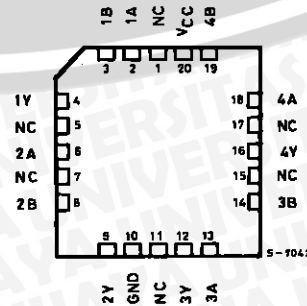
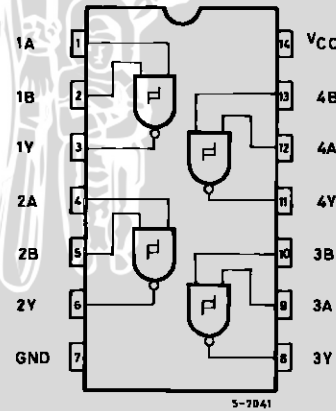
The M54/74HC132 is a high speed CMOS QUAD 2-INPUT SCHMITT NAND GATE fabricated in silicon gate C²MOS technology. It has the same high speed performance of LSTTL combined with true CMOS low power consumption. Pin configuration and function are identical to those of the M54/74HC00.

The hysteresis characteristics (around 20 % V_{CC}) of all inputs allow slowly changing input signals to be transformed into sharply defined jitter-free output signals. All inputs are equipped with protection circuits against static discharge and transient excess voltage.

INPUT AND OUTPUT EQUIVALENT CIRCUIT



PIN CONNECTIONS (top view)



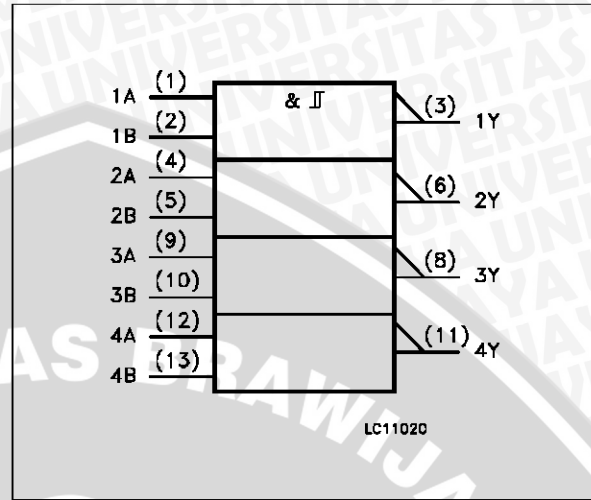
NC =
No Internal
Connection

M54/M74HC132

TRUTH TABLE

A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

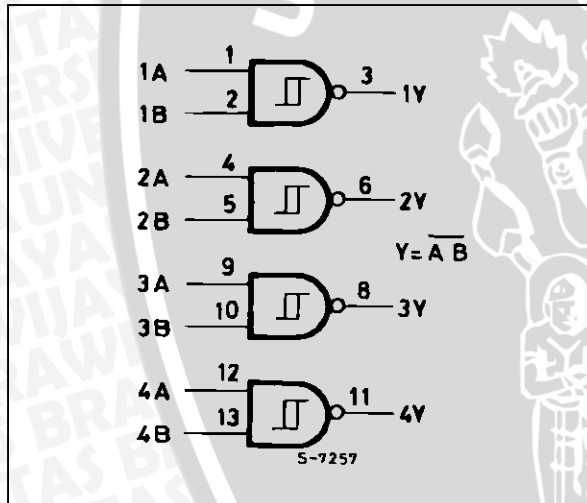
IEC LOGIC SYMBOL



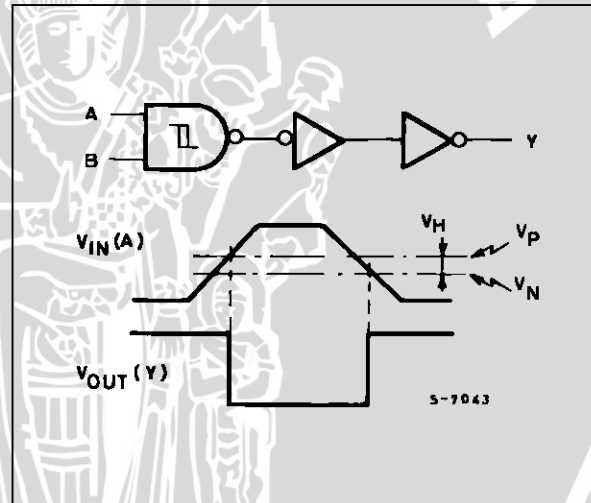
PIN DESCRIPTION

PIN No	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 4, 9, 12	1A to 4A	Data Inputs
2, 5, 10, 13	1B to 4B	Data Inputs
3, 6, 8, 11	1Y to 4Y	Data Outputs
7	GND	Ground (0V)
14	V _{CC}	Positive Supply Voltage

BLOCK DIAGRAM



LOGIC DIAGRAM/WAVEFORM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	-0.5 to +7	V
V _I	DC Input Voltage	-0.5 to V _{CC} + 0.5	V
V _O	DC Output Voltage	-0.5 to V _{CC} + 0.5	V
I _{IK}	DC Input Diode Current	± 20	mA
I _{OK}	DC Output Diode Current	± 20	mA
I _O	DC Output Source Sink Current Per Output Pin	± 25	mA
I _{CC} or I _{GND}	DC V _{CC} or Ground Current	± 50	mA
P _D	Power Dissipation	500 (*)	mW
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (10 sec)	300	°C

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

(*) 500 mW: ≅ 65 °C derate to 300 mW by 10mW/°C: 65 °C to 85 °C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	2 to 6	V
V _I	Input Voltage	0 to V _{CC}	V
V _O	Output Voltage	0 to V _{CC}	V
T _{op}	Operating Temperature: M54HC Series M74HC Series	-55 to +125 -40 to +85	°C °C
t _r , t _f	Input Rise and Fall Time	No Limits	

