

2017/ITS/H/91 ✓

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
SIMULASI CONVERTER TEKANAN PNEUMATIK
KEARUS DAN ARUS KE TEKANAN PNEUMATIK
DIINTERFACEKAN PADA IBM PC XT**



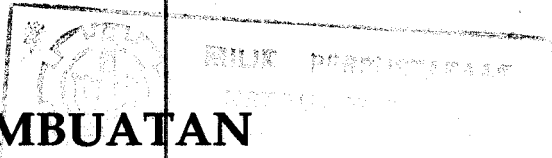
PSE
621.398
Pra
P-1
1990

Oleh :

KUKUH PRAKOSO

NRP. 2852200265

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1990**



**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
SIMULASI CONVERTER TEKANAN PNEUMATIK
KEARUS DAN ARUS KE TEKANAN PNEUMATIK
DIINTERFACEKAN PADA IBM PC XT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro
pada
Bidang Studi Elektronika
Di
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing


(Ir. Soetikno)

S u r a b a y a

J u l i 1990

ABSTRAK

Proses konversi tekanan pneumatik ke arus atau dari arus ke tekanan pneumatik diperlukan untuk mentransmisikan sinyal pengukuran atas suatu variabel ke alat ukur dan final elemen yang berupa kontroler. Keadaan ini memungkinkan untuk mengembangkan sistem yang mampu dikontrol secara mikroelektronik dengan memakai IBM PC-XT.

Pada tugas akhir ini akan dibahas tentang perencanaan dan pembuatan simulasi konverter tekanan pneumatik ke arus dan arus ke tekanan pneumatik diinterfacekan pada IBM PC-XT. Besar tekanan yang diukur memiliki jangkauan 3 psi - 15 psi dan besar arus yang diukur memiliki jangkauan 4 mA - 20 mA. Respons output akibat input sekitar 0.1 second. Pada peralatan yang dibuat akan dapat diukur sekaligus disimulasikan hubungan tekanan pneumatik, arus dan tegangan dc baik secara software maupun hardware.

Dengan memasukkan sinyal analog yang dihasilkan oleh rangkaian pengganti I/P Transduser GT68 ataupun rangkaian pengganti P/I Converter Model 5553-4 akan dibaca oleh ADC untuk diperoleh datanya. Dengan bantuan IBM PC-XT dilaksanakan manipulasi data dengan cara mengeksekusi routine-routine tertentu yang kemudian akan diperoleh hasil simulasi pada monitor yang berupa grafik dan tabel konversinya. Tabel ini dapat disimpan di diskette atau dicetak pada kertas. Hasil konversi dapat pula di outputkan berupa arus dc dan tegangan dc proporsional terhadap sinyal masukannya.

Alat ini diharapkan dapat digunakan untuk mempelajari proses konversi arus ke tekanan pneumatik dan sebaliknya, dapat mengukur sinyal tekanan dan arus serta dapat dipakai untuk mengembangkan sistem pneumatik lebih lanjut sesuai dengan tuntutan teknologi.

KATA PENGANTAR

Bismillahi Arrahman Ar Rahim,

Alhamdulillah, dengan pertolongan, taufiq dan hidayah serta nikmat sehat yang diberikan oleh Allah swt, penulis telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
SIMULASI CONVERTER TEKANAN PNEUMATIK KE ARUS
DAN ARUS KE TEKANAN PNEUMATIK
DIINTERFACEKAN PADA IBM PC-XT**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ir. Soetikno yang telah banyak membimbing penulis mulai dari persiapan hingga selesainya Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Soepeno Djanali, MSc dan Ibu Dr. Ir. Handayani Tjandrasa, MSc selaku dosen wali yang telah mengarahkan penulis selama menekuni kuliah di Jurusan Teknik Elektro FTI ITS, Bapak Ir. Syariffuddin Mahmudsyah, MEng , selaku ketua Jurusan Teknik Elektro ITS dan Bapak RA. George selaku pembimbing kerja praktek di PPT Migas Cepu, serta rekan-rekan yang ikut memberi bantuan dan dorongan. Akhirnya ucapan terima kasih

Khusus penulis tujukan kepada yang tercinta Ayah, Ibu, kakak dan adik serta adik Tukhas Shilul Imaroh yang terkasih yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di ITS.

