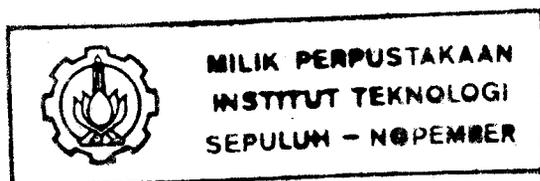


3100096007949

**SISTEM PEMANTAUAN MODUL
PRAKTIKUM ELEKTRONIKA SECARA TERPADU
YANG DIKOMUNIKASIKAN SECARA SERIAL KE IBM-PC**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	27 SEP 1994
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	2726

RSE
621.398
Yoy
5-1
1994



OLEH :

YOYOK LANGGENG TRIK.

2882201118

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

1994

**SISTEM PEMANTAUAN MODUL
PRAKTIKUM ELEKTRONIKA SECARA TERPADU
YANG DIKOMUNIKASIKAN SECARA SERIAL KE IBM-PC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

Pada

Bidang Studi Elektronika

Jurusan Teknik Elektro

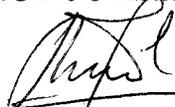
Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing


Ir. M. Moefadol Asyari

SURABAYA

Agustus, 1994

A B S T R A K

Sampai saat ini kegiatan pengambilan data pada praktikum elektronika dilakukan secara manual sehingga didapatkan variasi data yang bermacam-macam tergantung pada pengalaman dan ketelitian praktikan.

Perancangan sistem yang mampu untuk mengotomatisasi pengambilan data sekaligus dapat memantau seluruh kegiatan yang dilakukan praktikan adalah suatu kebutuhan, sebagai upaya peningkatan kualitas dan kecepatan kegiatan praktikum elektronika.

Pendekatan melalui metoda yang paling sederhana disertai dengan visualisasi proses pada sistem yang dirancang tidak akan membuat praktikan pasif, sehingga nilai tambah dapat diperoleh tanpa mengorbankan hal lain.

Pada sistem yang dirancang setiap modul praktikum diinterfacekan pada komputer IBM-PC. Selanjutnya data yang diperoleh dikirimkan pada dump komputer yang menampung data dari semua modul. Dari dump komputer ini asisten praktikum dapat memantau seluruh kegiatan praktikum.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatNya, sehingga hanya dengan pertolongan dan ridhloNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

**SISTEM PEMANTAUAN MODUL
PRAKTIKUM ELEKTRONIKA SECARA TERPADU YANG
DIKOMUNIKASIKAN SECARA SERIAL KE IBM-PC**

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Bidang Studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini pula penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Ir. Mochammad Moefadol Asyari, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
- Bapak Ir. Tasripan, selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
- Bapak Ir. Soetikno, selaku dosen wali dan Koordinator Bidang Studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, FTI-ITS.
- Bapak Dr. Ir. Moch. Salehudin, M.Eng.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik

Elektro, serta seluruh staf pegawai Jurusan Teknik Elektro.

- Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama penulis kuliah.
- Rekan-rekan Bidang Studi Elektronika, terutama rekan-rekan laboratorium B.205, B.203 dan B.403 yang telah banyak memberikan bantuan, sumbangan pikiran dan dorongan selama menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan-kekurangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis semoga karya kecil ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi siapa saja yang memanfaatkan.

Penulis

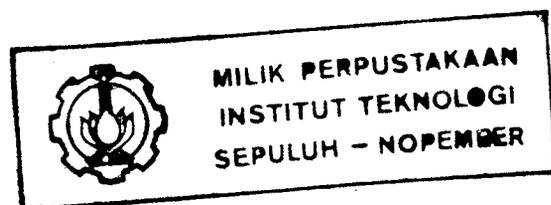
DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAKiii
KATA PENGANTARiv
DAFTAR ISIvi
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABELxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERMASALAHAN	2
1.3 PEMBatasan MASALAH	2
1.4 TUJUAN	3
1.5 METODOLOGI	3
1.6 SISTEMATIKA PEMBAHASAN	4
1.7 RELEVANSI	5

BAB II TEORI PENUNJANG	6
2.1 SISTEM MIKROPROSESOR	6
2.1.1 ARSITEKTUR SISTEM 3 BUS	7
2.1.1.1 SISTEM ADDRESS BUS	8
2.1.1.2 SISTEM DATA BUS	8
2.1.1.3 SISTEM CONTROL BUS	9
2.1.2 ADDRESS DECODING	10
2.1.3 BUFFERING	11
2.2 MIKROPROSESOR 8088	11
2.2.1 ARSITEKTUR INTERNAL MIKROPROSESOR 8088 .	12
2.2.2 REGISTER 8088	13
2.3 TRANSMISI DATA ANTAR KOMPUTER	15
2.4 KOMUNIKASI ASYNCHRONOUS	15
2.4.1 INTERFACE SERIAL RS-232-C	18
2.4.2 KONFIGURASI HUBUNGAN RS-232-C	20
2.5 KARAKTERISTIK BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR (BJT)	20
2.5.1 KARAKTERISTIK COMMON BASE	21
2.5.2 KARAKTERISTIK COMMON EMITTER	24
2.5.3 ANALISA GRAFIK TITIK KERJA D.C.	25
2.5.3.1 RESISTANSI INPUT DAN OUTPUT	25
2.5.3.2 KARAKTERISTIK TRANSFER ARUS	26
2.5.3.3 PLOT I_C/I_B TERHADAP VCE	27

2.6 METODE DAN INSTRUMENTASI PENGUKURAN BJT . . .	32
2.7 OPERASIONAL AMPLIFIER	32
2.7.1 OP-AMP IDEAL	33
2.7.2 PARAMETER-PARAMETER OP-AMP	34
2.7.3 OP-AMP SEBAGAI PENGUAT	36
2.7.4 OP-AMP SEBAGAI PENGIKUT TEGANGAN	38
2.8 GENERATOR FUNGSI XR-2206	39
BAB III PERENCANAAN	41
3.1 PERENCANAAN PERANGKAT KERAS	41
3.1.1 TRANSISTOR CURVE TRACER	42
3.1.1.1 RANGKAIAN DAC	44
3.1.1.2 RANGKAIAN ADC	46
3.1.1.3 RANGKAIAN TEGANGAN REFERENSI	47
3.1.1.4 RANGKAIAN CLOCK	49
3.1.2 OP AMP ANALIZER	50
3.1.2.1 RANGKAIAN DAC 12 BIT	52
3.1.2.2 RANGKAIAN MULTI RANGE ADC	54
3.1.2.3 RANGKAIAN VCO	55
3.2 PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK	56
3.2.1 PERANGKAT LUNAK AKUISISI DATA	57
3.2.2 PERANGKAT LUNAK TAMPILAN GRAFIK	57

3.2.3 PERANGKAT LUNAK KOMUNIKASI	58
BAB IV PENGUJIAN PERALATAN	63
4.1 PENGUJIAN MODUL UNIVERSAL CARD	63
4.2 PENGUJIAN MODUL ADC	63
4.3 PENGUJIAN MODUL DAC	66
4.4 PENGUJIAN MODUL VCO	67
BAB V PENUTUP	70
5.1 KESIMPULAN	70
5.2 SARAN-SARAN	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	73



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2-1 Sistem Mikroprosesor	7
Gambar 2-2 Pin out dan organisasi internal μ P 8088	12
Gambar 2-3 Format data karakter transmisi serial asinkron	17
Gambar 2-4 Pin-pin konektor DB-25	18
Gambar 2-5 Hubungan RS-232-C Null Modem	19
Gambar 2-6 Karakteristik input konfigurasi common base	21
Gambar 2-7 Karakteristik output konfigurasi common-base yang digambarkan pada kuadran ketiga	22
Gambar 2-8 Karakteristik input konfigurasi common-emitter	23
Gambar 2-9 Karakteristik output konfigurasi common-emitter	24
Gambar 2-10 Karakteristik transfer arus	26
Gambar 2-11 Karakteristik transfer hybrid	27
Gambar 2-12 (A) Tiga daerah kerja transistor (B) Arus dan tegangan pada common emitter	28
Gambar 2-13 Grafik I_C/I_B terhadap v_{ce} yang menggambarkan karakteristik output konfigurasi CE secara teoritis	30
Gambar 2-14 Grafik I_C terhadap V_{CE} dengan parameter I_B untuk karakteristik	

output konfigurasi common-emitter	31
Gambar 2-15 Rangkaian penguat pembalik	36
Gambar 2-16 Rangkaian penguat tak membalik	37
Gambar 2-17 Op-amp sebagai pengikut tegangan	38
Gambar 2-18 Blok Diagram Internal XR-2206	39
Gambar 3-1 Blok Diagram Sistem	41
Gambar 3-2 Blok Diagram Transistor Curve Tracer	43
Gambar 3-3 Rangkaian Digital to Analog Converter	44
Gambar 3-4 Rangkaian Analog to Digital Converter	47
Gambar 3-5 Rangkaian Tegangan Referensi	48
Gambar 3-6 Rangkaian Oscillator	49
Gambar 3-7 Rangkaian Pembagi Frekwensi	50
Gambar 3-8 Blok Diagram Op Amp Analyzer	51
Gambar 3-9 Rangkaian DAC 12 bit	53
Gambar 3-10 Rangkaian multi range ADC	55
Gambar 3-11 Rangkaian VCO	56

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2-1	Register pada mikroprosesor 8088	14
Tabel 4-1	Data hasil pengujian ADC	65
Tabel 4-2	Data hasil pengujian DAC	66
Tabel 4-3	Data hasil pengujian VCO	68

BAB I

PENDAHULUAN

Era teknologi elektronika dan komputer telah memberikan banyak kemudahan bagi kehidupan di segala bidang. Mulai dari industri, pendidikan sampai lingkungan keluarga. Revolusi teknologi yang sedemikian pesat menimbulkan kebutuhan baru yaitu kebutuhan untuk memantau proses dari jarak jauh sehingga diperoleh hasil olahan data secara lebih cepat.

1.1 LATAR BELAKANG

Kegiatan pengambilan data pada praktikum Elektronika saat ini dilakukan secara manual. Hal ini disebabkan belum tersedianya fasilitas yang memadai dalam pengambilan data tersebut secara otomatis oleh komputer. Sehingga diperoleh variasi data yang tergantung pada pengalaman dan ketelitian praktikan. Kelemahan-kelemahan pengambilan data dengan cara ini antara lain :

1. Kecepatan pengambilan data rendah, karena perubahan parameter input dan pengukuran seluruhnya dilakukan secara manual.
2. Akurasi data yang diambil sangat tergantung pada praktikan.

Oleh karena itu dengan adanya komputerisasi pada kegiatan praktikum ini diharapkan akan diperoleh kecepatan pengambilan data yang tinggi dan akurat serta fleksibilitas dalam pengiriman dan pengolahan selanjutnya.

Dengan adanya berbagai pertimbangan diatas maka penyusun mengambil judul : **Sistem Pemantauan Modul Praktikum Elektronika Secara Terpadu Yang Dikomunikasikan Secara Serial Ke IBM-PC**. Sebagai perwujudan usaha-usaha untuk meningkatkan kualitas kegiatan praktikum Elektronika.

1.2 PERMASALAHAN

Pengembangan yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pengambilan data pada kegiatan praktikum Elektronika, dihadapkan pada beberapa masalah, yang pertama adalah mengubah metoda pengambilan data secara manual pada peralatan elektronik analog menjadi otomatis pada peralatan elektronik digital.

Yang kedua adalah cara pengiriman data olahan dari berbagai terminal ke komputer dump. Untuk itu perlu dikaji bagaimana sistem pengolahan data digital dan sistem komunikasi yang efektif untuk mendukung keperluan ini.

1.3 PEMBatasan MASALAH

Untuk merencanakan suatu sistem pemantauan pada seluruh modul praktikum Elektronika adalah sangat kompleks, sehingga dalam Tugas Akhir ini dibatasi hanya pada pengambilan data dari modul percobaan karakteristik transistor dan modul percobaan tentang dasar-dasar Operasional Amplifier.

Setiap bagian sistem direncanakan secara modular, sehingga pengembangan selanjutnya tidak akan mengakibatkan perubahan pada bagian yang telah ada.

1.4 TUJUAN

Hasil dari Tugas Akhir ini adalah merupakan perangkat keras dan perangkat lunak untuk melakukan pengambilan data parameter-parameter yang dikehendaki untuk selanjutnya dikirim pada komputer dump.

Dengan diketahuinya parameter-parameter yang diidentifikasi oleh masing-masing terminal pengolah akan sangat membantu praktikan dalam memperoleh data praktikum sekaligus membantu asisten dalam memantau jalannya kegiatan praktikum.

Dengan demikian diharapkan alat ini dapat meningkatkan kualitas dan kecepatan kegiatan praktikum Elektronika.

1.5 METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan langkah sebagai berikut :

Studi literatur mengenai metoda pengukuran parameter-parameter transistor dan Op Amp dan mempelajari cara-cara pengambilan data analog kemudian diubah ke data digital.

Studi literatur mengenai komunikasi data serial, interface serial RS-232-C, pin-pin DB-25, karakteristik transistor dan Op Amp software pendukung dan teknik pemrogramannya. Selanjutnya dilakukan studi mengenai komponen-komponen yang dapat memenuhi kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Kriteria ini bisa mengalami perubahan disesuaikan dengan karakteristik komponen yang ada.

Langkah berikutnya adalah perancangan rangkaian dimulai dari blok diagram, rangkaian lengkap dan disain PCB. Setelah rangkaian dirakit dilakukan pengujian tiap-tiap bagian dan pengujian setelah semua bagian digabung.

Pengukuran dilakukan setelah semua bagian bekerja. Pengukuran dilakukan untuk tiap-tiap bagian dan untuk keseluruhan sistem.

1.6 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Buku laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

Pada BAB I - Pendahuluan; dijelaskan mengenai latar belakang pemilihan judul Tugas Akhir, permasalahan, tujuan dibuatnya peralatan, metodologi, sistematika pembahasan dan relevansi pembuatan Tugas Akhir ini.

Pada BAB II - Teori penunjang; dijelaskan mengenai mikroprosessor 8088, transmisi data, interface serial RS-232-C, teori dasar karakteristik Bipolar Junction Transistor (BJT), parameter BJT, metoda pengukuran parameter dan karakteristik BJT, karakteristik dan parameter Operational Amplifier (OpAmp), metoda pengukuran parameter dan karakteristik Op Amp.

Pada BAB III - Perencanaan; dibahas mengenai konsep perencanaan peralatan yang dibuat berikut perangkat lunak pendukungnya.

Pada BAB IV - Pengujian Peralatan; dibahas mengenai pengujian pengoperasian peralatan.

Pada BAB V - Penutup; dibahas mengenai kesimpulan seluruh

pembahasan, perancangan peralatan yang dibuat serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7 RELEVANSI

Peralatan hasil Tugas Akhir yang menerapkan "*Data Acquitition dan data Processing*" ini diharapkan dapat mempermudah dan mempercepat pengambilan data analog, sekaligus meningkatkan kualitas kegiatan praktikum Elektronika.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 SISTEM MIKROPROSESOR

Sebuah mikroprosesor adalah merupakan produk dari teknologi Large Scale Integration (LSI) yang menghasilkan implementasi CPU dalam satu serpih. Dan sebuah Sistem Mikroprosesor adalah implementasi dari mikroprosesor (CPU) atau lebih dengan ditunjang oleh beberapa unit fungsional yang lain. Sebuah Sistem Mikroprosesor yang sederhana terdiri atas :

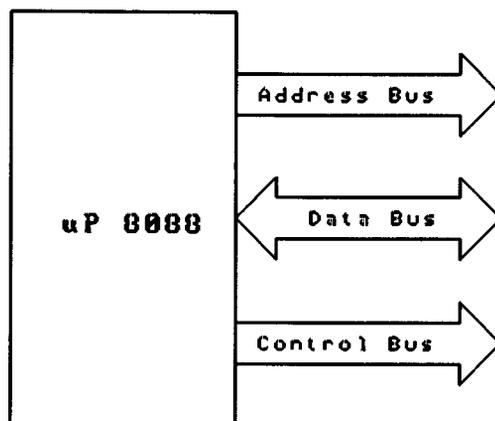
- Unit pengolah pusat (CPU, *Central Processing Unit*) dalam sebuah chip tunggal yang di dalamnya terdapat ALU (*Arithmetic Logical Unit*) yang melakukan perhitungan dan unit pengendali yang berfungsi untuk menyerempakkan operasi sistem serta register-register internal.
- Unit memory yang berfungsi untuk menyimpan informasi.
- Unit Input-Output (I/O) yang berfungsi untuk komunikasi dengan dunia luar.

Antara unit-unit di atas direalisasikan dalam arsitektur sistem 3 (tiga) bus yaitu:

1. Address Bus
2. Data Bus
3. Control Bus

Sistem mikroprosesor standar dengan arsitektur sistem 3 (tiga) bus ditunjukkan

pada gambar 2-1.