DC SPECIFICATIONS

Symbol	Parameter	Test Conditions		Value						Unit		
				V _{CC} (V)	T _A = 25 °C 54HC and 74HC			-40 to 85 °C 74HC			-55 to 125 °C 54HC	
					Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.		Min.	Max.
V _P	High Level Threshold Voltage	2.0	1.0	1.25	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	V		
		4.5	2.3	2.7	3.15	2.3	3.15	2.3	3.15			
		6.0	3.0	3.5	4.2	3.0	4.2	3.0	4.2			
V _N	Low Level Threshold Voltage	2.0	0.3	0.65	0.9	0.3	0.9	0.3	0.9	V		
		4.5	1.13	1.6	2.0	1.13	2.0	1.13	2.0			
		6.0	1.5	2.3	2.6	1.5	2.6	1.5	2.6			
V _H	Hysteresis Voltage	2.0	0.3	0.6	1.0	0.3	1.0	0.3	1.0	V		
		4.5	0.6	1.1	1.4	0.6	1.4	0.6	1.4			
		6.0	0.8	1.2	1.4	0.8	1.7	0.8	1.7			
V _{OH}	High Level Output Voltage	2.0	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = -20 μA	1.9	2.0	1.9	1.9			V		
		4.5		4.4	4.5	4.4	4.4					
		6.0		5.9	6.0	5.9	5.9					
		4.5		I _O = -4.0 mA	4.18	4.31	4.13	4.10				
		6.0			I _O = -5.2 mA	5.68	5.8	5.63	5.60			
V _{OL}	Low Level Output Voltage	2.0	V _I = V _{IH} or V _{IL} I _O = 20 μA	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	V			
		4.5		0.0	0.1	0.1	0.1					
		6.0		0.0	0.1	0.1	0.1					
		4.5		I _O = 4.0 mA	0.17	0.26	0.33	0.40				
		6.0			I _O = 5.2 mA	0.18	0.26	0.33		0.40		
I _I	Input Leakage Current	6.0	V _I = V _{CC} or GND			±0.1	±1	±1	μA			
I _{CC}	Quiescent Supply Current	6.0	V _I = V _{CC} or GND			1	10	20	μA			

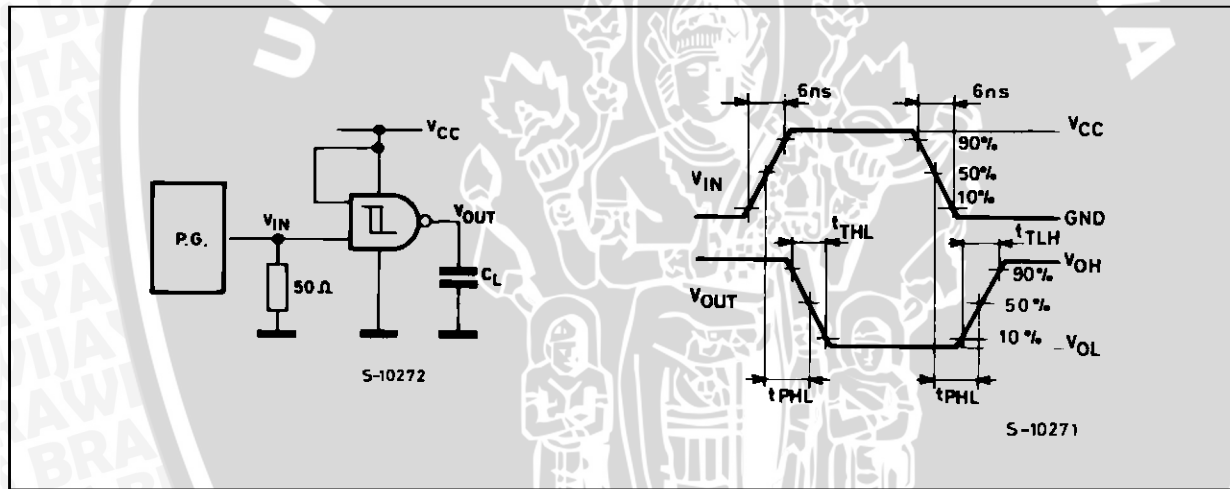
M54/M74HC132

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($C_L = 50 \text{ pF}$, Input $t_r = t_f = 6 \text{ ns}$)

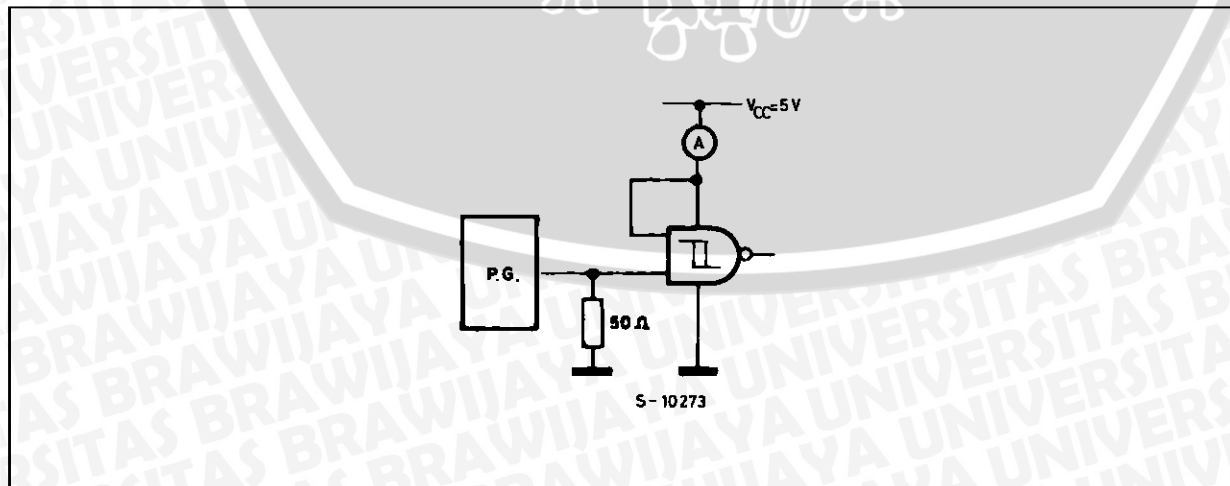
Symbol	Parameter	Test Conditions		Value						Unit	
		V_{CC} (V)		$T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ 54HC and 74HC			$-40 \text{ to } 85 \text{ }^\circ\text{C}$ 74HC		$-55 \text{ to } 125 \text{ }^\circ\text{C}$ 54HC		
				Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	Min.		Max.
t_{TLH} t_{THL}	Output Transition Time	2.0			30	75		95		110	ns
		4.5			8	15		19		22	
		6.0			7	13		16		19	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time	2.0			52	105		130		160	ns
		4.5			13	21		26		32	
		6.0			11	18		22		27	
C_{IN}	Input Capacitance				5	10		10		10	pF
C_{PD} (*)	Power Dissipation Capacitance				29						pF