Penutup kata, semoga karya kecil ini bermanfaat bagi yang memerlukannya. Kritik dan saran yang membangun senantiasa penulis harapkan.

Surabaya, Juli 1990

Penulis. -

DAFTAR ISI

BAB		HALAMAN
	ABSTRAK	111
	KATA PENGANTAR	iv
	DAFTAR ISI	vi
	DAFTAR GAMBAR	x
	DAFTAR TABEL	xiii
1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Permasalahan	2
	1.3 Pembatasan Masalah	4
	1.4 Metodologi	5
	1.5 Langkah-langkah Pembahasan	6
2	TEORI PENUNJANG.....	8
	2.1 Slot Untuk Card Interface IBM PC	8
	2.2 Mapping I/O Port pada IBM PC-XT	14
	2.3 Konversi Data	17
	2.3.1 Besaran Analog dan Digital	17
	2.3.2 Kesalahan Pada Proses Konversi	19
	2.3.3 Rangkaian Dasar DAC	20
	2.3.4 Rangkaian Dasar ADC	22
	2.4 Perantara Peripheral yang Dapat Diprogram (PPI) 8255	25
	2.4.1 Unit Perantara Peripheral	26

2.4.2	Unit Perantara Modul CPU	29
2.4.3	Unit Kontrol Internal	30
2.5	Teknik Decoder	31
2.6	Teknik Pembuferan	32
2.7	Operational Amplifier (Op-Amp)	34
2.7.1	Op-Amp Ideal	35
2.7.2	Op-Amp Sebagai Pengikut Tega- ngan (Voltage Follower).....	38
2.7.3	Op-Amp Sebagai Converter Arus ke Tegangan	39
2.7.4	Op-Amp Sebagai Penghasil Arus DC Konstan	40
2.7.5	Parameter-parameter Op-Amp	41
2.8	Sistem Pneumatik	44
2.8.1	Komponen Penting Dalam Feedback Pneumatik	46
2.8.2	Current to Pressure (I/P) Transducer GT68.....	55
2.8.3	Pressure to Current (P/I) Converter Model 5553-4	58
3	PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT KERAS	63
3.1	Modul Interface	67
3.1.1	Pemakaian Slot Ekspansi IBM PC- XT	67
3.1.2	Rangkaian Buffer	68

	3. 1. 3 Decoder	70
	3. 1. 4 PPI 8255	73
	3. 2 Blok Sub Sistem Perubahan Data	75
	3. 2. 1 ADC0809 dan ADC0808	75
	3. 2. 2 Tegangan Referensi	78
	3. 2. 3 Rangkaian Clock	80
	3. 2. 4 DAC0808	80
	3. 3 Blok Sub Sistem Input Analog	82
	3. 3. 1 Input Analog Pengganti P/I Converter	85
	3. 3. 2 Input Analog Pengganti I/P Transducer	88
	3. 4 Blok Sub Sistem Output Arus DC Konstan	90
	3. 5 Modul Peraga	92
4	PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK	
	4. 1 Pemrograman Terstruktur	94
	4. 2 Flowchart dan Pseudocode Perangkat Lunak	95
	4. 3 Prosedur-prosedur Perangkat Lunak ...	101
5	KALIBRASI DAN PENGUKURAN	113
	5. 1 Pengoperasian Peralatan	113
	5. 2 Kalibrasi	116
	5. 3 Hasil Pengukuran	117
6	PENUTUP	128