Gambar 2-1¹
Sistem Mikroprosesor

2.1.1 ARSITEKTUR SISTEM 3 BUS

Sistem bus didefinisikan sebagai kumpulan dari sinyal-sinyal komunikasi yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya, dimana masing-masing mempunyai fungsi sebagai penghubung dalam suatu sistem.

Sinyal-sinyal yang terdapat pada mikroprosesor 8 (delapan) bit dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) buah sistem bus, yaitu :²

1. Sistem Address Bus
2. Sistem Data Bus
3. Sistem Control Bus

¹ Brey, B.B., **The Intel Microprocessors**, Macmillan Publishing Company, 1991, hal.6

² Coffron, J.W., **Practical Hardware Detail for 8080, 8085, z80, and 6800 Microprocessor System**, New Jersey, Prentice Hall Inc., 1981, hal.3

Karena terdiri dari 3 (tiga) buah sistem bus maka disebut sebagai arsitektur sistem 3 (tiga) bus.

2.1.1.1 SISTEM ADDRESS BUS

Address Bus digunakan untuk mentransmisikan alamat ke dalam lokasi memori atau piranti I/O yang memungkinkan pentransferan data. Sistem address bus merupakan output dari mikroprosesor yang akan membawa alamat-alamat menuju ke semua alat yang dihubungkan dengan data bus. Karena address bus merupakan pin output, maka hanya mempunyai satu arah saja (*Unidirectional*). Pada mikroprosesor 8 (delapan) bit seperti mikroprosesor 8088, bus alamat adalah 20 bit, yang memungkinkan pengiriman sampai 1024 Kbyte (2^{20}) lokasi alamat ekstern.

Pada 8 (delapan) bit address yang mempunyai orde rendah digunakan untuk menentukan lokasi I/O, maka untuk I/O hanya dapat mempunyai lokasi sebanyak $2^8 = 256$ lokasi. Bus alamat digunakan dalam hubungannya dengan bus data untuk menentukan sumber atau tujuan data yang dikirim pada bus data.

2.1.1.2 SISTEM DATA BUS

Bus data berfungsi untuk mengirim dan menerima data antara berbagai serpih yang terdapat dalam sistem mikroprosesor. Jadi data bus bersifat dua arah (*Bidirectional*).

Akan tetapi walaupun data bus bersifat bidirectional, dalam waktu yang

bersamaan data bus tidak dapat digunakan untuk mengirim dan menerima data. Jadi sinyal hanya dapat dikirim atau diterima pada satu saat. CPU 8088 dilengkapi dengan 8 (delapan) data biner yang diberi simbol D0 - D7, dimana D0 adalah Least Significant Bit (LSB) sedang D7 adalah Most Significant Bit (MSB). Data bus secara serentak membawa data valid dalam 8 (delapan) bit atau data 1 byte, dan oleh karena itu CPU 8088 disebut mikroprosesor 8 (delapan) bit.

2.1.1.3 SISTEM CONTROL BUS

Sistem control bus pada mikroprosesor mempunyai 4 (empat) buah sinyal yang mempunyai fungsi yang sama, yaitu sebagai kontrol pada mikroprosesor.

Keempat sinyal tersebut adalah :

1. Memory Read (MEMR)
2. Memory Write (MEMW)
3. I/O Read (IOR)
4. I/O Write (IOW)

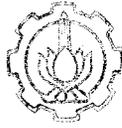
Kontrol bus ini merupakan sinyal output yang bersifat satu arah (*Unidirectional*). Sinyal MEMR aktif menunjukkan bahwa mikroprosesor sedang membaca data dari memori, bila sinyal MEMW aktif menunjukkan bahwa mikroprosesor sedang menulis data ke memori, sedang untuk IOR dan IOW menyatakan bahwa mikroprosesor sedang menerima atau mengirim data ke peralatan luar. Dengan demikian fungsi sinyal kontrol adalah untuk menentukan hubungan kerja antara mikroprosesor dengan memori atau I/O, baik pada kondisi Read atau Write.

2.1.2 ADDRESS DECODING

Decoding berfungsi untuk mendekodekan saluran address CPU untuk mengaktifkan komponen memori maupun komponen I/O agar data yang akan dibaca atau ditulis pada piranti tersebut tidak kacau. Hal ini dapat dimungkinkan dengan suatu cara yang disebut dengan Address Decoding, di mana sinyal-sinyal pada address bus didekode sedemikian rupa sehingga setiap kombinasi pada address akan menghasilkan satu sinyal pilih yang akan mengaktifkan salah satu IC. Untuk dapat berkomunikasi dengan peralatan I/O diperlukan suatu cara agar mikroprosesor dapat memilih atau menentukan salah satu IC atau peralatan tertentu saja dengan mengaktifkan Chip Select (CS).

Beberapa metode yang dipergunakan untuk mendekode suatu address, yaitu dengan metode Gating dan Decoding.

- **Gating** : Merupakan cara yang paling sederhana untuk mendekode suatu kombinasi address dengan menggunakan gate-gate (gerbang-gerbang) logika seperti AND, OR, dan NOT. Cara ini tidak banyak digunakan karena tidak efisien untuk sinyal pilih yang banyak.
- **Decoding** : Cara yang paling mudah dan efisien untuk decoding adalah dengan menggunakan dekoder. Dengan menggunakan dekoder maka setiap n macam kombinasi address dapat dipergunakan untuk 2^n buah sinyal pilih, sehingga dekoder ini cocok untuk sistem yang memerlukan sinyal pilih yang banyak.



2.1.3 BUFFERING

Tiap masukan sebuah alat merupakan beban pada saluran yang menggerakannya. Sebagian besar komponen menggerakkan komponen mulai dari satu sampai dua puluh komponen lainnya. Setiap komponen harus diperiksa karakteristik penggerakan serta pembebanan keluarannya.

Bus mikroprosesor harus berhubungan dengan setiap serpih masukan dan keluaran periferil dan memori sistem. Semua mikroprosesor MOS kurang mempunyai kemampuan penggerakan keluarannya dalam suatu sistem besar. Jika mikroprosesor dibebani melebihi fan out, akibatnya level tegangan pada pin-pin bus dapat turun sampai melampaui batas level marginnya, yang dapat mengakibatkan mikroprosesor memberikan informasi yang tidak benar, karena itu dipakai buffer atau penggerak untuk menaikkan daya penggerakan bus.

Sebagai suatu contoh kita misalkan jalur address pada mikroprosesor harus mendrive input address dari empat komponen memori dan dua komponen I/O, maka besarnya arus output untuk mendrive komponen memori dan komponen I/O harus sama dengan jumlah arus input dari keempat komponen memori ditambah dengan jumlah arus input dari kedua komponen I/O.

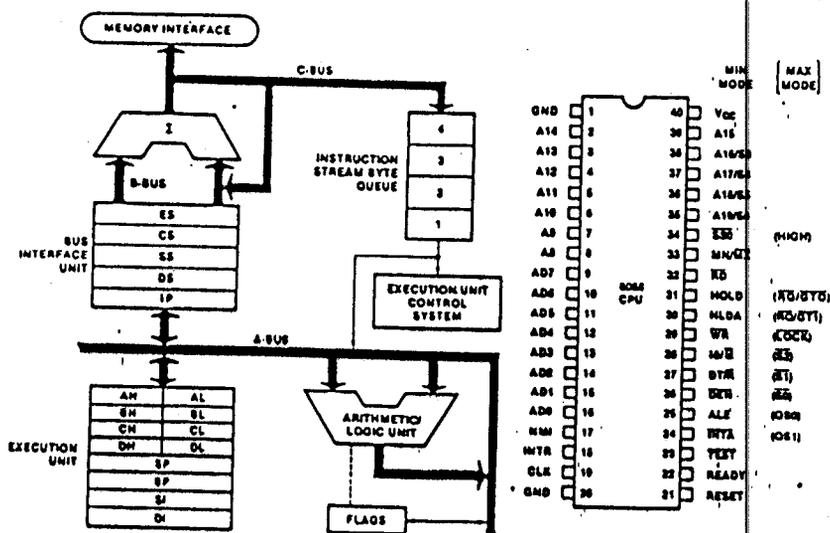
2.2 MIKROPROSESOR 8088

Mikroprosesor 8088 merupakan turunan dari mikroprosesor 8086, hanya berbeda pada lebar jalur data busnya. Mikroprosesor 8086 mempunyai 16 bit internal data path maupun eksternal data bus, sedangkan mikroprosesor 8088

mempunyai internal data path 16 bit tetapi pada bagian eksternalnya hanya terdapat 8 bit data bus. Meskipun demikian software untuk mikroprosesor 8086 dan 8088 adalah sama hanya berbeda pada kecepatan eksekusi pada pengaksesan data 16 bit.

2.2.1 ARSITEKTUR INTERNAL MIKROPROSESOR 8088

Mikroprosesor 8088 mempunyai kemampuan pengalamatan 20 bit yang memungkinkan pengaksesan 1.048.576 byte memory. Akan tetapi karena instruksi-instruksinya hanya mengijinkan operasi dan manipulasi address 16 bit, maka seakan-akan hanya 65.536 byte saja yang dapat diakses. Pada gambar 2-2 dapat dilihat diagram blok dari rangkain internal 8088 dan juga pin-layoutnya.



Gambar 2-2³
Pin out dan organisasi internal mikroprosesor 8088

³ , Microsystem Components Handbook-Microprocessor Volume 1, Intel Co, 1985, hal. 3-105

Mikroprosesor 8088 dapat dioperasikan dalam dua mode yaitu dalam mode minimum dan mode maksimum yang diatur oleh kondisi dari pin MN/MX. Apabila pin MN/MX berlogika high maka mode operasinya adalah minimum. Dan apabila pin MN/MX berlogika low, maka mikroprosesor 8088 dioperasikan dalam mode maksimum.

2.2.2 REGISTER 8088

Mikroprosesor 8088 mempunyai 14 buah register 16 bit. Register-register ini dikelompokkan atas 4 buah group, yaitu :

- Data register
- Pointer dan index register
- Segment register
- Instruction Pointer dan Flag register

Data register terdiri dari 4 buah register yaitu Accumulator register (AX), Base register (BX), Count register (CX) dan Data register (DX). Masing-masing register 16 bit ini dapat dioperasikan baik untuk operasi 16 bit data operasi (*word*) atau dua-8 bit data operasi (*byte*). Jika register-register dioperasikan untuk operasi 8 bit, maka setiap register akan terbagi menjadi dua register yaitu : AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, dan DL.

Register AX, BX, CX, dan DX memang disiapkan untuk register penggarap data, oleh karena itu register ini disebut sebagai register umum untuk menggarap (*General Purpose Register*). Instruction pointer register merupakan

register 16 bit yang berfungsi mencatat offset address dari lokasi memory instruksi yang berikutnya pada harga base code segment saat itu. Pointer dan index register terdiri dari 4 buah register 16 bit yaitu : SP (Stack Pointer), BP (Base Pointer), SI (Source Index), DI (Destination Index). Register-register ini hanya dapat dioperasikan untuk 16 bit. Fungsi dari register-register index dan pointer adalah pembentukan memory *Effective Address* (EA). Penggunaan register 8088 ditunjukkan pada tabel 2-1.

Tabel 2-1
Register pada mikroprosesor 8088⁴

Register	OPERASI
AX	Perkalian dan pembagian word, I/O
AL	Perkalian dan pembagian byte, translasi, aritmatik
AH	Perkalian dan pembagian byte
BX	Translasi
CX	Operasi String
DX	Perkalian dan pembagian word, I/O
SP	Operasi stack
SI	Operasi string
DI	Operasi string

⁴ Uffenbeck, ., The 8086/8088 Family : Design, Programming and Interfacing, Prentice-Hall Inc., 1987, hal. 33

2.3 TRANSMISI DATA ANTAR KOMPUTER

Transmisi adalah suatu perpindahan informasi dari suatu tempat ke tempat lainnya. Suatu sistem transmisi yang lengkap akan mengandung suatu pemancar atau transmitter, medium pentransmisi dimana informasi ditransmisikan, dan receiver yang akan menghasilkan salinan output informasi pada tempat tujuan.

Dalam transmisi data dikenal tiga istilah yaitu *Simple*, *Half-Duplex*, *Full-Duplex*⁵. Pada transmisi data Simplex, data hanya dikirim dalam satu arah, pada transmisi data Half-Duplex data dapat ditransmisikan dalam dua arah tetapi secara bergantian. Sedangkan transmisi data Full-Duplex merupakan transmisi data dua arah dimana data diterima sistem, sekaligus dikirimkan data dalam waktu yang sama.

2.4 KOMUNIKASI ASYNCHRONOUS

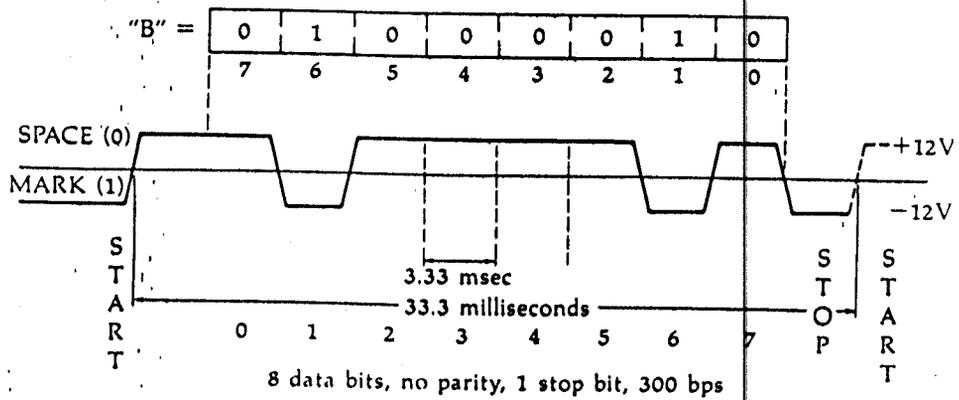
Pada Tugas Akhir ini secara khusus dibahas mengenai transmisi data antar komputer secara serial. Adapun pada transmisi serial ini, data-data dikirimkan satu bit demi satu bit dalam bentuk kode biner, sebagai contoh untuk data-data yang setiap karakternya terdiri dari 8 bit maka 8 bit data ini akan dikirimkan satu per satu. Pada pengiriman data secara serial, harus dilakukan sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dengan penerima agar data yang dikirimkan dapat ditafsirkan secara tepat

⁵ Hall, D.V., *Microprocessor and Interfacing : Programming, and Hardware*, McGraw-Hill Book Co., Singapore 1987, hal. 442

dan benar oleh penerima.

Pada transmisi asinkron dilakukan pengiriman data berupa karakter yang dikirimkan satu per satu setiap kali pengirimannya. Antara satu karakter dengan karakter yang lainnya tidak terdapat waktu antara yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus ataupun beberapa karakter, kemudian berhenti untuk jangka waktu yang tidak tentu, kemudian mengirimkan sisanya. hal ini berakibat setiap kali penerima harus melakukan sinkronisasi agar bit data yang dikirimkan dapat diterima dengan benar, sehingga penerima harus mengetahui bit pertama dari sinyal data. Hal ini dilakukan dengan cara memberikan suatu pulsa yang disebut start pulse yaitu berupa bit awal (*start bit*) pada awal setiap karakter. Pulsa ini memberitahukan penerima untuk mulai menerima bit data. Secara singkat hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Satu frame karakter yang dikirimkan dimulai dengan bit awal (*start bit*) yang berkondisi logika "0" (low), memberitahukan sistem untuk mulai mengumpulkan bit-bit berikutnya sebagai bit-bit data, kemudian setelah bit-bit data tersebut lengkap diterima, bit akhir (*stop bit*) sebanyak 1, $1\frac{1}{2}$, atau 2 bit yang berkondisi logika '1' berfungsi untuk memberitahukan kepada terminal bahwa data telah lengkap dan terminal kembali ke keadaan reset untuk dapat menerima bit awal lagi. Keadaan kondisi reset ini disebut keadaan idle (*idle state*) yang berkondisi logika '1'. Untuk



Gambar 2-3⁶
Format data karakter transmisi serial asinkron

mencegah terdapatnya kesalahan pada data yang diterima, maka pada data yang dikirimkan ditambahkan bit paritas (*parity bit*) pada bagian akhir rangkaian bit-bit data, sebelum bit akhir (*stop bit*). Pada komunikasi asynchronous harus dioperasikan pada kecepatan yang sama antara kedua sisi hubungan. Kecepatan transmisi data diukur dalam satuan bit per second (bps). Istilah baud juga digunakan selain bps, tetapi dalam standard industri kedua pengertian tersebut mempunyai pengertian yang sama.