(*) C_{PD} is defined as the value of the IC's internal equivalent capacitance which is calculated from the operating current consumption without load. (Refer to Test Circuit). Average operating current can be obtained by the following equation. $I_{cc(opr)} = C_{PD} \cdot V_{CC} \cdot f_{IN} + I_{cc}/4$ (per Gate)

SWITCHING CHARACTERISTICS TEST CIRCUIT



TEST CIRCUIT I_{cc} (Opr.)



NPN general purpose transistors

BC546; BC547; BC548

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

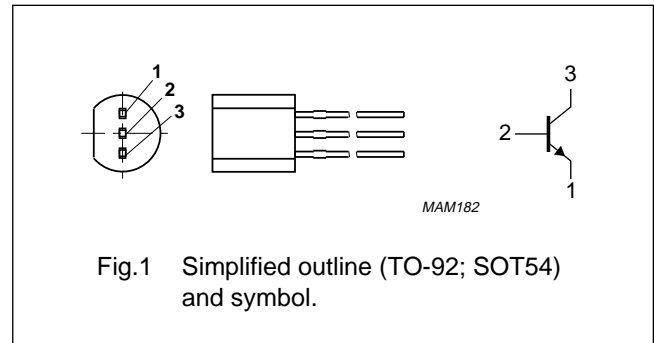
- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
 PNP complements: BC556, BC557 and BC558.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector



QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BC546		–	80	V
	BC547		–	50	V
V _{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC546		–	65	V
	BC547		–	45	V
	BC548		–	30	V
I _{CM}	peak collector current		–	200	mA
P _{tot}	total power dissipation	T _{amb} ≤ 25 °C	–	500	mW
h _{FE}	DC current gain	I _C = 2 mA; V _{CE} = 5 V			
	BC546		110	450	
	BC547		110	800	
	BC548		110	800	
f _T	transition frequency	I _C = 10 mA; V _{CE} = 5 V; f = 100 MHz	100	–	MHz

NPN general purpose transistors

BC546; BC547; BC548

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BC546		–	80	V
	BC547		–	50	V
	BC548		–	30	V
V _{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC546		–	65	V
	BC547		–	45	V
	BC548		–	30	V
V _{EBO}	emitter-base voltage	open collector			
	BC546		–	6	V
	BC547		–	6	V
	BC548		–	5	V
I _C	collector current (DC)		–	100	mA
I _{CM}	peak collector current		–	200	mA
I _{BM}	peak base current		–	200	mA
P _{tot}	total power dissipation	T _{amb} ≤ 25 °C; note 1	–	500	mW
T _{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T _j	junction temperature		–	150	°C
T _{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
R _{th j-a}	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.25	K/mW

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

NPN general purpose transistors

BC546; BC547; BC548

CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ °C}$ unless otherwise specified.