DAFTAR PUSTAKA	130
LAMPIRAN A RANGKAIAN LENGKAP	132
LAMPIRAN B USULAN TUGAS AKHIR	133
LAMPIRAN C SOFTWARE LISTING	138

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN GAMBAR	HALAMAN
2. 1	Konfigurasi Slot IBM PC-XT	9
2. 2	Penggunaan Alamat untuk I/O Port	15
2. 3	Macam-macam Kesalahan DAC	20
2. 4	Rangkaian Binary Weighted Resistor DAC ..	21
2. 5	R/2R Ladder DAC	22
2. 6	Flash ADC 3 Bit	24
2. 7	Blok Diagram PPI 8255	27
2. 8	Mode Operasi PPI 8255	28
2. 9	Format Mode Set Control Word	29
2. 10	Format Port C Bit Set/Reset Control word	30
2. 11	Pengkode 74LS138 dan 74LS139	32
2. 12	Empat Jenis Tri-State Buffer	33
2. 13	Simbol Op-Amp	35
2. 14	Rangkaian Ekuivalen Op-Amp Ideal	36
2. 15	Karakteristik Op-Amp Rangkaian Terbuka ..	37
2. 16	Op-Amp Sebagai Buffer	38
2. 17	Op-Amp Sebagai Converter Arus ke Tegangan	39
2. 18	Op-Amp Penghasil Arus DC Konstan	40
2. 19	Pergeseran Bellows	48
2. 20	Diafragma Bergelombang	50
2. 21	Gaya dan Momen	51
2. 22	Detektor Hubungan Flapper-Nozzle	53

2.23	Hubungan Flapper-Nozzle Terhadap Tekanan Operasi	54
2.24	Current to Pressure Transducer GT68	57
2.25	Blok Diagram Kombinasi Sistem Pneumatik dan Sistem Elektrik	59
2.26	Pressure to Current Converter Model 5553-4	60
3. 1	Blok Diagram Perangkat Keras	65
3. 2	Rangkaian Buffer	70
3. 3	Rangkaian Decoder	71
3. 4	Rangkaian PPI 8255	74
3. 5	Rangkaian ADC0809 dan ADC0808	78
3. 6	Rangkaian Referensi ADC	79
3. 7	Rangkaian Clock	80
3. 8	Rangkaian DAC0808 Beserta Rangkaian Referensi	81
3. 9	Rangkaian Pengganti P/I Converter Model 5553-4	87
3.10	Rangkaian Pengganti I/P Transducer GT68	91
3.11	Sub Sistem Penghasil Arus DC Konstan	92
4. 1	Struktur Program Standard	97
4. 2	Flowchart Perangkat Lunak	98
4. 3	Mode Set Control Word pada PPI 8255 Dengan Alamat 03C0 H - 03C3 H	103
5. 1	Grafik Hubungan P/I Converter Lewat	

	Perangkat lunak	119
5. 2	Grafik Hubungan I/P Converter Lewat Perangkat lunak	120
5. 3	Grafik Hubungan P/I Converter Lewat Perangkat keras	123
5. 4	Grafik Hubungan I/P Converter Lewat perangkat keras	126
5. 5	Peralatan P/I dan I/P Converter yang Dibuat	128

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN TABEL	HALAMAN
2.1	Alamat Port I/O Pada Sistem Board	16
2.2	Alamat Port I/O Pada Slot	17
3.1	Tabel Kebenaran IC 74LS245	69
3.2	Operasi Decoder Pada Saat AEN "0"	73
3.3	Operasi PPI 8255	75
3.4	Kombinasi Logic Port Untuk Memilih Chanel ADC0809 dan ADC0808	77
5.1	Hasil Pengukuran I/P Converter	117
5.2	Hasil Pengukuran P/I Converter	118
5.3	40 Data Hasil Konversi P/I dari Hardware	121
5.4	40 Data Hasil Konversi I/P dari Hardware	124

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi mikroelektronika dan komputer demikian pesatnya. Aplikasinya luas di berbagai bidang industri. Keterlibatannya dalam teknologi industri nyata-nyata dapat meningkatkan efektifitas, efisiensi serta menjadikan sistem lebih fleksibel.

Yang paling penting dalam perkembangan mikroelektronika dan komputer di bidang industri adalah semakin banyak dan besarnya tuntutan terhadap aplikasi teknologi itu dalam bidang kontrol dan instrumentasi variabel proses. Hal ini timbul dengan pertimbangan sistem elektronika digital secara teknis lebih andal, lebih fleksibel, mudah analisa dan perencanaannya serta lebih ekonomis dibanding dengan sistem mekanis, pneumatik ataupun hidroulik.