⁶ Kruglinski, David, *Guide to IBM PC Communication*, The Osborne/McGraw-Hill, 1986, hal.39

2.4.1 INTERFACE SERIAL RS-232-C

Semua sinyal listrik yang disalurkan melalui media transmisi akan bertambah lemah karena adanya hambatan, kapasitansi serta induktansi media. Hal ini berakibat sinyal informasi dapat terganggu oleh derau dan terdapat kesulitan untuk membedakan keduanya. Penyaluran informasi jarak jauh membutuhkan penguatan atau cara lain agar informasi ini dapat tiba di tempat tujuan.

PIN NUMBER	COMMON NAME	RS-232-C NAME	DESCRIPTION	SIGNAL DIRECTION ON DCE
1		AA	PROTECTIVE GROUND	-
2	TXD	BA	TRANSMITTED DATA	IN
3	RXD	BB	RECEIVED DATA	OUT
4	RTS	CA	REQUEST TO SEND	IN
5	CTS	CB	CLEAR TO SEND	OUT
6	DSR	CC	DATA SET READY	OUT
7	GND	AB	SIGNAL GROUND (COMMON RETURN)	-
8	CD	CF	RECEIVED LINE SIGNAL DETECTOR	OUT
9		-	(RESERVED FOR DATA SET TESTING)	-
10		-	(RESERVED FOR DATA SET TESTING)	-
11			UNASSIGNED	
12		SCF	SECONDARY REC'D. LINE SIG. DETECTOR	OUT
13		SCB	SECONDARY CLEAR TO SEND	OUT
14		SBA	SECONDARY TRANSMITTED DATA	IN
15		DB	TRANSMISSION SIGNAL ELEMENT TIMING (DCE SOURCE)	OUT
16		SBB	SECONDARY RECEIVED DATA	OUT
17		DD	RECEIVER SIGNAL ELEMENT TIMING (DCE SOURCE)	OUT
18			UNASSIGNED	
19		SCA	SECONDARY REQUEST TO SEND	IN
20	DTX	CD	DATA TERMINAL READY	IN
21		CG	SIGNAL QUALITY DETECTOR	OUT
22		CE	RING INDICATOR	OUT
23		CH LI	(DATA SIGNAL RATE SELECTOR (DTE, DCE SOURCE)	IN, OUT
24		DA	TRANSMIT SIGNAL ELEMENT TIMING (DTE SOURCE)	IN
25			UNASSIGNED	

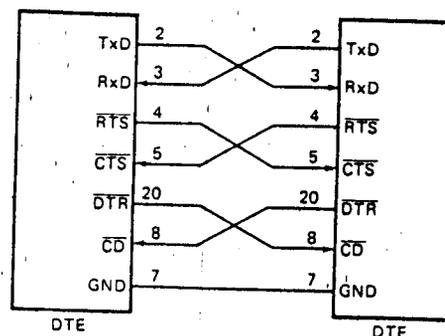
Gambar 2-4⁷
Pin-pin konektor DB-25

Peralatan yang memungkinkan penyaluran informasi dengan gelombang pembawa dikenal sebagai modem. Modem dan peralatan lain yang digunakan untuk

⁷ Op Cit, hal. 451

mengirimkan data serial disebut sebagai Data Communication Equipment (DCE), dan terminal atau komputer yang mengirimkan atau menerima data disebut sebagai Data Terminal Equipment (DTE). Disamping itu, agar peralatan komunikasi data dapat saling berhubungan dibuatlah ketentuan baku.

Electronic Industries Association (EIA) mengembangkan suatu standar yang disebut RS-232-C untuk pertukaran secara serial dengan sinyal biner antar DTE dan DCE. Negara-negara di luar Amerika menggunakan ketentuan baku yang mirip dengan RS-232-C, yang dikenal sebagai CCITT V24. Gambar 2-4 menunjukkan pin-pin pada konektor DB-25.



Gambar 2-5⁸
Hubungan RS-232-C Null Modem

⁸ Ibid, hal. 452

2.4.2 KONFIGURASI HUBUNGAN RS-232-C

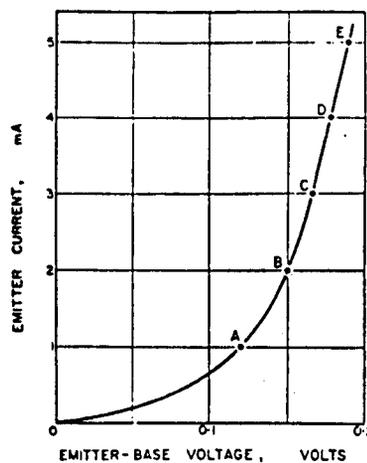
Hubungan antara dua komputer dimana jaraknya dekat, tidak memerlukan modem, namun tetap mengikuti standar RS-232-C. Hubungan ini dinamakan hubungan *crossover* atau sering disebut *null modem* seperti ditunjukkan pada gambar 2-5. Pada hubungan ini sinyal TX dihubungkan dengan RX sedangkan RTS dan DTR masing-masing dihubungkan dengan CTS dan CD.

2.5 KARAKTERISTIK BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR (BJT)

Piranti transistor memiliki kemampuan menguatkan (*amplifying*) arus listrik, sehingga transistor dapat diaplikasikan dalam berbagai rangkaian elektronika. Kegiatan perencanaan yang hati-hati harus dilaksanakan untuk setiap penerapannya. Sebelum hal tersebut dapat dikerjakan secara sistematis, diperlukan pengetahuan yang terperinci dari karakteristik transistor sebagai elemen rangkaian. Misalnya : tegangan dan arus kerja terbaik, impedansi sumber sinyal, faktor penguatan, impedansi internal output transistor, dsb. Berdasarkan hubungan tegangan-arus transistor terdapat dua jenis kurva karakteristik : karakteristik tegangan-arus arah maju (*forward*) dari emitter junction yang disebut juga emitter characteristics (*input characteristics*), dan kurva tegangan - arus arah terbalik (*reverse*) dari collector junction yang biasa disebut collector characteristics (*output characteristics*).

2.5.1 KARAKTERISTIK COMMON BASE

Gambar 2-6 berikut memperlihatkan karakteristik emiter to base forward pada konfigurasi common-base (konfigurasi CB), dimana kenaikan arus emitor bersesuaian dengan kenaikan tegangan base.



Gambar 2-6⁹
Karakteristik input konfigurasi common base

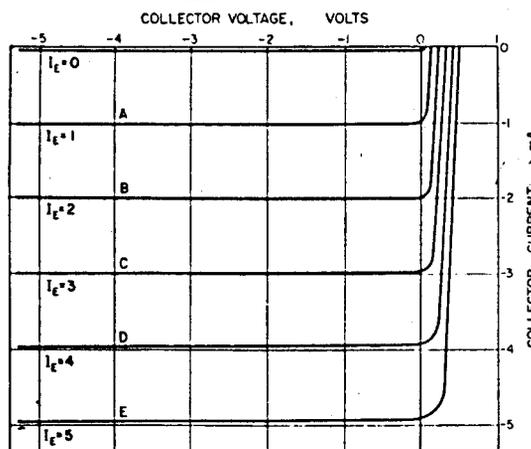
Gambar diatas untuk transistor germanium sinyal kecil. Sedangkan gambar 2-7 memperlihatkan bagaimana kejadian di dalam rangkaian common base bilamana arus emitor berubah-ubah. Dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Dengan arus emitor nol, karakteristik kolektor-base terlihat sebagai kurva $I_E=0$ yang sama dengan reverse characteristic dari pn junction. Arus kecil dikenal

⁹ Hibberd, R.G. Transistor Pocket Book, Butterworth & Co, 1971, London, hal. 27

sebagai *leakage current* dari collector junction.

2. Arus emitor dinaikkan menjadi konstan 1 mA (titik A gambar 2-6). Terlihat hampir semua arus emitor melewati kolektor. Sehingga diperoleh sekarang kurva A untuk $I_E=1$ pada gambar 2-7.
3. Dengan cara sama, dengan penambahan arus emitor pada step berikutnya, kurva kolektor B,C,D dan E akan dihasilkan untuk arus emitor $I_E = 2,3,4, \text{ dan } 5$ mA. Dari kurva tersebut terlihat bahwa, resistansi output yang dimiliki sangat tinggi. Dimana perubahan tegangan kolektor yang besar hanya menghasilkan perubahan arus yang sangat kecil.

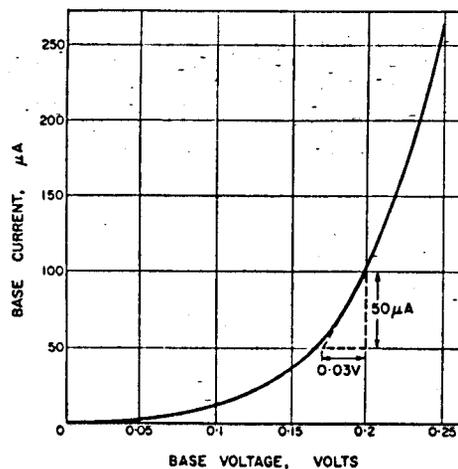


Gambar 2-7¹⁰

Karakteristik output konfigurasi common-base yang digambarkan pada kuadran ketiga

¹⁰ Ibid, hal. 27

Pada tegangan kolektor nol terlihat arus kolektor dipelihara seutuhnya. Karena arus base ketika mengalir keluar melewati resistansi dari base region menghasilkan potensial kecil pada rangkaian kolektor-base mengakibatkan small reverse bias pada collector junction. Untuk mengurangi arus kolektor menjadi nol, diperlukan menerapkan tegangan kolektor yang kecil arah maju seperti terlihat pada kurva di bawah. Gambar 2-7 menggunakan kuadran ketiga untuk menyatakan bahwa collector junction dibias arah terbalik (*reverse*).



Gambar 2-8¹¹

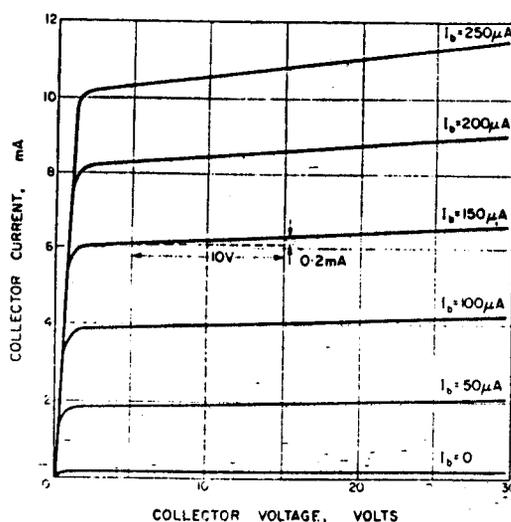
Karakteristik input konfigurasi common-emitter

¹¹ Ibid, hal. 30

2.5.2 KARAKTERISTIK COMMON EMITTER

Gambar 2-8 memperlihatkan karakteristik input konfigurasi common emitter. Arus base berubah mengikuti kenaikan yang terjadi pada tegangan forward emitter-base junction. Gambar 2-9 menunjukkan karakteristik output konfigurasi common-emitter. Arus kolektor berubah dengan tegangan kolektor-emitor pada level arus base tertentu.

Dari karakteristik input terlihat resistansi input konfigurasi CE lebih besar dibanding konfigurasi CB, memerlukan perubahan arus base lebih kecil dibanding perubahan arus emitor untuk memberikan perubahan tegangan emitor-base.



Gambar 2-9¹²
Karakteristik output konfigurasi common emitter

¹² Ibid, hal. 30

Dari karakteristik output konfigurasi CE terlihat sama dengan konfigurasi CB, kecuali sekarang terlihat adanya slope pada garis arus yang menunjukkan arus bertambah dengan kenaikan tegangan. Mengindikasikan bahwa resistansi output CE lebih kecil dibanding CB, tetapi bagaimanapun tetap tinggi. Juga arus kolektor sekarang nol untuk tegangan kolektor nol bila potensial yang dapat dihasilkan arus base tidak diberikan dalam rangkaian.

2.5.3 ANALISA GRAFIK TITIK KERJA D.C.

Kurva karakteristik sangat diperlukan dalam menentukan titik kerja dc (*dc operating point*) yang sesuai untuk aplikasi amplifier. Topik tersebut akan didiskusikan pada penjelasan berikut ini.

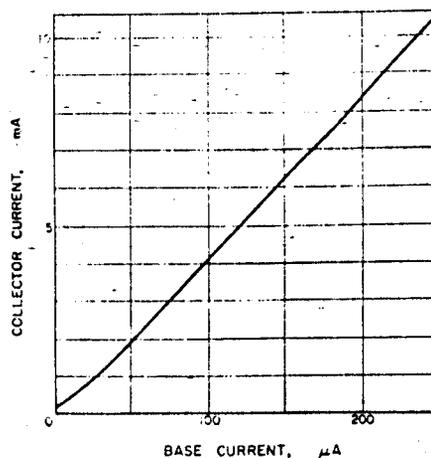
2.5.3.1 RESISTANSI INPUT DAN OUTPUT

Resistansi ac input dan output transistor dapat ditentukan dari slope karakteristik input dan output pada titik kerja. Memakai referensi Gambar 2-8 bila dipertimbangkan titik kerja transistor pada arus base $100 \mu\text{A}$, slope dari karakteristik pada titik tersebut adalah $0.03/(50 \times 10^{-6})$ memberikan slope resistansi 600Ω . Maka diperoleh resistansi input dari transistor dalam konfigurasi CE tersebut sebesar 600Ω . Dalam gambar 2-9 pada arus kolektor 6 mA , slope dari karakteristik adalah $10/(0.2 \times 10^{-3})$ memberikan slope resistansi output dari transistor dalam konfigurasi CE tersebut

sebesar 50.000Ω .

2.5.3.2 KARAKTERISTIK TRANSFER ARUS

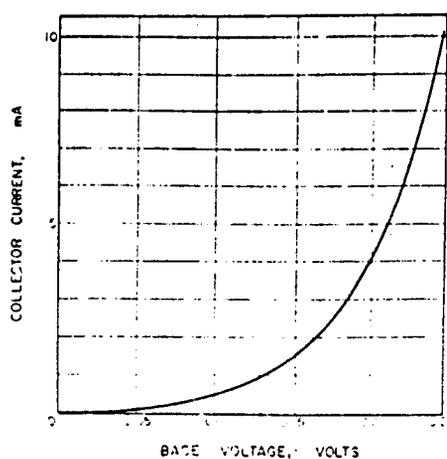
Berdasarkan Gambar 2-9 dapat diturunkan karakteristik transfer arus (*current-gain characteristics*) dari konfigurasi CE. Misalkan ditanyakan gain arus pada arus kolektor 5 mA dan tegangan kolektor 10 Volt. Bila digambar garis secara vertikal pada tegangan kolektor 1 Volt, perubahan arus kolektor untuk perubahan arus base dari $100 \mu\text{A}$ sampai $150 \mu\text{A}$ adalah 4 mA sampai 6.1 mA. Gain arus merupakan perubahan dari arus kolektor dibagi dengan perubahan dari arus base, sehingga dalam kasus ini $2.1 \text{ mA} / 50 \mu\text{A}$ yang memberikan nilai gain arus sebesar 42.



Gambar 2-10¹³
Karakteristik transfer arus

¹³ Ibid, hal. 32

Karakteristik transfer arus seringkali dalam kurva terpisah. Biasanya menyatakan hubungan arus kolektor versus arus base untuk tegangan kolektor konstan seperti ditunjukkan gambar 2-10. Tetapi lebih umum berbentuk kurva arus kolektor vs tegangan base seperti gambar 2-11. Kurva ini berguna dalam aplikasi switching dimana tegangan base dirubah untuk menswitch arus kolektor



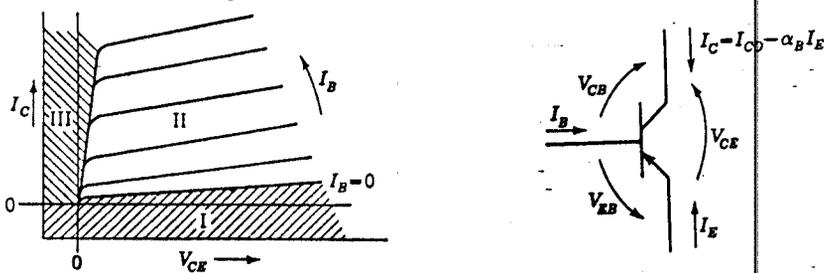
Gambar 2-11¹⁴
Karakteristik transfer hybrid

2.5.3.3 PLOT I_C/I_B TERHADAP V_{CE}

Pada grafik karakteristik output konfigurasi common emitter dapat diperlihatkan tiga daerah operasi dari transistor, seperti diperlihatkan Gambar 2-12. Daerah II

¹⁴ Ibid, hal. 32

adalah daerah kerja normal (aktif), daerah I adalah daerah cut-off dimana emitor dan kolektor keduanya dibias reverse. Daerah III adalah daerah saturasi, dimana emitor dibias forward dan kolektor memiliki bias reverse yang sangat kecil atau bias forward kecil.