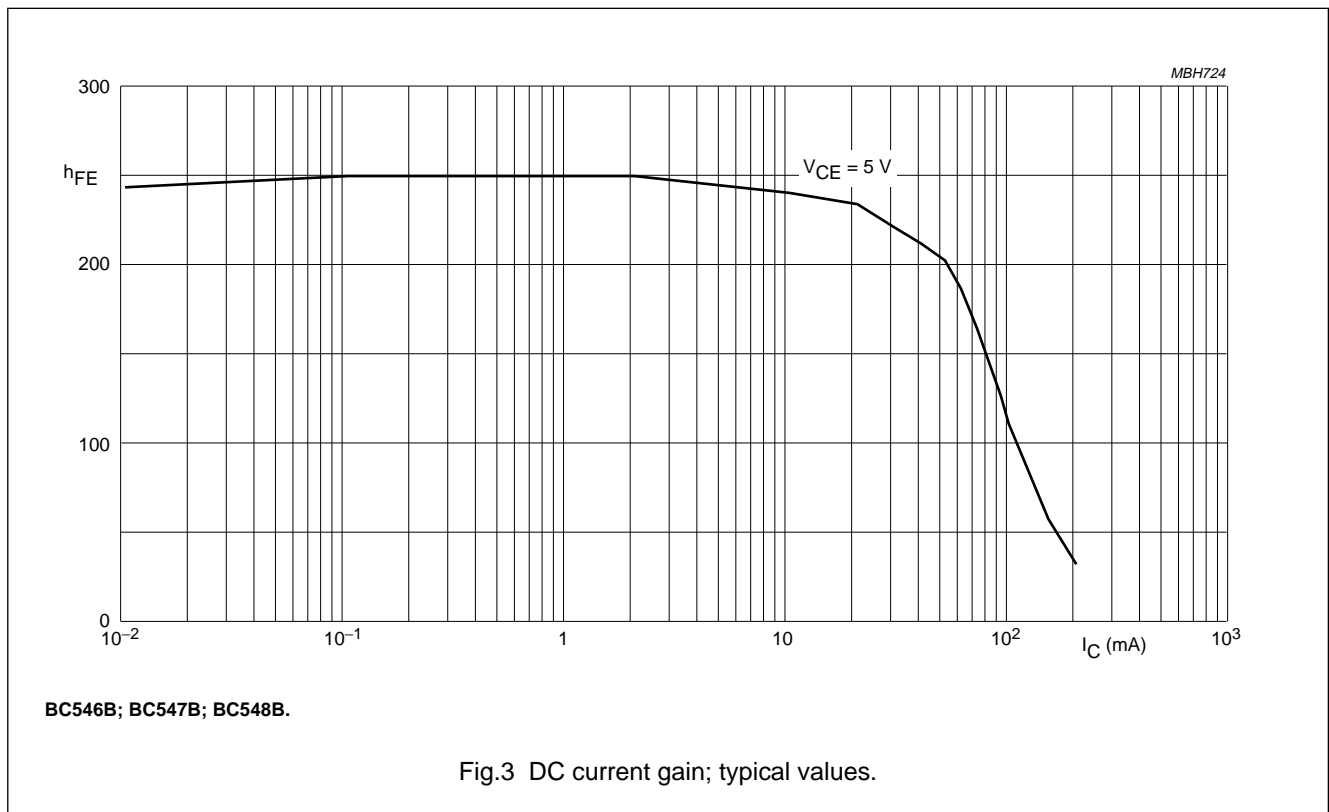
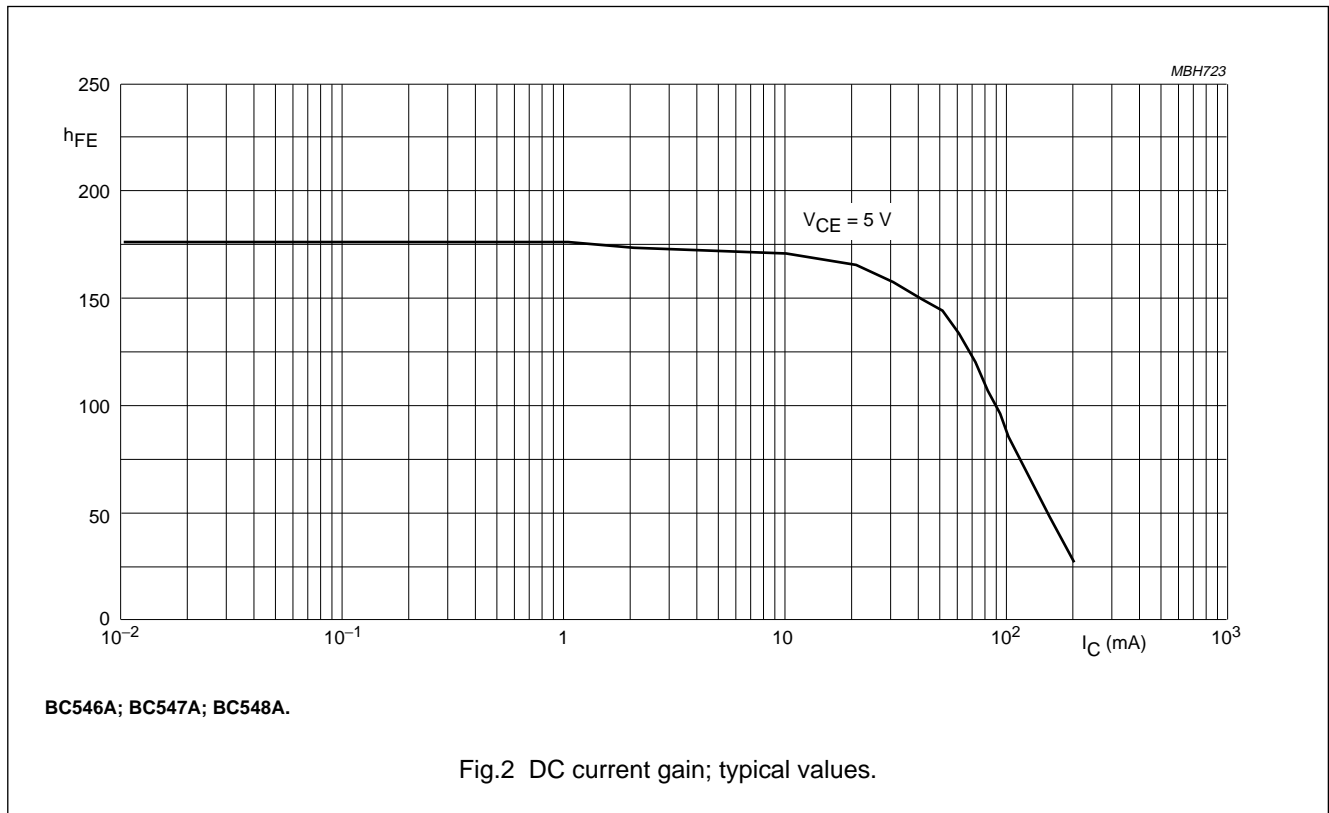
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}$	–	–	15	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}; T_j = 150\text{ °C}$	–	–	5	μA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	100	nA
h_{FE}	DC current gain BC546A; BC547A; BC548A BC546B; BC547B; BC548B BC547C; BC548C	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	–	90	–	
			–	150	–	
			–	270	–	
h_{FE}	DC current gain BC546A; BC547A; BC548A BC546B; BC547B; BC548B BC547C; BC548C BC547; BC548 BC546	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	110	180	220	
			200	290	450	
			420	520	800	
			110	–	800	
			110	–	450	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}$	–	90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$	–	200	600	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA};$ note 1	–	700	–	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA};$ note 1	–	900	–	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ note 2	580	660	700	mV
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$	–	–	770	mV
C_c	collector capacitance	$I_E = i_e = 0; V_{CB} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	1.5	–	pF
C_e	emitter capacitance	$I_C = i_c = 0; V_{EB} = 0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	11	–	pF
f_T	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	–	MHz
F	noise figure	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V};$ $R_S = 2\text{ k}\Omega; f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	2	10	dB

Notes

- V_{BEsat} decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
- V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