Gambar 2-12¹⁵

- (A) Tiga daerah kerja transistor
(B) Arus dan tegangan pada common emitter

Persamaan tegangan kolektor-emitor dan arus base dapat diturunkan sebagai berikut : dari Gambar 2-12 B.

$$\begin{aligned} V_{CB} - V_{EB} &= V_{CE} \\ I_B &= -I_E - I_C \end{aligned}$$

Dimana terdapat persamaan tegangan kolektor dan emitor dari teori pn junction

¹⁵ Greiner, R. A., Semiconductor Device and Applications, McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, hal. 171

transistor diketahui ; ¹⁶

$$\begin{aligned} V_{EB} &= V_T L \ln \left[1 - \frac{I_E + \alpha_R I_C}{I_{EO}} \right] \\ V_{CB} &= V_T L \ln \left[1 - \frac{I_C + \alpha_B I_E}{I_{EO}} \right] \end{aligned}$$

Dimana :

V_T = tegangan treshold junction

α = ratio arus I_C dan I_E dengan VC konstan

maka ,

$$V_{CE} = V_T L \ln \left[\frac{1 - (I_C + \alpha_B I_E) / I_{CO}}{1 - (I_E + \alpha_R I_C) / I_{EO}} \right]$$

Dapat ditulis kembali sebagai,

$$V_{CE} = V_T L \ln \left[\frac{\frac{I_{CO}}{\alpha_B I_B} + 1 - \frac{1 - \alpha_B}{\alpha_B} \frac{I_C}{I_B}}{\frac{1}{I_B} + 1 + (1 - \alpha_B) \frac{I_C}{I_B}} \alpha_B \right]$$

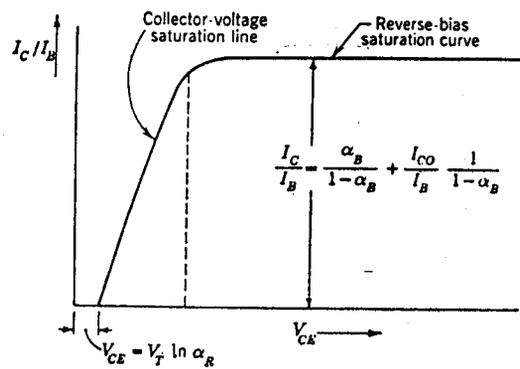
Dengan pendekatan, dimana I_{CO} dan I_{EO} terlalu kecil dibanding dengan I_B , maka diperoleh persamaan sederhana yang menyatakan tegangan kolektor - emitor :

¹⁶ Ibid, hal. 172

$$V_{CE} = V_T \ln \left[\frac{1 - \frac{1 - \alpha_B}{\alpha_B} \frac{I_C}{I_B}}{1 + (1 - \alpha_B) \frac{I_C}{I_B}} \right] + V_T \ln \alpha_R$$

Dari teori dasar pn-junction transistor, arus kolektor

$$I_C = \frac{\alpha_B}{1 - \alpha_B} I_B - I_{CO} D[V_{CB}] \frac{1}{1 - \alpha_B}$$



Gambar 2-13¹⁷

Grafik i_c/i_b terhadap v_{ce} yang menggambarkan karakteristik output konfigurasi ce secara teoritis

dengan bias reverse terlalu besar dibanding V_T ,

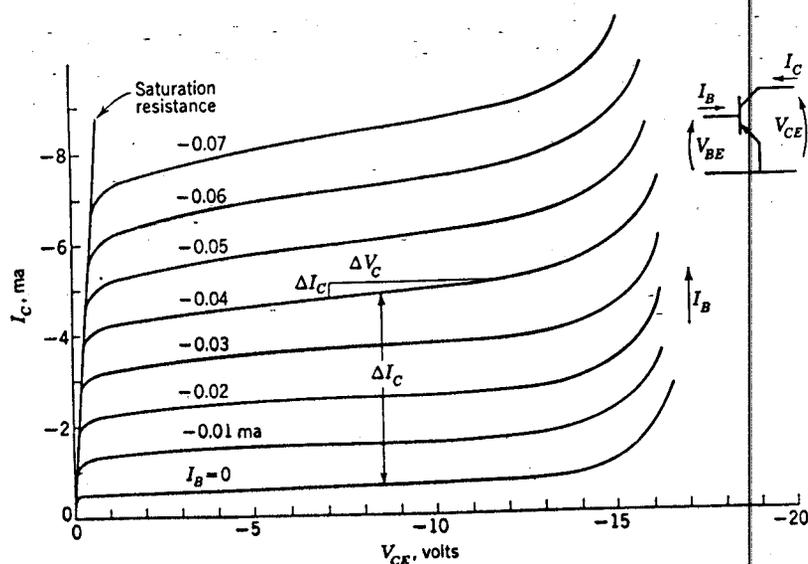
$$V_{CB} \approx V_{CE} \text{ maka ,}$$

¹⁷ Ibid, hal. 173

$$I_C = \frac{\alpha_B}{1 - \alpha_B} I_B - \frac{1}{1 - \alpha_B} I_{CO}$$

persamaan di atas menggambarkan pula efek dari I_{CO} dalam daerah II. Dan berdasarkan persamaan di atas dapat diperoleh bentuk karakteristik output, dengan olot untuk I_C/I_B terhadap V_{CE} , seperti ditunjukkan Gambar 2-13.

Karakteristik common-emiter umumnya dengan I_B sebagai variabel bebas diperlihatkan kembali pada Gambar 2-14.



Gambar 2-14¹⁸

Grafik I_C terhadap V_{CE} dengan parameter I_B untuk karakteristik output konfigurasi common-emitter

¹⁸ Ibid, hal.175



2.6 METODE DAN INSTRUMENTASI PENGUKURAN BJT

Berbagai pengujian penting transistor dapat dilaksanakan dengan ammeter, voltmeter, dan ohmmeter. Analisis lebih terperinci dari kondisi nyata rangkaian memerlukan instrumentasi ukur khusus. Test parameter lengkap sangat penting dalam kerja eksperimental, tidak hanya bagi kegiatan perawatan dan perbaikan rutin. Pengujian dari dua atau tiga macam karakteristik biasanya diperlukan dalam memutuskan apakah suatu device seharusnya sudah diganti atau pun memenuhi bila dipasangkan dalam suatu rangkaian.

2.7 OPERASIONAL AMPLIFIER

Op-Amp merupakan rangkaian elektronika yang dikemas dalam bentuk rangkaian terpadu (IC), sehingga memiliki beberapa kelebihan dari komponen generasi sebelumnya. Op-amp sebagai IC linier pada dasarnya merupakan penguat dc gain-tinggi. Op-amp banyak digunakan dalam sistem kontrol elektronik, instrumentasi, audio-video, telekomunikasi, sebagai komponen pokok pada komputer analog, dan lain-lain. Pada pembahasan ini, akan dipelajari op-amp berkenaan dengan karakteristik, batasan-batasan maksimum dan penggunaannya dalam bentuk rangkaian dasar.

2.7.1 OP-AMP IDEAL

Di dalam mempelajari piranti elektronika, sangat bermanfaat bila menganggap mula-mula piranti ini ideal. Kemudian dicoba dan diuji, apa yang sebenarnya dapat dilakukan oleh piranti itu sendiri. Op-amp tanpa komponen eksternal, disebut beroperasi secara '*open loop*'. Dalam keadaan ini secara ideal op-amp mempunyai sifat (karakteristik) sebagai berikut :

1. Penguatan (gain) open loop yang tak berhingga ($A_{ol} \gg$). Dimana dengan teknik umpan balik yang tepat, penguatan tak berhingga dapat dibatasi untuk suatu kriteria rancangan.
2. Impedansi input sangat tinggi ($Z_{in} \gg$), sehingga tidak membebani sumber sinyal input.
3. Impedansi output sangat rendah ($Z_{out} \approx 0$), membuat penguat dapat dibebani dengan sembarang impedansi beban, tanpa mempengaruhi tegangan outputnya.
4. Bandwidth tak berhingga ($B \gg$), artinya dapat menguatkan untuk sinyal dari frekuensi terendah nol (DC) sampai dengan frekuensi sangat tinggi.
5. Differensial input sangat kecil ($E_d \approx 0$).
6. Tidak terpengaruh offset.

2.7.2 PARAMETER-PARAMETER OP-AMP

Perbedaan penampilan op-amp sesungguhnya dari opamp ideal, merupakan kendala dalam perancangan rangkaian aplikasi op-amp. Misalnya : tegangan keluaran V_o tidak berubah dengan seketika dari $-V_{sat}$ ke $+V_{sat}$, tapi terdapat selang waktu. Juga, bila tegangan masukan $E_i=0$, maka V_{out} tidak tepat 0, perlu dilakukan pengaturan. Op-amp melaksanakan berbagai fungsi elektronik dalam instrumentasi, komputer, dan kontrol. Aplikasi yang luas dari piranti ini menuntut keluasaan yang sama dari karakteristik penampilannya. Dan karakteristik op-amp juga memperlihatkan hubungan kompleks dengan karakteristik lainnya ataupun kondisi aplikasi, seperti kenyataannya op-amp terpengaruh suhu. Optimasi rangkaian op-amp bertujuan memperkecil perbedaan antara penampilan praktek dan penampilan ideal.

Op-amp digunakan baik sebagai penguat sinyal DC maupun AC. Didalam penerapan untuk penguat DC terdapat parameter-parameter yang menambahkan kesalahan (*error*) pada tegangan keluaran dc, diantaranya sebagai berikut :¹⁹

1. Arus bias masukan (I_B), yaitu rata-rata dari arus pada masukan pembalik (inverting input) dan masukan tak membalik (non inverting input). Hal ini tidak dapat ditiadakan, karena transistor di dalam unit differential amplifier dari internal op-amp agar dapat bekerja harus dibias secara tepat

¹⁹ Robert F., Coughlin, Penguat Operational dan Rangkaian Terpadu Linear, ed. kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985, hal. 190

sebelum suatu tegangan input diterapkan. Terhadap bias ini, diperlukan kompensasi untuk menjamin bias yang tepat (error output ditekan sekecil mungkin).

2. **Arus offset masukan (I_{io})**, yaitu perbedaan arus yang mengalir pada terminal masukan pembalik dan masukan tak membalik, dimana tegangan keluaran nol dan suhunya 25°C . Yang khas biasanya I_{io} sebesar $25\% I_B$.
3. **Tegangan offset masukan (V_{io})**, yaitu tegangan yang harus diberikan diantara kedua terminal masukan dari op-amp untuk memperoleh tegangan keluaran nol.
4. **Drift**, yaitu perubahan-perubahan arus offset yang disebabkan karena perubahan temperatur.

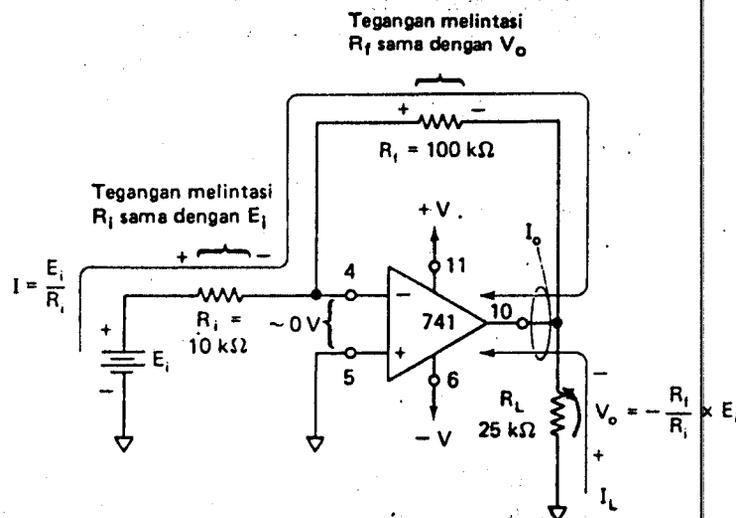
Bila digunakan sebagai penguat AC maka penggantian kapasitor akan menghilangkan error tegangan keluaran DC. Karena itu, ciri 1 sampai dengan 4 diatas biasanya tidak penting dalam pemakaian AC. Meskipun demikian ada masalah-masalah baru untuk penguatan AC, yaitu :

5. **Tanggapan frekuensi**, yaitu hubungan dengan bagaimana penguatan tegangan berubah-ubah bersama perubahan frekuensi. Cara termudah untuk memperagakan data seperti itu adalah dengan sebuah gambar gain tegangan terhadap frekuensi. Produsen memberikan gambar ini untuk gain open loop terhadap frekuensi.

6. Laju ubah, yaitu ukuran kecepatan tegangan keluaran dapat berubah. Dimana hal ini akibat batas dasar op-amp (dan efek kapasitansi). Jika sinyal input memiliki kecepatan perubahan lebih cepat dari kemampuan op-amp, maka akan terjadi distorsi pada tegangan keluaran.

2.7.3 OP-AMP SEBAGAI PENGUAT

Ada dua jenis penguat dasar yang dapat dibangun dari op-amp, yaitu penguat pembalik (*inverting amplifier*) dan penguat tak membalik (*non inverting amplifier*). Rangkaian dasar penguat pembalik adalah seperti diperlihatkan dalam gambar 2-15 di bawah.



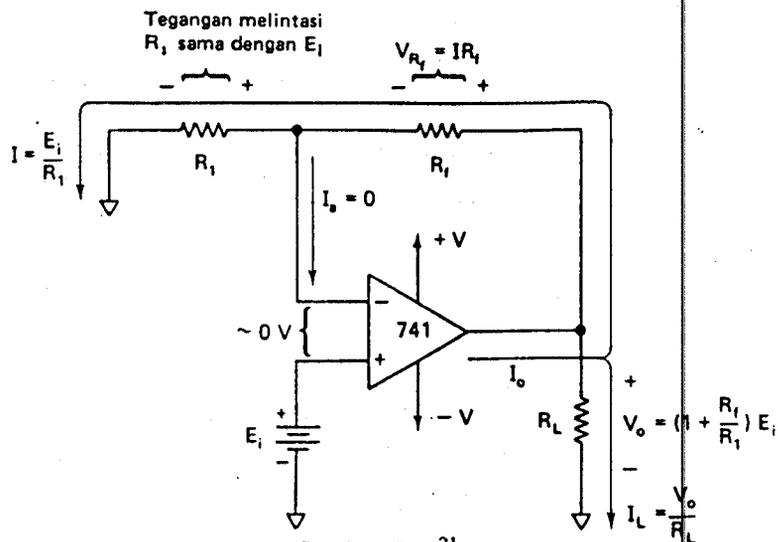
Gambar 2-15²⁰
Rangkaian penguat pembalik

²⁰ Ibid, hal. 33

Penguatan untuk rangkaian ini adalah :

$$A_{CL} = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R_i}$$

dari persamaan diatas terlihat bahwa penguatan yang dihasilkan adalah negatif. Ini menyatakan bahwa sinyal keluaran berbeda fasa 180° terhadap sinyal input.



Gambar 2-16²¹

Rangkaian penguat tak membalik

Penguatan untuk rangkaian tak membalik adalah :

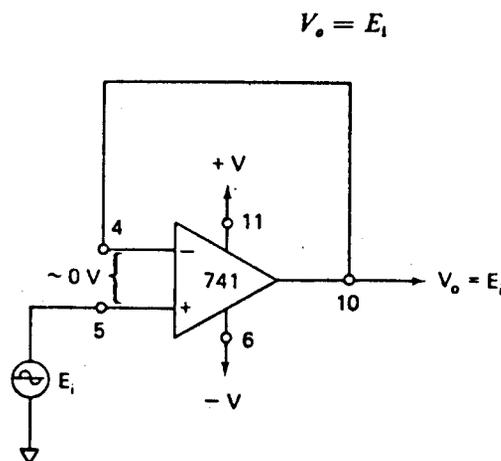
$$A_{CL} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_f + R_i}{R_i} = \frac{R_f}{R_i} + 1$$

²¹ Ibid, hal. 47

Dari persamaan diatas terlihat bahwa fasa antara keluaran dan masukan adalah sama. Rangkaian penguat tak membalik ditunjukkan pada gambar 2-16.

2.7.4 OP-AMP SEBAGAI PENGIKUT TEGANGAN

Pengikut tegangan biasanya didefinisikan sebagai rangkaian penguatan satu, dengan keluaran mengikuti masukan. Rangkaian pengikut tegangan seperti tampak pada gambar 2-17.



Gambar 2-17²²

Op-amp sebagai pengikut tegangan

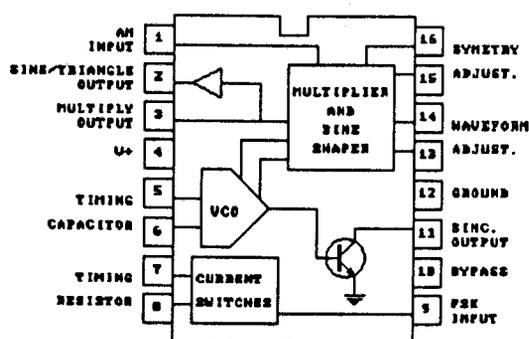
Keluaran terhubung langsung pada masukan membalik dengan tegangan masukan dikenakan pada masukan tak membalik. Resistansi umpan balik sama dengan nol, karena itu penguatan pengikut sama dengan satu. Rangkaian ini memiliki impedansi masukan sangat tinggi serta impedansi keluaran yang sangat rendah. Karena sifat ini

²² Ibid, hal. 42

pengikut tegangan banyak dipakai sebagai penyangga elektrik untuk mengisolasi rangkaian atau peralatan agar tidak terjadi interaksi yang tidak diharapkan antara komponen yang satu dengan yang lain.

2.8 GENERATOR FUNGSI XR-2206.²³

XR-2206 adalah generator fungsi yang dibangun dari rangkaian terintegrasi monolitik. IC ini dapat membangkitkan bentuk gelombang sinusoidal, segiempat, segitiga, lerengan (ramp), dan denyut berkualitas tinggi dan presisi. Jangkah frekuensi yang dihasilkan antara 0,01 Hz sampai 1 M Hz. Frekuensi oscilator dapat diatur secara linier dengan tegangan kendali luar (*external control voltage*).



Gambar 2-18
Blok Diagram Internal XR-2206

Seperti ditunjukkan pada gambar 2-18, IC ini terdiri dari empat blok utama :

²³ ..., Exar Function Generator Data Book, Exar Integrated System Inc, Sunnyvale, California, hal. 14

sebuah oscillator terkendali tegangan, sebuah pengganda analog, sebuah penyangga dengan penguatan satu dan seperangkat saklar-saklar arus.

Frekuensi kerja (f), ditentukan oleh kapasitor external (C) antara kaki 5 dan kaki 6 dan resistor external (R) pada kaki 7 atau kaki 8. Kaki 7 atau kaki 8 memiliki tegangan +3 V terhadap kaki 12. hubungan antara frekuensi kerja kapasitor dan arus yang ditarik dari kaki 7 atau kaki 8 dinyatakan dengan persamaan berikut ²⁴:

$$f = \frac{320 \cdot I_T}{C} \text{ (Hz)}$$

dimana :

- f = frekuensi kerja
- C = kapasitor external (μF)
- I_T = arus total yang ditarik dari kaki 7 atau 8 (mA)

Apabila diterapkan tegangan kendali untuk mengendalikan frekuensi maka hubungan antara tegangan kendali (V_C) dengan frekuensi kerja (f) dapat dinyatakan sebagai :

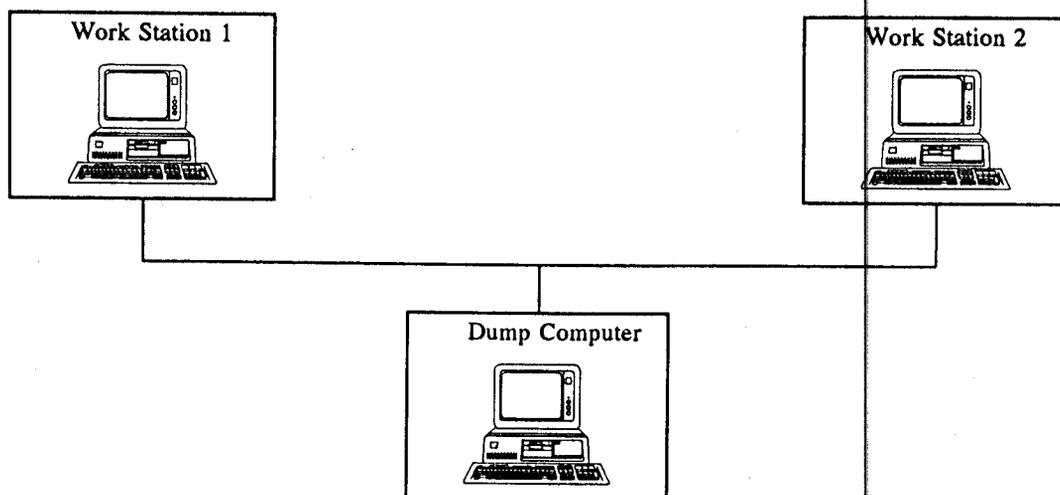
$$f = \frac{1}{R \cdot C} \left[1 + \frac{R}{R \cdot C} \left(1 - \frac{V_C}{3} \right) \right] \text{ Hz}$$

²⁴ Ibid, hal. 16

BAB III

PERENCANAAN

Dengan berdasarkan teori-teori yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya dalam bab ini akan dibahas perencanaan perangkat keras sistem yang meliputi blok diagram, cara kerja dan dilanjutkan dengan perhitungan serta mengenai perangkat lunak pendukung sistem.



Gambar 3-1
Blok diagram sistem

3.1 PERENCANAAN PERANGKAT KERAS

Gambar 3-1 menunjukkan blok diagram dari keseluruhan sistem yang dibuat. Dari gambar terlihat bahwa setiap modul praktikum diinterfacekan pada masing-masing terminal (hubungan secara paralel), pengambilan data dan

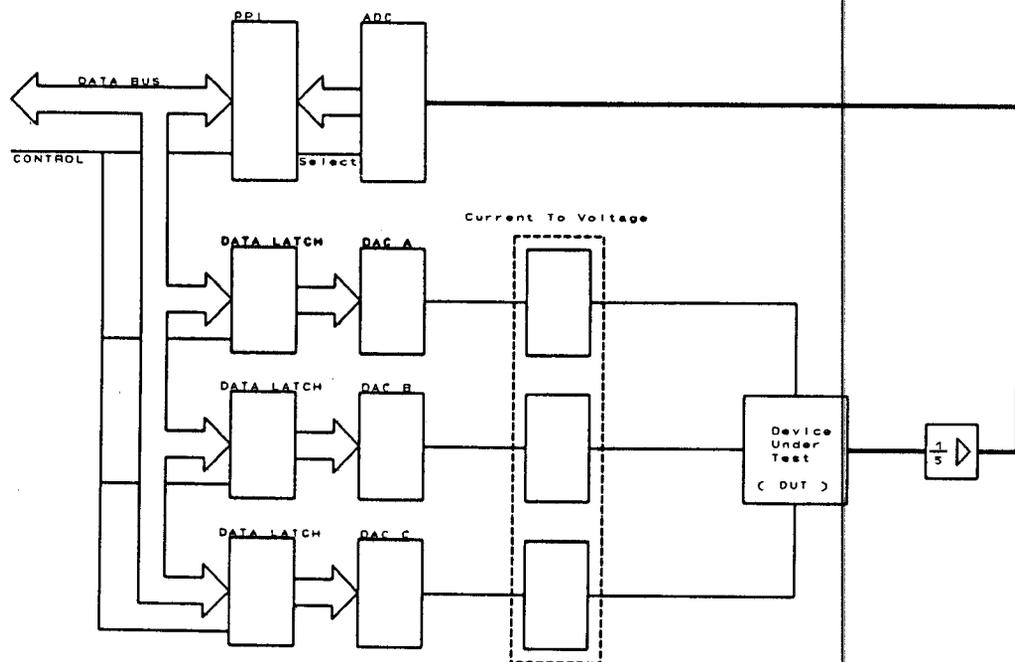
pengolahan data dilakukan pada komputer ini, selanjutnya data hasil olahan dikirimkan secara serial ke satu komputer, dalam hal ini disebut sebagai dump komputer. Komputer ini dapat memantau keseluruhan terminal yang dihubungkan padanya.

Setiap modul diinterfacekan ke masing-masing terminal melalui universal card yang terdiri dari decoding memori pada address bus dan buffer pada data bus. Alamat dari port dapat dipilih melalui DIP switch dengan demikian sangat flexible. Hal ini dimaksudkan agar pada pengembangan selanjutnya penambahan modul-modul tambahan tidak akan merubah sistem yang telah ada.

Rangkaian selengkapnya universal card ini dapat dilihat pada lampiran. Dalam tugas Akhir ini dikerjakan dua modul praktikum yang dihubungkan pada dua terminal komputer yaitu praktikum karakteristik transistor dan operasional amplifier. Untuk itu direncanakan dua buah modul yaitu modul transistor curve tracer yang dapat melakukan pengambilan data yang berhubungan dengan praktikum karakteristik transistor dan modul op-amp untuk pengambilan data karakteristik rangkaian op-amp.

3.1.1 TRANSISTOR CURVE TRACER.

Modul ini terdiri dari *Programmable Peripheral Interface* (PPI 8255), ADC 0808, *buffer latch* 74LS374, DAC 0808 dan rangkaian pembagi tegangan. Blok diagram modul ditunjukkan pada gambar 3-2.



Gambar 3-2
Blok Diagram Transistor Curve Tracer

Cara kerja dari transistor curve tracer tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut : PPI 8255 dipergunakan untuk mengatur perjalanan data antara komputer dengan ADC 0808, port A dan port C PPI digunakan sebagai pengendali ADC sedangkan data hasil konversi ADC ditangkap melalui port B. Data digital untuk DAC 0808 diatur oleh *buffer latch* 74LS374, yang dihubungkan langsung pada data bus, pemilihan alamat dan kontrol bagi PPI dan buffer latch dilakukan pada universal card.

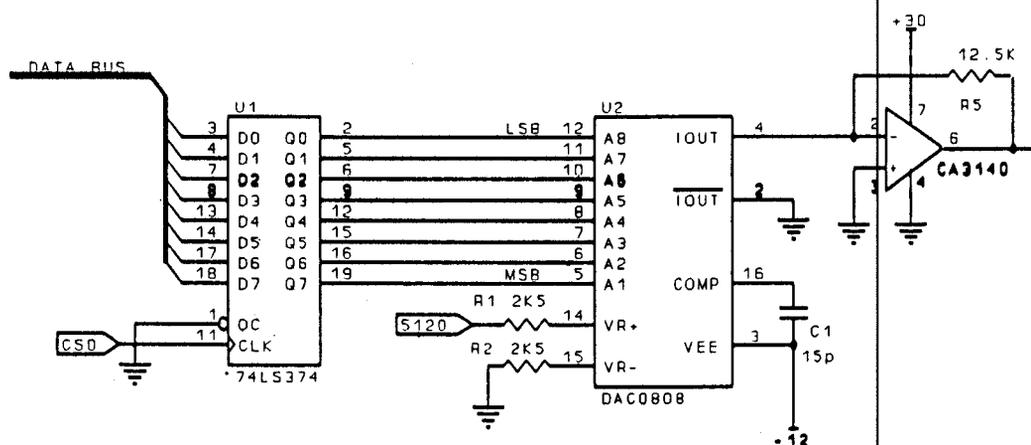
Level tegangan DC yang merupakan output dari DAC dilewatkan pada resistor standart untuk diumpankan pada transistor yang diuji. Titik uji (*test point*) pada kaki kolektor dan basis dibaca oleh ADC. Rangkaian pembagi tegangan digunakan

untuk menyesuaikan antara tegangan yang diukur dengan level maksimum pembacaan ADC. Sehingga arus-arus yang diberikan pada transistor uji dapat dihitung dengan :

$$Arus (I) = \frac{V_{OUTDAC} - V_{INPADC}}{R_{Standart}}$$

3.1.1.1 RANGKAIAN DAC

Rangkaian digital to analog converter, rangkaian penghasil level tegangan DC menggunakan DAC 0808 digambarkan pada gambar 3-3.



Gambar 3-3

Rangkaian Digital to Analog Converter

Bagian utama dari rangkaian diatas adalah DAC 0808 dan buffer lach

74LS374 menyediakan data digital yang akan dikonversikan menjadi level tegangan DC yang diinginkan. Hal terpenting dalam merencanakan rangkaian ini adalah pemilihan harga resistansi untuk menentukan besarnya level tegangan yang dihasilkan. Tegangan output DAC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_o = \frac{V_{Ref}}{R_i} R_o \left[\frac{A1}{2} + \frac{A2}{4} + \frac{A3}{8} + \frac{A4}{16} + \frac{A5}{32} + \frac{A6}{64} + \frac{A7}{128} + \frac{A8}{256} \right]$$

Dimana :

V_o = Tegangan Output

V_{Ref} = Tegangan Referensi

R_o = Resistansi Output

R_i = Resistansi input pada kaki 14

A1-A8 = Bit-bit data digital input

Jadi tegangan output maksimum adalah :

$$V_{oMax} = V_{Ref} \left[\frac{R_o}{R_i} \right]$$

Dalam rancangan ini digunakan tegangan referensi sebesar 5,12 Volt. Ditentukan harga R_i 2,5 K Ω . Dikehendaki tegangan output maksimum pada curve tracer ini sebesar 25,6 Volt, sehingga harga R_o :

$$\begin{aligned}
 R_o &= \frac{V_{oMax}}{V_{Ref}} \cdot R_i \\
 &= [25,6/5,12] \times 2,5 \text{ K } \Omega \\
 &= 12,5 \text{ K } \Omega.
 \end{aligned}$$

Dan nilai perubahan tegangan output setiap bit perubahan data digital adalah :

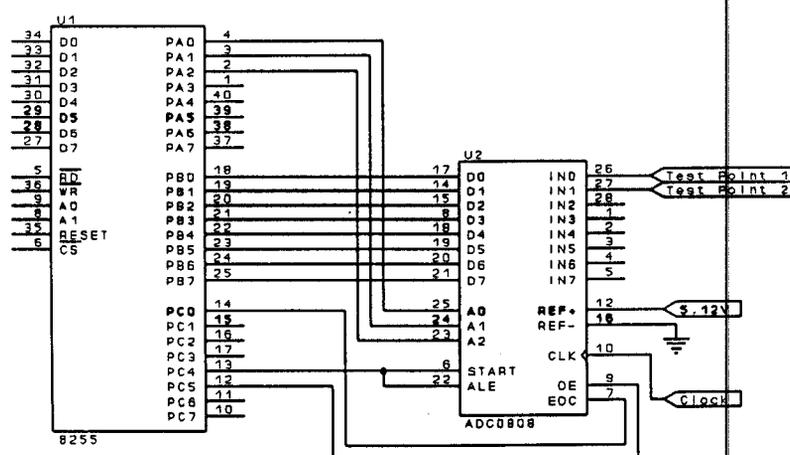
$$\frac{V_{oMax}}{256} = \frac{25,6}{256} = 0,1 \text{ volt}$$

3.1.1.2 RANGKAIAN ADC

Rangkaian ini digunakan untuk membaca level tegangan input untuk selanjutnya dikonversikan pada data digital yang sesuai. Bagian utama rangkaian ini adalah ADC 0808. Seperti dijelaskan pada bagian permulaan bab ini bahwa ADC 0808 dikendalikan melalui PPI 8255. Level tegangan maksimum yang dapat dibaca ADC 0808 adalah 5,12 Volt. Maka agar dapat membaca level tegangan yang lebih tinggi harus digunakan rangkaian pembagi tegangan. Dalam rancangan ini digunakan rangkaian pembagi tegangan 1/5. Gambar 3-4 menunjukkan gambar selengkapannya dari rangkaian ini.

Dari gambar 3-4 terlihat bahwa sinyal kontrol ADC ini yang meliputi : *Input select*, *Start of Conversion*, *End Of Conversion* dan *Output Enable* dihubungkan dengan kaki-kaki port A dan port C PPI 8255. Select input menentukan data level DC pada kaki ke berapa yang akan dikonversikan. Bit-bitnya akan mewakili kode biner nomor urut kaki input. Data digital output ADC

dihubungkan dengan kaki-kaki port B PPI 8255. Hasil bacaan dari port B ini menunjukkan besarnya level tegangan pada masing-masing titik uji. Besarnya tegangan referensi yang digunakan adalah 5,12 Volt. Sama seperti yang digunakan pada rangkaian DAC.

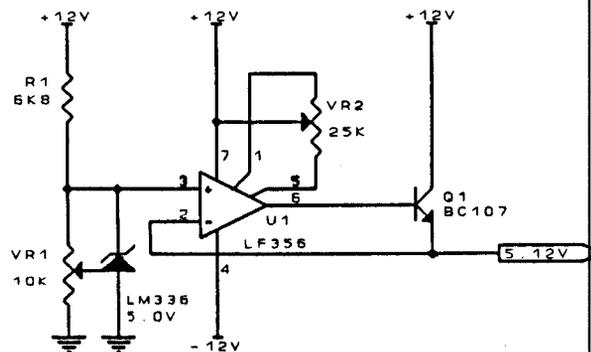


Gambar 3-4

Rangkaian analog to digital converter

3.1.1.3 Rangkaian tegangan referensi

Rangkaian ini merupakan rangkaian yang mempunyai output level tegangan tertentu yang digunakan sebagai tegangan referensi untuk rangkaian DAC dan ADC. Rangkaian tegangan referensi harus memiliki sifat kebal terhadap gangguan, perubahan mendadak tegangan supply misalnya. Dan arus outputnya harus cukup besar untuk pembebanan pada rangkaian yang dihubungkan padanya. Ketepatan tegangan referensi ini menentukan ketepatan ADC dan DAC. Gambar rangkaian tegangan referensi ditunjukkan pada gambar 3-5.