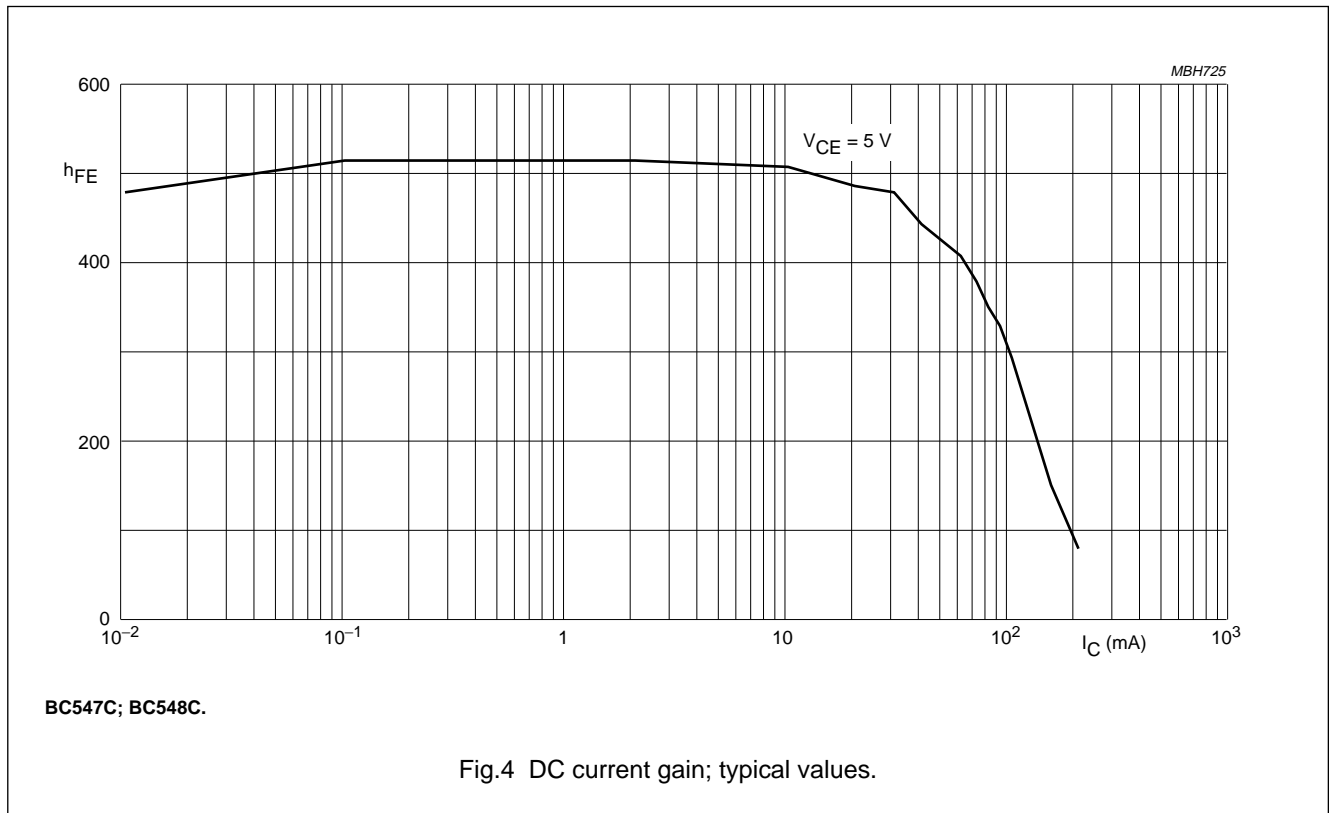
NPN general purpose transistors

BC546; BC547; BC548



NPN general purpose transistors

BC546; BC547; BC548



Absolute maximum ratings : (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit	Notice
Supply Voltage	V _{cc}	4.3~5.7	V	
Operating Temperature	T _{opr}	-10~+60	°C	
Storage Temperature	T _{stg}	-20~+70	°C	
Soldering Temperature	T _{sol}	260	°C	4mm from mold body less than 5 seconds

Electro Optical Characteristics : (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	MIN	TYP	MAX	Unit	Condition
Supply Voltage	V _{cc}	4.7	5	5.3	V	DC voltage
Supply Current	I _{cc}	-	-	3	mA	No signal input
B.P.F Center Frequency	f _o	-	37.9	-	KHz	
Peak Wavelength	λ _p	-	940	-	nm	
Transmission Distance	L ₀	5	-	-	m	At the ray axis *1
	L ₄₅	2.5	-	-		
Half Angle	θ	-	45	-	deg	
High Level Pulse Width	T _H	400	-	800	μs	At the ray axis *2
Low Level Pulse Width	T _L	400	-	800	μs	
High Level Output Voltage	V _H	4.5	-	-	V	
Low Level Output Voltage	V _L			0.5	V	

*1: The ray receiving surface at a vertex and relation to the ray axis in the range of $\phi = 0^\circ$ and $\phi = 45^\circ$.

*2: A range from 30cm to the arrival distance. Average value of 50 pulses.

■ TEST METHOD :

The specified electro-optical characteristics is satisfied under the following Conditions at the controllable distance.

① Measurement place

A place that is nothing of extreme light reflected in the room.

② External light

Project the light of ordinary white fluorescent lamps which are not high Frequency lamps and must be less then 10 Lux at the module surface.

($E_e \leq 10\text{Lux}$)

③ Standard transmitter

A transmitter whose output is so adjusted as to $V_o=400\text{mVp-p}$ and the output Wave form shown in Fig.-1. According to the measurement method shown in Fig.-2 the standard transmitter is specified. However, the infrared photodiode to be used for the transmitter should be $\lambda_p=940\text{nm}$, $\Delta\lambda=50\text{nm}$. Also, photo diode is used of PD438B ($V_R=5\text{V}$).

(Standard light / Light source temperature 2856°K).