Gambar 3-5
Rangkaian tegangan referensi

Untuk memenuhi syarat-syarat diatas maka tegangan referensi dirancang dengan menggunakan dioda zener presisi tinggi tipe LM 336-5 yang mempunyai kestabilan 1.8 mV pada temperatur 0°C sampai 70°C. Komponen ini bekerja pada range arus sebesar 400 uA sampai 10 mA. Jika ditentukan harga arus 1 mA maka nilai resistor pembatas arus yang diperlukan adalah :

$$R = \frac{(12 - 5,12) V}{1 mA} = 6,88 K\Omega$$

Karena sulit untuk mendapatkan nilai hambatan sebesar itu maka dipilih harga R = 6.8 K Ω . Sehingga arus yang mengalir sebesar :

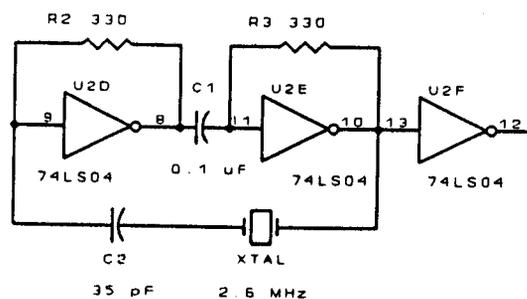
$$I = \frac{6,88V}{6,8K\Omega} = 1,012 mA$$

nilai arus yang masih dalam range yang diperbolehkan. Potensiometer digunakan

untuk mengatur agar tegangan referensi benar-benar pada harga 5,12 Volt. Rangkaian buffer op-amp LF 356 digunakan agar tidak terjadi drop tegangan pada saat dibebani oleh ADC dan DAC.

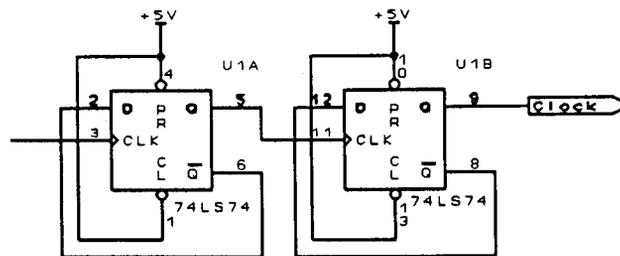
3.1.1.4 RANGKAIAN CLOCK

Rangkaian ini dipergunakan untuk membangkitkan pulsa clock untuk ADC 0808. Rangkaian ini terdiri dari kristal bernilai 2,56 MHz, Inverter 74LS04 dan komponen pasif lain hingga membentuk oscillator. Gambar dari rangkaian clock ini diperlihatkan pada gambar 3-6.



Gambar 3-6
Rangkaian Oscillator

ADC 0808 bekerja optimal pada clock 640 KHz untuk merealisasikan output clock sebesar itu maka diperlukan rangkaian pembagi, Gambar 3-7 memperlihatkan rangkaian pembagi 4 sehingga frekwensi clock yang diinputkan pada ADC 0808 mendekati harga sekitar 640 KHz.



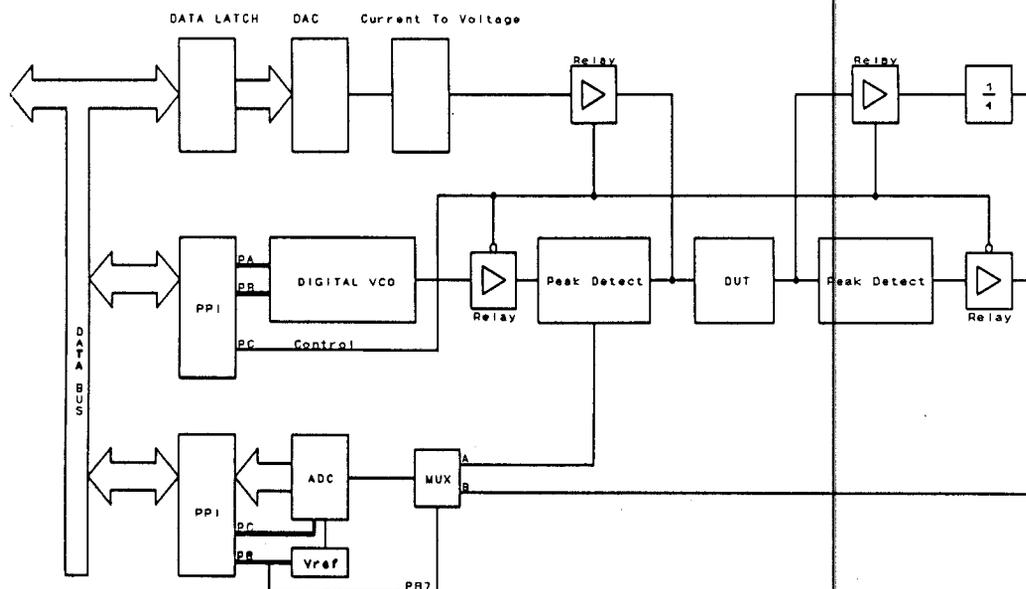
Gambar 3-7
Rangkaian pembagi frekwensi

3.1.2 Op Amp Analyzer

Rangkaian ini dipergunakan untuk menganalisa penguatan dan bandwidth rangkaian op-amp. Modul ini terdiri dari :

- Rangkaian DAC 12 bit yang menghasilkan level tegangan untuk diumpankan pada komponen yang diuji.
- Rangkaian multi range ADC untuk membaca level tegangan output dari komponen yang diuji.
- Rangkaian VCO (*Voltage Controlled Oscillator*) rangkaian ini akan mengeluarkan gelombang sinus dengan frekwensi yang dapat diatur dengan data digital.

Blok diagram op-amp Analyzer ditunjukkan pada gambar 3-8 dibawah.



Gambar 3-8
Blok Diagram Op Amp Analyzer

Cara kerja op-amp analyzer dapat dijelaskan sebagai berikut: dari blok diagram terlihat bahwa untuk mengatur lalu lintas data pada modul ini digunakan 2 buah PPI 8255 dan 2 buah buffer lachth 74LS374. Data digital yang telah *dilacth* (digerendel) oleh 74LS374 dikonversikan menjadi level tegangan yang sesuai oleh DAC 0808. Selanjutnya data digital tersebut diumpangkan pada op-amp yang akan dianalisa. Besarnya penguatan dari rangkaian dapat ditentukan dari perbandingan tegangan output (V_o) dengan tegangan input (V_i). Pembacaan level tegangan output dilakukan oleh rangkaian multi range ADC. Line control digunakan untuk memilih mode fungsi dari modul ini, apabila jalur ini berlogika *low* maka relay-relay yang berhubungan dengan analisa bandwidh yang aktif

sebaliknya apabila jalur ini berlogika *high* relay-relay yang berhubungan dengan analisa penguatan yang aktif. Pemilihan komponen relay daripada saklar elektronik ini didasarkan pada pertimbangan :

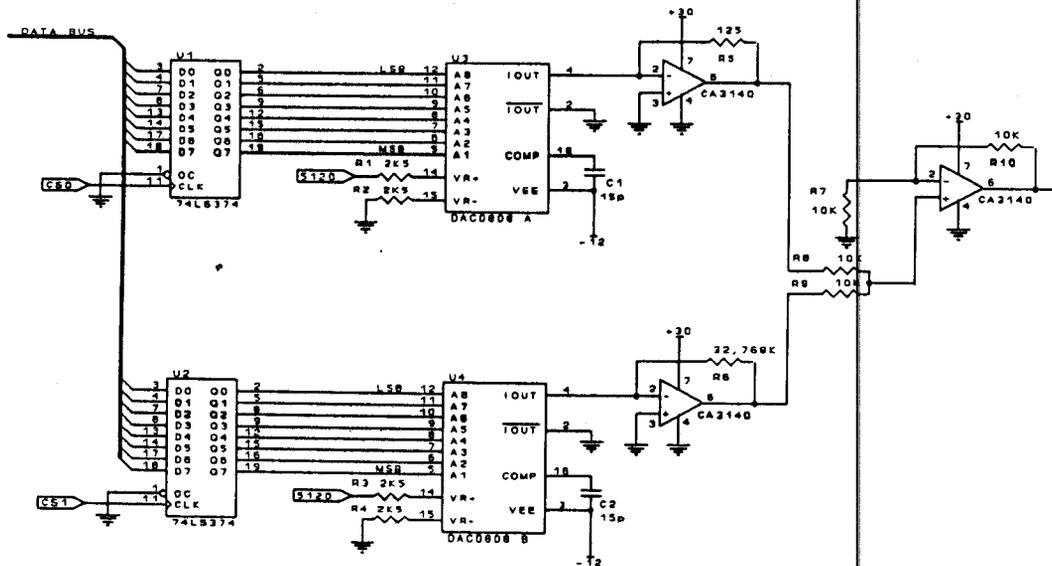
- Frekwensi perubahan jalur kontrol tidak tinggi, logika jalur ini dikendalikan oleh user.
- Secara mekanik drop tegangan pada kontaktor dapat diabaikan.
- Tidak ada arus bocor, karena pada kontaktor mekanik arus bocor pada saat hubungan terbuka adalah nol.

Untuk pengujian bandwidth maka logika pada jalur ini harus *low*, sehingga komponen yang diuji dihubungkan dengan VCO. Rangkaian VCO melakukan penyapuan (*sweeping*) mulai dari frekwensi rendah sampai frekwensi tinggi. sampai didapati level tegangan output menjadi 0,707 kali terhadap level semula pada saat itu frekwensi output VCO sama dengan frekwensi *cutoff high* dari rangkaian uji. Pendeteksian level tegangan output pada mode ini tidak langsung ke ADC tetapi dilewatkan detektor puncak (*peak detector*), yaitu rangkaian untuk mendeteksi level tertinggi dari suatu sinyal periodik.

3.1.2.1 Rangkaian DAC 12 bit

Rangkaian DAC 12 bit ini dirancang dengan menggunakan 2 buah DAC 8 bit MC1408 dengan konfigurasi seperti pada gambar 3-9. Terlihat bahwa LSB bit DAC B adalah bit ke-9 dari DAC A, cara ini dapat dilakukan dengan syarat nilai 1 bit LSB DAC B sama dengan 256 kali nilai 1 bit LSB pada DAC B. Output dari

kedua DAC dijumlahkan dengan menggunakan rangkaian penjumlah (summing).



Gambar 3-9
Rangkaian DAC 12 bit

Hal terpenting dalam perencanaan rangkaian ini adalah pemilihan harga resistor yang digunakan. Dengan menggunakan persamaan pada perencanaan DAC sebelumnya dengan harga tegangan referensi $V_{ref} = 5,12$ Volt, ditentukan nilai $R_i = 2,56$ K Ω . Apabila diinginkan perubahan 1 bit LSB DAC A sebesar 1 mV, maka :

$$\begin{aligned} V_{o \text{ Mak}} &= 2^8 \times 1 \text{ mV} \\ &= 256 \times 1 \text{ mV} \\ &= 256 \text{ mV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{oMax} &= V_{Ref} \cdot \left[\frac{R_o}{R_i} \right] \\
 R_o &= \frac{V_{oMax}}{V_i} \cdot R_i \\
 &= [256/5120] \times 2560 \Omega \\
 &= 128 \Omega
 \end{aligned}$$

sesuai dengan ketentuan bahwa 1 LSB DAC B sama dengan 256 kali 1 LSB DAC, maka :

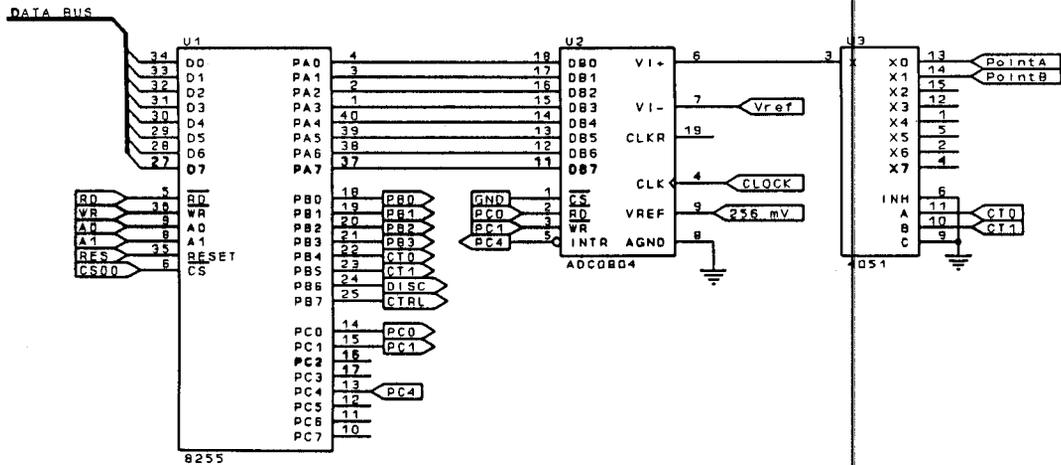
$$\begin{aligned}
 V_o \text{ Mak DAC B} &= 256 \times V_o \text{ Mak DAC A} \\
 &= 256 \times 256 \text{ mV} \\
 &= 65,536 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai } R_o \text{ DAC B} &= [65,536/5,12] \times 2560 \Omega \\
 &= 32,768 \text{ K}\Omega
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai resistansi yang tepat di pasaran sangat sulit untuk itu digunakan resistor *multiturn* dengan nilai yang tidak jauh berbeda.

3.1.2.2 RANGKAIAN MULTI RANGE ADC.

Rangkaian ini digunakan untuk membaca besarnya level tegangan pada titik uji. Rangkaian ini menggunakan ADC 0808 dengan resolusi 8 bit. Gambar rangkaian ADC ini diperlihatkan pada gambar 3-10. Dengan tegangan referensi sebesar 256 mV pada kaki $V_{ref}/2$ akan mengakibatkan besarnya full range 512 mV. Dengan resolusi 256 setiap bit ADC dapat membaca 2 mV.



Gambar 3-10
Rangkaian multi range ADC

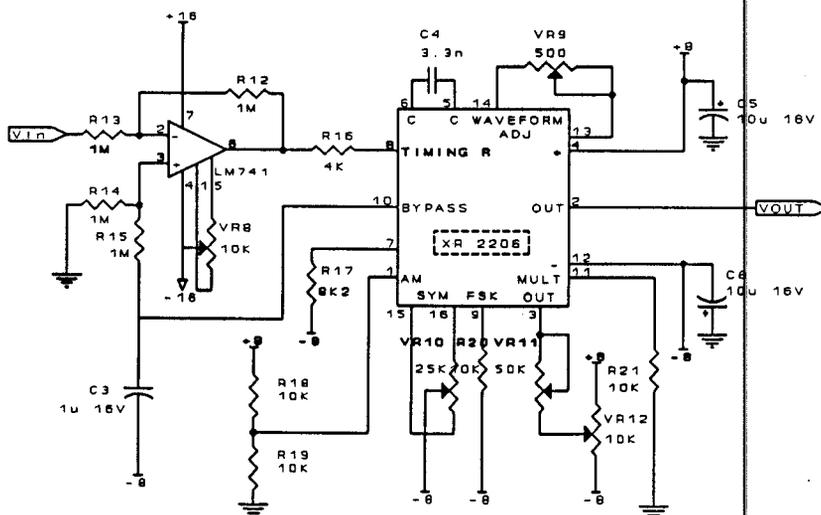
Multi range dapat dilakukan mengatur referensi pada titik V^- . Apabila pada kaki ini diground maka bacaan ADC pada range 0-512 mV. Dengan mengatur besarnya tegangan pada kaki V_{ref} ADC dapat membaca besarnya tegangan pada level diatas lainnya.

3.1.2.3 Rangkaian VCO

Rangkaian ini berfungsi untuk membangkitkan sinyal gelombang sinus dengan frekwensi yang dapat diatur dengan data digital yang diinputkan. Komponen utama rangkaian ini adalah IC function generator XR-2206 buatan Exar. IC ini dapat membangkitkan gelombang sinus, segitiga dan square wave yang frekwensi outputnya tergantung pada arus yang ditarik dari kaki 8. Untuk itu op-amp 741 digunakan sebagai converter tegangan ke arus sehingga pengaturan frekwensi

output dapat dilakukan dengan mengatur level tegangan DC pada input inverting op-amp 741.

Tegangan yang diinputkan dihasilkan oleh rangkaian DAC 12 bit sehingga dapat dihasilkan sebanyak 2^{12} tingkatan frekwensi yang berbeda, dengan amplitudo yang tetap.



Gambar 3-11
Rangkaian VCO

Rangkaian VCO ditunjukkan pada gambar 3-11 . Dimana potensiometer VR9, VR10 dan VR12 masing-masing berfungsi untuk mengatur bentuk gelombang (*wave form adjust*), mengatur simetrik gelombang dan DC offset.

3.2 Perencanaan perangkat lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada tugas akhir ini untuk menangani akuisisi

data dari modul praktikum, menampilkan data secara grafis, dan mengirimkan data tersebut ke dump komputer. Peranan perangkat lunak yang digunakan bukan hanya sebagai penunjang tetapi mempengaruhi kelakuan sistem secara keseluruhan.

Perangkat lunak yang digunakan ditulis dalam bahasa Pascal menggunakan Turbo Pascal versi 6.0 dengan memanfaatkan fasilitas Toolbox. Toolbox akan mempermudah pada pemrograman tampilan grafik.

3.2.1 PERANGKAT LUNAK AKUISISI DATA

Data digital yang didapatkan dari ADC mewakili level-level sinyal pada titik-titik uji. Sinyal-sinyal kontrol dari ADC dihubungkan dengan PPI 8255. Sehingga pemberian sinyal *Start Of Conversion*, yang menandakan agar ADC mulai melakukan konversi data analog pada kaki inputnya, pembacaan sinyal *End Of Conversion* dan pengambilan data dari ADC harus dilakukan melalui PPI 8255.

Function ReadADC

Fuunction ini digunakan untuk mendapatkan data digital 8 bit dari ADC, dengan variabel *select* sebagai parameter. Variable ini menentukan pada kanal input beberapa yang akan dikonversikan.

3.2.2 PERANGKAT LUNAK TAMPILAN GRAFIK

Bahasa pemrograman Pascal dengan menggunakan Turbo Pascal mulai versi

4.0 dilengkapi dengan fasilitas Toolbox. Yaitu sekumpulan prosedur, function dan konstanta dalam unit-unit yang dikembangkan oleh Borland International.

Kemudahan yang diperoleh dengan fasilitas ini antara lain *define world*, yang menyatakan skala posisi titik pada layar tanpa terikat tipe dan resolusi layar yang digunakan. Kemudahan lain adalah pendefinisian jendela (*window*), dengan fasilitas untuk pemindahan posisi, penyimpanan citra (*image*) dalam suatu file, dilengkapi dengan interpolasi agar data yang diperoleh dapat ditampilkan dengan lebih halus.

Pemrograman dengan menggunakan fasilitas Toolbox minimal terdiri dari : inisialisasi sistem grafik, rutin-rutin lain, penutup sistem grafik.

```

InitGraphic;    { Inisialisasi sistem grafik }
.....;
.....;         { rutin-rutin lain }
.....;
LeaveGraphic;   { penutup grafik }

```

3.2.3 PERANGKAT LUNAK KOMUNIKASI

Untuk melakukan komunikasi antara work station dengan dump komputer digunakan koneksi RS-232-C. Komunikasi ini memanfaatkan UART 8250 yang memiliki register-register untuk pengiriman, penerimaan dan register yang menyatakan status komunikasi.

Perangkat lunak untuk komunikasi diawali dengan inisialisasi 8250 untuk menentukan format data. Format data ini meliputi panjang bit data, jumlah stop bit, dan baud rate.

```

Procedure Init_8250;
Begin
  Port[LCR] := $8F;           { 1000 1111 ,DLAB=1 : Set Baud Rate}
  Port[MSB] := $00;          { 8 bit data,2 stop bit, Par Even}
  Port[LSB] := $0C;          { 0CH : 9600 BPS}
  Port[LCR] := Port[LCR] AND $7F; { DLAB = 0}
End;

```

Setiap pengiriman ke TX buffer, maupun pembacaan dari RX buffer selalu diawali dengan pembacaan status dari masing-masing buffer tersebut, data akan dikirim atau dibaca bila statusnya menyatakan siap kirim atau baca. Sehingga dapat dihindari kesalahan dalam pengiriman maupun pembacaan data tersebut. Function Ready2Send dibawah ini dipergunakan untuk mengecek apakah TX buffer siap diisi.

```

Function Ready2Send:Boolean; { Ready to Send }
Var
  THRE: Byte;                { Transmite Holding Register }
Begin
  THRE := Port [LSR] AND $20; { 00X0 0000 : THRE }
  if THRE = 0 Then
    Ready2Send := False      { Ready if THRE set }
  Else Ready2Send := True;
End;

```

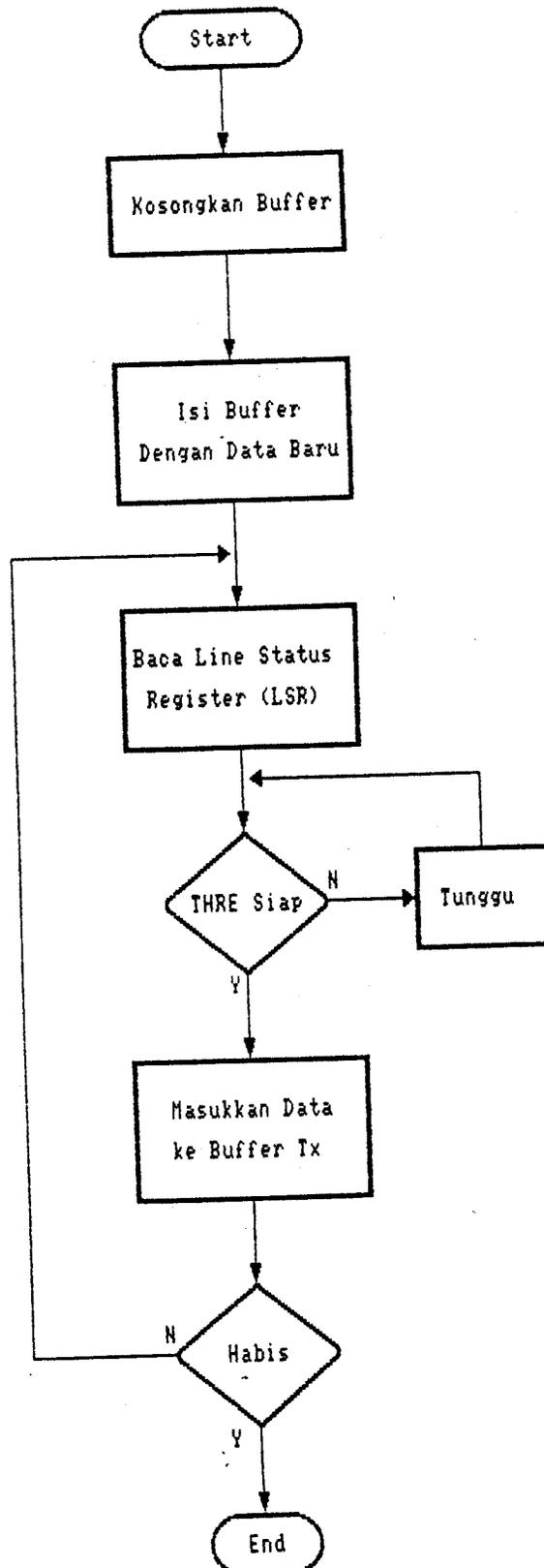
Sedangkan function Ready2Read untuk mengecek RX buffer siap untuk dibaca.

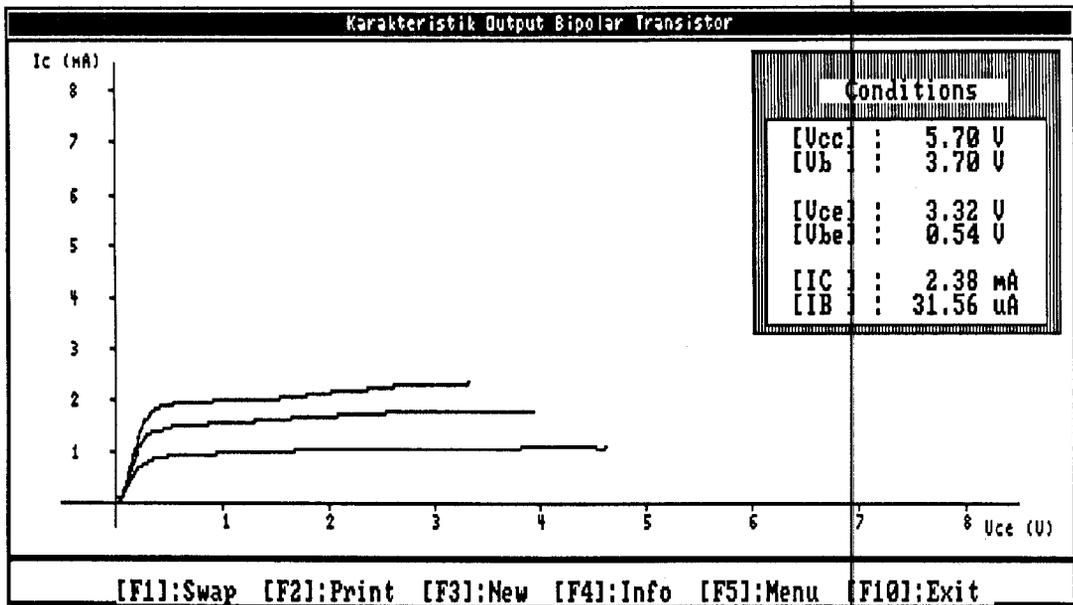
```

Function Ready2Read:Boolean; { Ready to Read }
Var
  LSR1 : Byte;
Begin
  LSR1 := Port[LSR] AND $01; {0000 000x:Ready to Read}
  if LSR1 = 1 Then
    Ready2Read := True
  Else Ready2Read := False;
End;

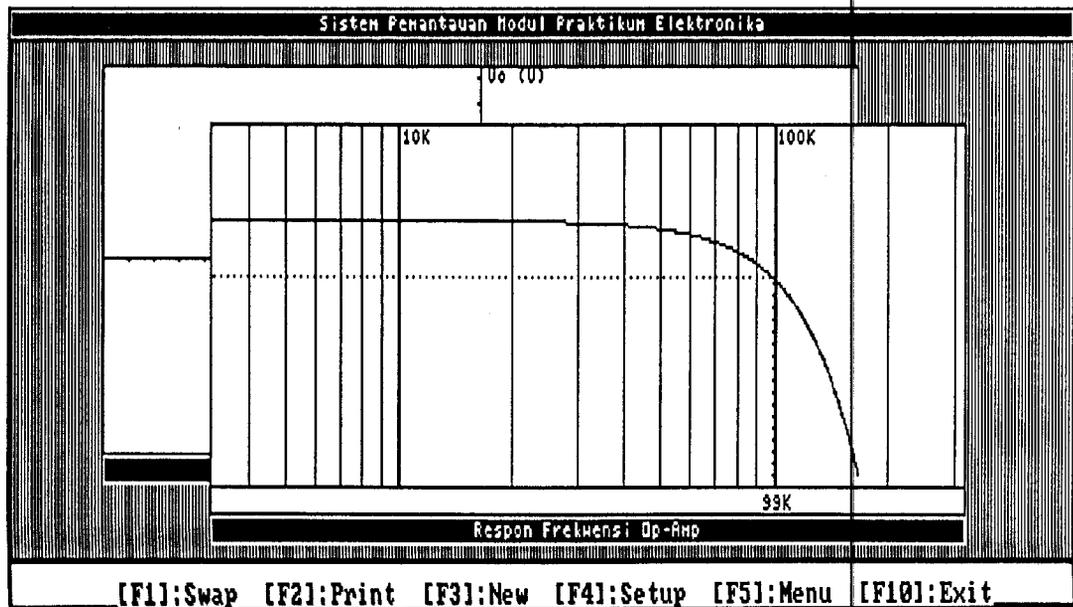
```

Flow chart dari proses pengiriman data pada work station dapat ditunjukkan sebagai berikut :

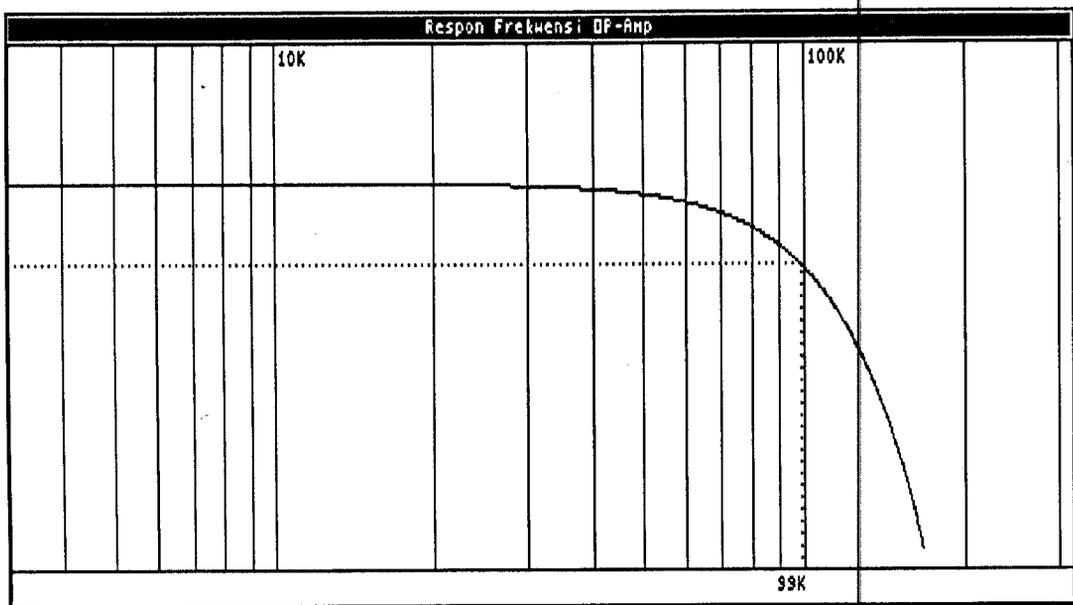




Gambar diatas menunjukkan tampilan pada modul analisa karakteristik transistor. Ditunjukkan karakteristik output transistor dengan Arus Base (I_b) sebagai parameter. Tipe transistor yang digunakan adalah BC107.



Gambar selanjutnya menunjukkan tampilan pada modul penganalisa rangkaian Op-Amp, dengan menu-menunya. sedangkan gambar dibawah adalah respon frekwensi Op-Amp, ditunjukkan bahwa frekwensi *cutoff highnya* adalah 99 KHz.



BAB IV

PENGUJIAN PERALATAN

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan setelah pengujian tiap-tiap bagian dari sistem yang direncanakan. Bagian-bagian utama yang perlu diuji kelaikan unjuk kerjanya antara lain adalah : modul universal card, modul ADC, modul DAC, modul VCO dan beberapa rangkaian pendukungnya.

4.1 PENGUJIAN MODUL UNIVERSAL CARD

Modul ini dipergunakan untuk menyediakan *chips select* bagi rangkaian-rangkaian modul lain dilengkapi dengan buffer pada data bus. Untuk menguji unjuk kerja modul ini dilakukan dengan mengirimkan data-data tertentu pada alamat yang dipilih. Kebenaran data yang dikirimkan dapat dilihat pada led-led yang dipasangkan. Line data dengan logika *high* ditandai dengan led menyala.

4.2 PENGUJIAN MODUL ADC

Kelaikan unjuk kerja modul ini adalah kemampuan untuk mengkonversikan tegangan analog menjadi data digital yang sesuai. Keadaan ini dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain kondisi dari komponen ADC sendiri yang meliputi *linieritas*, *offset null*, kesalahan konversi dan kecepatan. Faktor lain yang mempe-

ngaruhi adalah rangkaian pendukung ADC misalnya tegangan referensi.

KALIBRASI TEGANGAN REFERENSI

Tegangan referensi untuk ADC adalah 5,12 volt, agar tegangan referensi benar-benar memiliki harga yang sesuai dengan yang diinginkan maka perlu dilakukan kalibrasi dengan memutar potensiometer *multiturn* yang terdapat pada rangkaian tegangan referensi.

MENGATUR OFFSET DARI RANGKAIAN OP-AMP

Secara ideal apabila tegangan masukan pada op-amp bernilai 0 volt, keluaran dari op-amp tersebut harus bernilai 0 volt juga. Tetapi pada kenyataannya tidak demikian. Maka agar keluaran bernilai 0 volt perlu dilakukan offset pada op-amp yang digunakan agar hasil yang didapatkan sesuai dengan yang direncanakan. offset dapat dilakukan dengan memutar potensiometer yang dipasangkan pada kaki no. 1 dan no. 5 pada op-amp.