④ Measuring system

According to the measuring system shown in Fig.-3



Module schematic & circuit :

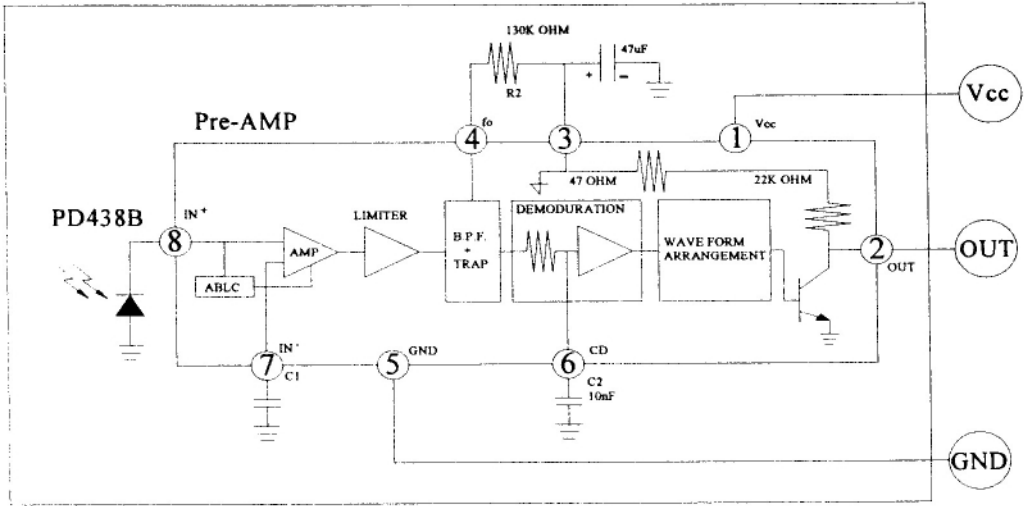
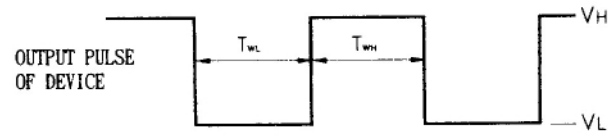
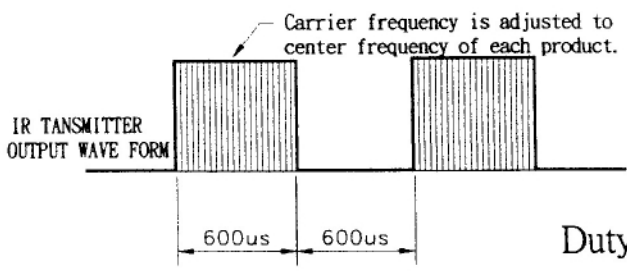


Fig.-1 Transmitter Wave Form

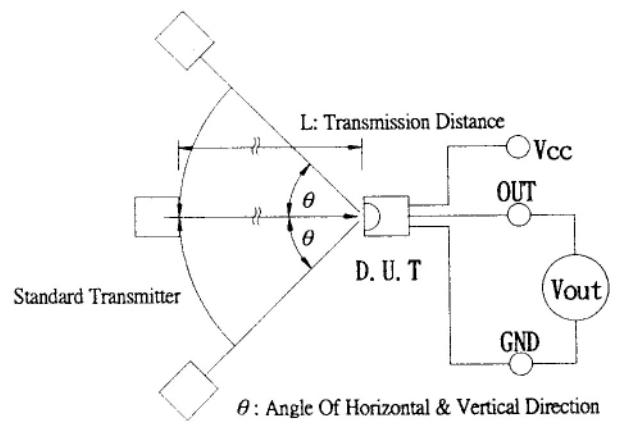
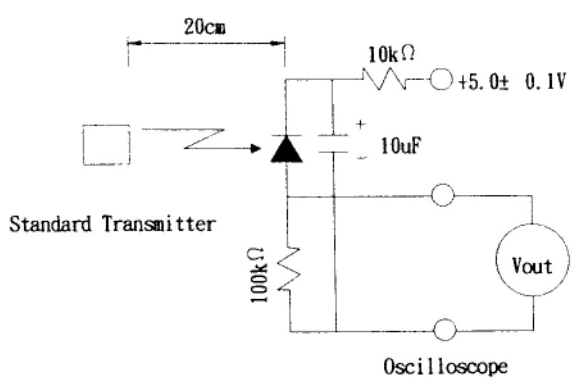
D.U.T Output Pulse



Duty=0.5

Fig.-2 Measuring Method

Fig.-3 Measuring System



TYPICAL ELECTRICAL/OPTICAL/CHARACTERISTICS CURVES

Fig.-4 Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

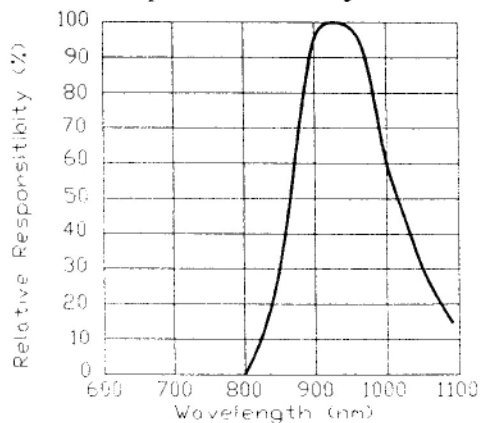


Fig.-5 Relative Transmission Distance vs. Direction

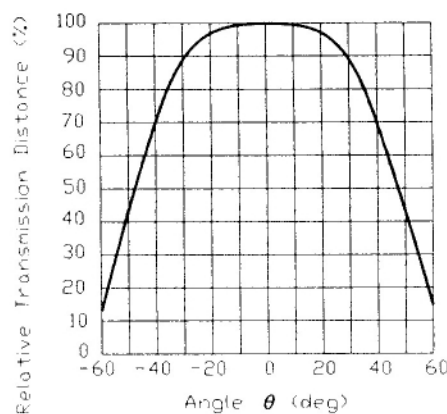


Fig.-6 Output Pulse Length vs. Arrival Distance

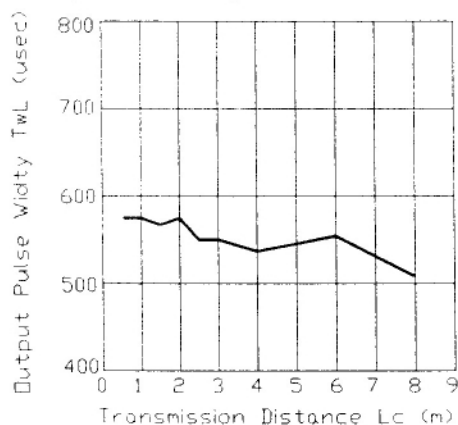


Fig.-7 Arrival Distance vs. Supply Voltage

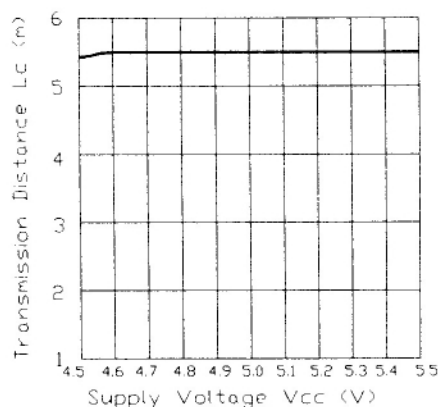


Fig.-8 Relative Transmission Distance vs. Center Carrier Frequency

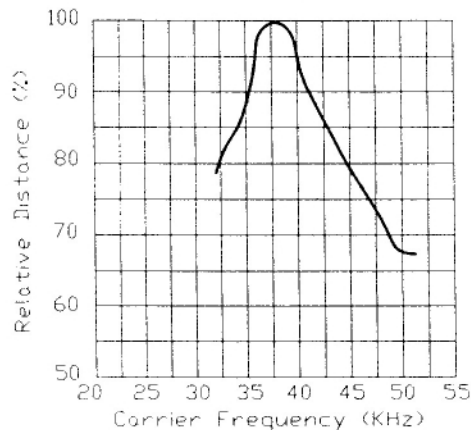
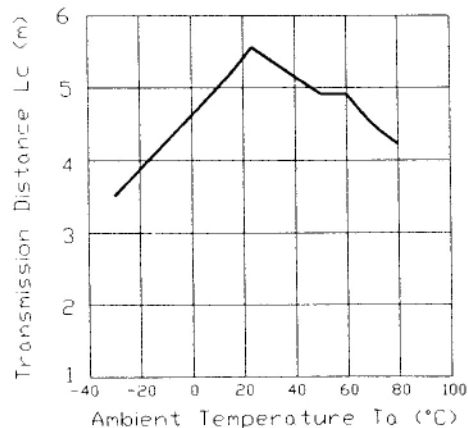


Fig.-9 Arrival Distance vs. Ambient Temperature



■ **Reliability test item and condition :**

The reliability of products shall be satisfied with items listed below.

Confidence level: 90%

LTPD: 10%

Test Items	Test Conditions	Failure Judgement Criteria	Samples(n)
			Defective(c)
Operation life	Vcc=5V, Ta:25°C 1000hrs	$L_0 \leq L \times 0.8$ $L_{45} \leq L \times 0.8$ L: Lower specification limit	n=22,c=0
Temperature cycle	1 cycle -20°C +25°C +70°C (30min) 5min (30min) 50 cycle test		n=22,c=0
Thermal shock	-10°C to +70°C (5min) (10sec) (5min) 50 cycle test		n=22,c=0
High temperature storage	Temp: +70°C 1000hrs		n=22,c=0
Low temperature storage	Temp: -20°C 1000hrs		n=22,c=0
High temperature High humidity	Ta: 85°C RH:85% 1000hrs		n=22,c=0
Solder heat	Temp: 260± 5°C 5sec 4mm Form the bottom of the package.		n=22,c=0
Solderability	Temp: 230± 5°C 5sec 4mm Form the bottom of the package.		More than 90% of Lead to be covered by soldering

Epson LX-300+ Specifications

SPECIFICATION	
Part number	C11C294141DA (240V version)
Characteristic	Serial dot matrix impact printer
	9 pins
	80 columns
	Colour Upgradeable
Print direction	Bi-directional with logic seeking
Noise level	approx. 49 dBA during printing (ISO 7779)
Power consumption	less than 23 watts during printing (ISO 10561)
Speed	337 cps High speed draft at 12 cpi
	300 cps High speed draft at 10 cpi
	270 cps in draft at 12 cpi
	67 cps in NLQ at 12 cpi
	56 cps in NLQ at 10 cpi
Paper feeding	Feeding Method:
	Friction Feed: Rear
	Push Tractor Feed: Rear
	Push & Pull Tractor Feed: Rear
	Pull Tractor Feed: Rear, Bottom
	Paper path:
	Manual Insertion Rear in, top out
	CSF Rear in, top out
	Push Tractor Rear in, top out
	Pull Tractor Rear or bottom in, top out
Paper feeders	Rear Push tractor
	CSF single-bin(Option)
	Pull Tractor (Option)
	Roll Paper Holder (Option)
Paper Size	Continuous paper:
	Width: 101.6 to 254 mm (4 to 10 inches)
	Length: 101.6 to 558.8 mm (4 to 22 inches)
	Thickness: 0.065 to 0.39mm
	Weight (not multipart) 52 to 82 g/m; (one sheet multipart) 40 to 58 g/m ²
	Single sheet (not Multipart) - manual insertion
	Width: 100 to 257 mm
	Length: max. 100 to 364 mm
	Thickness: 0.065 to 0.14mm
	Weight: 52 to 90 g/m ²

	Single sheet (not Multipart) Cut Sheet Feeder Single-bin
	Width: 182 to 216 mm
	Length: 257 to 356mm
	Thickness: 0.07 to 0.14mm
	Weight: 64 to 90 g/m ²
	Cut Sheet (Multipart)
	Width: 100 to 257 mm
	Length: 100 to 364 mm
	Thickness: 0.12 to 0.39mm
	Weight (one sheet multipart) 40 to 58 g/m ²
Copy capability	Original + 4 copies
Emulations	Epson ESC/P2 & IBM 2380
Printer fonts	1 draft fonts: Epson DRAFT
	2 NLQ fonts: Epson NLQ Roman, Epson NLQ Sans Serif
	8 Barcode fonts: EAN-13, EAN-8, Interleaved 2 of 5, UPC-A, UPC-E, Code 39, Code 128, POSTNET
Interfaces	IEEE 1284 bi-directional Parallel Interface (Nibble 8 bit)
	Serial Interface
Buffer memory	8 Kb
Reliability	Print head life: Approx. 400 million strokes per wire (Black) Approx. 100 million strokes per wire (Colour)
	MTBF: 6000 POH (25% Duty)
Dimensions	366 mm x 275 mm x 159 mm
	Weight: 4.4 Kg