PENGUJIAN ADC

Pegujian modul ADC dilakukan setelah dilakukan kalibrasi tegangan referensi dan offset op-amp. pengujian ini dilakukan dengan memberikan level tegangan analog pada pin input kemudian diberikan sinyal *start of conversion*, *address latched*, agar ADC mulai melakukan proses konversi dari level tegangan input yang diberikan pada kanal yang ditentukan. Hasil konversi yang merupakan



data digital ditampilkan kelayar monitor dengan modul perangkat lunak. Hasil pengambilan data yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1
Data hasil pengujian ADC

Tegangan Input (mV)	Hasil konversi ADC	Simpangan	
		(mV)	%
500	520	+20	4
1000	1040	+40	4
1500	1515	+15	1
2000	2005	+ 5	0,25
2500	2510	+10	0,4
3000	3030	+30	1
3500	3505	+ 5	1,14
4000	3995	- 5	0,13
4500	4490	-10	0,2
5000	4980	-20	0,4

Hasil konversi ADC pada tabel diatas adalah data digital ADC yang telah dikonversikan menjadi bilangan decimal. Pengukuran dilakukan dengan memberikan tegangan DC dan diukur dengan digital multimeter Hewlett Packard HP-3465. Data yang diinputkan dinaikkan secara linier dengan step 0.5 volt, dapat pula diperlihatkan linieritas ADC yang digunakan. Simpangan yang terjadi disebabkan ADC yang digunakan memiliki kesalahan kuantisasi sebesar ± 1 LSB¹.

¹ ..., Linear Data Book Volume 2, National Semiconductor Corp, hal. 3-48

4.3 PENGUJIAN MODUL DAC

Kelaikan unjuk kerja modul adalah kemampuan untuk mengkonversikan data digital menjadi level tegangan analog yang sesuai. Faktor-faktor yang mempengaruhi unjuk kerja modul disamping *linieritas DAC*, kesalahan konversi DAC, *offset null* juga rangkaian pendukung lain yaitu rangkaian tegangan referensi dan rangkaian pengubah arus ke tegangan. Seperti halnya modul ADC pengujian modul ini diawali dengan kalibrasi tegangan referensi dan offset op-amp yang digunakan.

Tabel 4-2
Data hasil pengujian DAC

Data Digital	Output DAC (mV)	Simpangan	
		(mV)	%
500	496	- 4	0,80
1000	1002	+ 2	0,20
1500	1497	- 3	0,20
2000	2003	+ 3	0,15
2500	2511	+11	0,44
3000	3016	+16	0,53
3500	3512	+12	0,34
4000	4018	+18	0,45
4500	4530	+30	0,67
5000	5035	+35	0,70
5500	5530	+30	0,55
6000	6036	+36	0,60
6500	6544	+44	0,68
7000	7049	+49	0,70

PENGUJIAN DAC

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan data digital pada DAC yang diuji kemudian tegangan output diukur dengan menggunakan volt meter digital. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dapat dilakukan dengan mengatur R_o yaitu potensiometer *multiturn* yang dipasangkan pada op-amp konverter arus ke tegangan. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 4-2.

4.4 PENGUJIAN MODUL VCO

Modul ini bekerja dengan benar apabila dapat menghasilkan frekwensi output yang sesuai dengan tegangan inputnya. Tegangan input untuk modul ini dihasilkan oleh rangkaian DAC. Sehingga unjuk kerja modul ini sangat dipengaruhi oleh unjuk kerja rangkaian DAC.

Untuk mendapatkan bentuk gelombang sinus sesuai yang diinginkan dapat dilakukan dengan mengeset potensiometer VR9; potensiometer pengatur bentuk gelombang (*waveform adjust*), potensiometer VR10; *simetric adjust* dan potensiometer VR12; DC offset. Pengaturan yang tepat akan didapatkan bentuk gelombang sinus yang baik.

Frekwensi output dapat diperoleh dengan memberikan tegangan DC pada inputnya. Pengujian dilakukan dengan mengukur level tegangan DC dengan menggunakan multimeter digital Hewlett Packard HP-3465B dan frekwensi output diukur dengan menggunakan frekwensi counter digital GDM-393. Tabel 4-3 memberikan data yang diperoleh dari pengujian modul.

Tabel 4-3
Data hasil pengujian VCO

Tegangan Input (mV)	Frek VCO (Hz)	Frek Teori (Hz)	Simpangan	
			(Hz)	%
500	12.440	12.120	+ 320	2,64
1.000	24.160	24.240	- 80	0,33
1.500	35.630	36.360	- 730	2,01
2.000	47.800	48.480	- 680	1,40
2.500	58.900	60.600	-1.700	2,81
3.000	70.900	72.720	-1.820	2,50
3.500	82.700	84.840	-2.140	2,52
4.000	94.500	96.960	-2.460	2,54
4.500	107.100	109.080	-1.980	1,82
5.000	119.200	121.200	-2.000	1,65

Frekwensi berdasarkan teori pada tabel diatas dihitung dengan menggunakan persamaan hubungan frekwensi dengan arus I_T yaitu arus yang ditarik dari pin 8. Menyatakan bahwa hubungan antara frekwensi dengan I_T adalah :

$$f = \frac{320 I_T (mA)}{C(\mu F)} (Hz)$$

$$f = \frac{0.320 I_T (A)}{C(\mu F)} (Hz)$$

I_T dapat dinyatakan sebagai :

$$I_T = \frac{V_C (V)}{R(\Omega)}$$

dimana :

V_c = Tegangan kendali

R = Resistor pada pin 8

sehingga diperoleh persamaan :

$$f = \frac{0.320 V_c}{RC} \text{ (Hz)}$$

sehingga konstanta (K) yang menyatakan hubungan antara frekwensi (f) dengan tegangan kendali (V_c) adalah :

$$K = \frac{0.320}{RC} \left[\frac{\text{Hz}}{\text{V}} \right]$$

Pada pengujian ini harga komponen kapasitor (C) 3.3 nF sedangkan resistor (R) 4K dengan menggunakan persamaan diatas diperoleh nilai konstanta (K) :

$$\begin{aligned} K &= \frac{0.320}{4.10^3 \times 3.3.10^{-3}} \\ &= 0,02424 \left[\frac{\text{Hz}}{\text{V}} \right] \\ &= 24,24 \left[\frac{\text{KHz}}{\text{V}} \right] \end{aligned}$$

dengan cara mengalikan konstanta pengali dengan tegangan input (volt) diperoleh hasil perhitungan secara teoritis. dari data yang diperoleh terlihat bahwa simpangan yang terjadi menjadi lebih besar pada tegangan input (frekwensi) tinggi. Linieritas modul ini selain tergantung pada komponen XR-2206 juga dipengaruhi oleh linieritas rangkaian DAC 12 bit yang menghasilkan level tegangan DC.

BAB V

P E N U T U P

5.1 KESIMPULAN

Dari perencanaan, pembuatan, serangkaian pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan adanya sistem pemantauan yang memadai pada kegiatan praktikum Elektronika akan sangat membantu asisten praktikum untuk memantau jalannya kegiatan praktikum yang dilakukan oleh praktikan.
2. Pengambilan data secara otomatis pada praktikum Elektronika jauh lebih cepat apabila dibandingkan dengan pengambilan data secara manual. Keuntungan lain yang diperoleh adalah keluwesan dalam pengolahan data selanjutnya.
3. Rangkaian oscillator kendali tegangan (VCO) yang digunakan dapat pula dipergunakan untuk menganalisa lebar pita rangkaian lain. Perancangan secara modular pada sistem ini memungkinkan modul-modul digunakan secara terpisah.
4. Rangkaian DAC 12 bit yang dirancang dengan menggunakan 2 buah DAC yang digabungkan dapat digunakan untuk mendapatkan level tegangan DC dengan resolusi tinggi dan range yang lebar. Cara ini

lebih ekonomis apabila dibandingkan DAC 12 bit monolitik.

5. Rangkaian multi range ADC dipergunakan apabila diinginkan untuk dapat mengkonversi tegangan yang berada diluar range ADC. Dengan menambahkan 2^n level tambahan maka diperoleh resolusi ADC menjadi bertambah n .

5.2 SARAN-SARAN

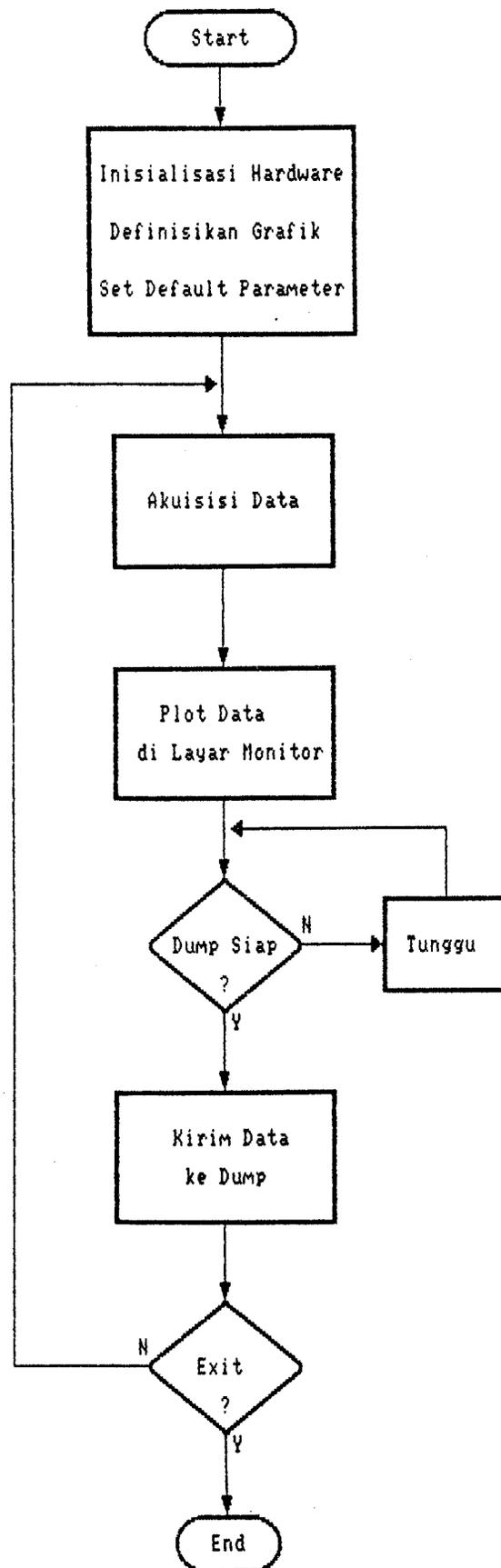
Adalah mustahil untuk dapat mewujudkan suatu sistem pemantauan yang benar-benar sempurna, untuk itu sangat diharapkan upaya-upaya penyempurnaan di masa yang akan datang dengan melakukan :

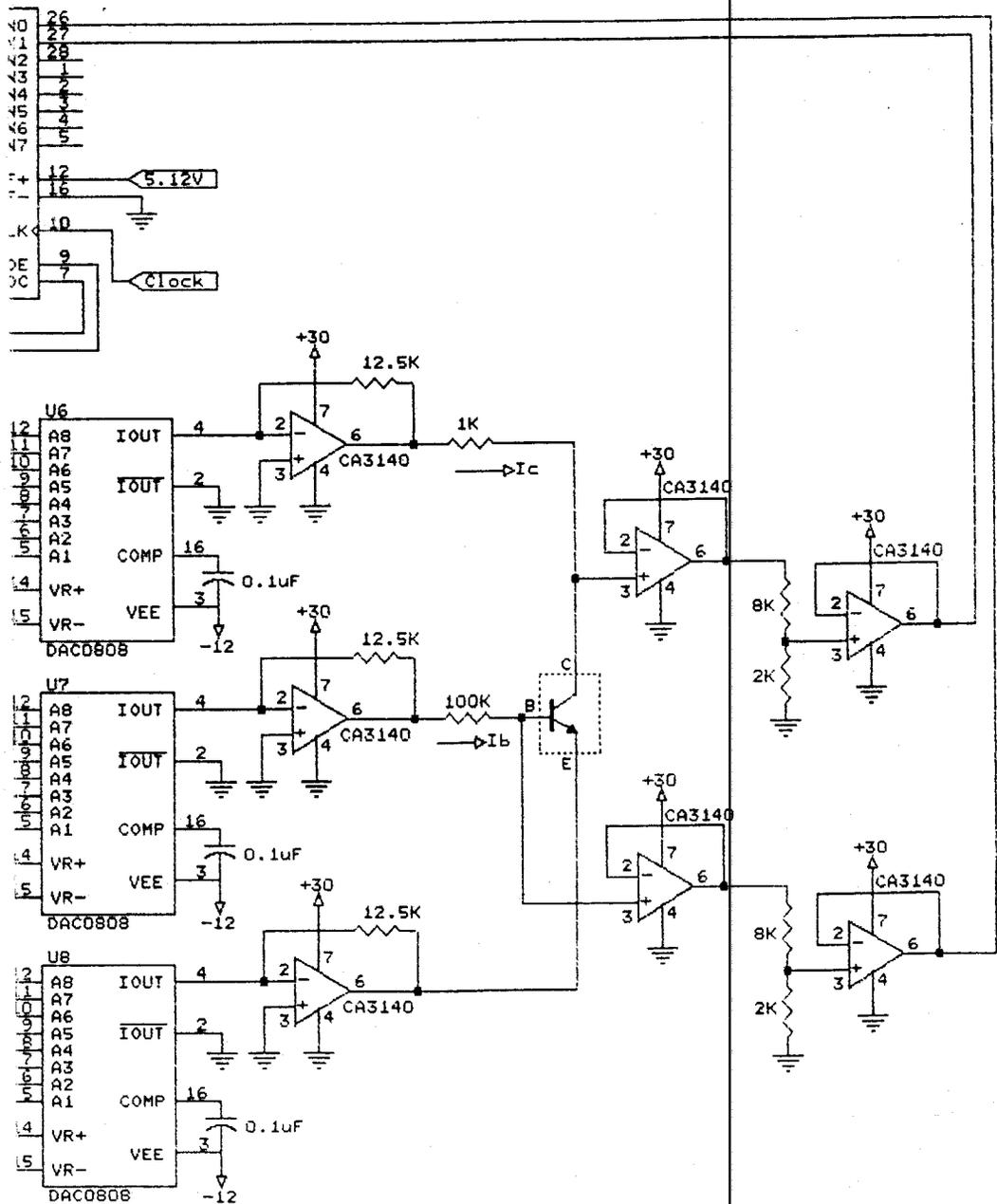
1. Pengembangan perangkat lunak data base ; dengan adanya manajemen data base yang baik diharapkan dapat lebih membantu asisten dalam mendokumentasikan hasil-hasil yang diperoleh dan evaluasi selanjutnya dapat dilakukan dengan mudah.
2. Pengembangan fasilitas komunikasi ; untuk dapat memantau keseluruhan kegiatan praktikum diperlukan adanya fasilitas perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai.
3. Pengembangan perangkat keras yang memiliki keandalan tinggi ; unjuk kerja sistem sangat dipengaruhi oleh keandalan perangkat keras pendukungnya. Untuk itu adalah bijaksana untuk memilih komponen-komponen dengan karakteristik yang dapat diandalkan.

DAFTAR PUSTAKA

-
1. Brey, Barry. B., **The Intel Microprocessors : 8086/8088, 80186, 80286,80386 and 80486 architecture, porgramming and interfacing**, McMilan Publishing Co.,1991
 2. Campbell, Joe, **The RS-232-C Solution**, 2nd edition, Campbell Production, Berkeley, California, 1988.
 3. Coffron, James W., **Practical Hardware Detail For 8080, 8085, Z80 And 6800 Microproessor System**, New Jersey, Prentice Hall Inc, 1981.
 4. Greiner R.A., **Semiconductor Device and Applications**, McGraw-Hill Book Co. Inc., New York,
 5. Hall, Douglas V., **Microprocesor And Interfacing : Programming and Hardware**, McGraw-Hill, Inc., 1986.
 6. Hibbert, R.G., **Transistor Pocket Book**, Butterworth & Co,London, 1971
 7. Uffenbeck, John., **The 8088/8086 Family : Design, Programming and Interfacing**, Prentice Hall Inc. 1987.
 8., **Linear Data Book 2**, National Semiconductor Co.,1988.
 9., **Microsystem Component Handbook Microprocessor**, volume 1, Intel Co., 1985
 10., **The Bipolar Digital Integrated Circuit Data Book**, Texas Instruments, Inc.,1985

Flow Chart Akuisisi Data Pada Modul Praktikum





Electronics Dept ITS		
Title Transistor Curve Analyzer 1.0		
Size	Document Number	REV
B	E28-1118/ELKA/CURVE1.0RC	1
Date:	August 19, 1993	Sheet 1 of 2