Epson LQ-2170



24-Pin Dot Matrix Printers

High speed, wide carriage 24-pin printer

- [Overview](#)
- [Specs](#)
- [Consumables](#)
- [Downloads](#)

PRINTER TYPE	Impact Dot Matrix
PRODUCT NAME	LQ-2170
PRODUCT CODE	C11C272041
Number of Pins in Head	24 pins
Print direction	Bi-directional with logic seeking

PRINT SPEED	
High speed draft 10 cpi	480 cps
Draft 12cpi	431 cps
Draft 10 cpi	360 cps
LQ 12 cpi	143 cps
LQ 10 cpi	120 cps

PRINT CHARACTERISTICS	
Character sets	<ul style="list-style-type: none"> 1 legal character set 14 international character sets 13 character code tables (standard) Italic, PC437, PC850, PC860, PC861, PC863, PC865, Abicomp, BRASCII, Roman 8, ISO Latin 1, PC 858, ISO8859-15

Fonts	
Bitmap Fonts	<ul style="list-style-type: none"> Epson Draft 10, 12, 15cpi Epson Roman 10, 12, 15 cpi proportional Epson Sans Serif 10, 12, 15 cpi, proportional

Epson Courier 10, 12, 15 cpi
 Epson Prestige 10, 12 cpi
 Epson Script 10 cpi
 Epson Script C Proportional
 Epson OCR-B 10 CPI
 Epson Orator 10 cpi
 Epson Orator-S 10 cpi

Scalable Fonts Epson Roman 8 to 32 points
 Epson Sans Serif 8 to 32 points
 Epson Roman T 8 to 32 points
 Epson Sans Serif H 8 to 32 points

Bar Code Font EAN-13, EAN-8, Interleaved 2 of 5, UPC-A UPC-E, Code 39, Code 128, POSTNET

PRINTABLE COLUMNS

Characters per line 10cpi 136
 12cpi 163
 15cpi 204
 17cpi condensed 233
 20cpi condensed 272

PAPER HANDLING

Standard Manual Insertion:
 Front in, Top out
 Rear in, Top out
 Tractor:
 Front in, Top out
 Rear in, Top out
 Bottom in, Top out

Option Cut Sheet Feeder:
 Rear in, Top out

Cut Sheet Size Width:
 100 ~ 420mm (3.9 ~ 16.5")
 Length:
 Front in 148 ~ 420mm (5.8 ~ 16.5")
 Rear in 100 ~ 420mm (3.9 ~ 16.5")

Envelopes No. 6, No. 10

Continuous Paper Size Width:
 101.6 ~ 406.4mm (4.0 ~ 16.0")



Length:
 Max. 559mm (22.0")
 * Can also print labels

Paper Thickness	Cut sheet: Single sheet 0.065 ~ 0.14mm Multi-part forms 0.12 ~ 0.46mm Envelopes: 0.16 ~ 0.52mm Continuous paper: Single sheet / Multi-part forms 0.065 ~ 0.46mm Continuous forms with label:Base sheet 0.07 ~ 0.09mm Total thickness 0.16 ~ 0.19mm
Paper Feeding	Friction feed (Front/Top insertion) Push tractor feed (Front/Rear insertion) Push-pull tractor feed (Front/Rear insertion)*(Additional Tractor required) Pull tractor feed (Front/Rear/Bottom insertion)
Copies	Original + 5 copies
Line Spacing	1/6" or programmable by 1/360"
INPUT DATA BUFFER	0K Byte or 64K Byte (selectable)

INTERFACE

Standard	Centronics® type 8-bit parallel interface (IEEE-1284 Nibble mode)
Option	Expansion slot (Optional Type B interfaces)

RIBBON CARTRIDGE

Colour	Black
Type	Fabric Ribbon Cartridge
Ribbon life	Approx.8 million characters (LQ 10 cpi, 48 dots/character)
ACOUSTIC NOISE	Approx. 54 dB (A) (ISO 7779 pattern)

RELIABILITY

Mean Print Volume Between Failure	24 million lines (except print head)
Mean Time Between Failure	10000 POH (25% duty cycle)
Print Head Life	400 million strokes/wire



ENVIRONMENTAL CONDITIONS (operating)

Temperature	5° to 35° C
Humidity	10 to 80% RH

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Rated Voltage	220V~240V
Rated frequency	50 to 60 Hz
Power consumption	52W (ISO 10561 Letter pattern) Energy Star compliant

DIMENSIONS

Width	639 mm
Depth	402 mm
Height	257 mm
Weight	Approx. 13 kg

PRINTER DRIVER / UTILITY

Operating System

Utility	Microsoft® Windows® v3.1 Microsoft® Windows® 95 / 98 / 2000 / XP Microsoft® Windows® NT v3.51/4.0 Epson Remote! (MS-DOS environment only)
Standard Warranty	12 months return to base)
Optional	Additional 2 years return to base warranty - 3YWLO2180

* For more information visit www.epson.com.au/warranty/

Product Options

Product Code	Description
Configurations	
C272041	Epson LQ-2180 dot matrix printer
Media Handling Options	
8310	Roll Paper holder



C800322	Pull tractor
C806732	High capacity cut sheet feeder
C806742	Second-bin cut sheet feeder

Interfaces

C823061	Type B serial interface
C823081	Type B 32 Kbyte intelligent serial interface
C823102	Type B 32 Kbyte buffered parallel interface

Cables

EPCP	Parallel printer cable
------	------------------------

Options

C12C823914	10/100 BaseTX Internal Print Server
------------	-------------------------------------