Dipakainya IBM PC secara luas, pengoperasian perangkat mikroelektronik dengan mikrokontroler di berbagai industri merupakan jawaban terhadap tuntutan di atas. Sehingga saat ini pengembangan sistem kontrol dan instrumentasi variabel proses pada industri besar dengan memanfaatkan IBM PC dan mikrokontroler

sangat relevan dan berguna. Khususnya bagi sistem-sistem yang melibatkan sinyal-sinyal elektrik.

Di dalam industri pengolahan minyak dan gas bumi diaplikasikan kombinasi antara sistem pneumatik dengan sistem elektrik. Kombinasi ini yang utama dipakai untuk proses pengaturan dan pengukuran variabel : tekanan pneumatik, kecepatan aliran cairan, tekanan cairan, temperatur cairan dan level cairan. Yang semua variabel ini ditransmisikan berupa sinyal menuju sensor elemen sebagai alat pengukur atau menuju final elemen sebagai alat pengatur. Di dalam proses transmisi, pengukuran dan pengaturan dilaksanakan proses pengubahan sinyal secara proporsional dari sinyal pneumatik ke sinyal elektrik atau sebaliknya.

Dari penjelasan di atas terlihat bahwa untuk tujuan pengembangan sistem yang lebih baik dalam kontrol dan instrumentasi variabel proses di industri minyak dan gas bumi memungkinkan dimanfaatkannya hasil proses konversi sinyal untuk tujuan kontrol dan instrumentasi berbasis mikrokomputer, baik memakai IBM PC maupun mikrokontroler.

1.2. PERMASALAHAN

Dalam tugas akhir ini dipilih judul " Perencanaan dan Pembuatan Simulasi Konverter Tekanan Pneumatik Ke Arus dan Arus Ke Tekanan Pneumatik Diinterfacekan

pada IBM PC-XT ". Dan pengambilan data serta studi dilakukan di Laboratorium Instrumen PPT Migas Cepu, Jawa Tengah.

Tujuan dari studi ini adalah merencanakan dan membuat suatu simulator yang diinterfacekan pada IBM PC-XT untuk mempelajari proses converter dari tekanan pneumatik ke arus dan dari arus ke tekanan pneumatik yang terdapat pada industri pengolahan minyak dan gas bumi. Adapun masalah yang akan dibahas dan dapat dipelajari meliputi :

1. Pemanfaatan unit input output (I/O) sebagai jalur keluar masuknya data dari dan ke komputer, singkatnya sebagai modul interface.
2. Proses pengambilan dan konversi data sebagai jembatan antara bidang analog dengan digital.
3. Program yang memproses data untuk menunjukkan hasil pengukuran, pengaturan keluaran dan simulasi.
4. Rangkaian-rangkaian analog yang dipakai sebagai pengganti sinyal keluaran Pressure to Current (P/I) Converter dan pengganti sinyal keluaran Current to Pressure (I/P) Transduser untuk masukan simulator.

Diharapkan hasil studi ini dapat dipakai sebagai sarana untuk mempelajari hubungan secara fungsional antara tekanan pneumatik dan arus sehingga dapat menumbuhkan ide dan gagasan untuk menciptakan peralatan

alternatif bagi P/I dan I/P Converter yang ekonomis dan andal, dengan memanfaatkan kemajuan di bidang mikrokomputer.

1.3. PEMBATASAN MASALAH

Dalam tugas akhir ini akan dibuat prototype simulator tekanan pneumatik ke arus dan sebaliknya berdasarkan data pengamatan pada saat melaksanakan Kerja Praktek II di PPT Migas Cepu, Jawa Tengah.

Peralatan yang akan dibuat memiliki standard peralatan pada industri minyak, yaitu sinyal tekanan pneumatik memiliki range 3.0 - 15.0 psi, sinyal tegangan elektrik 1.00 - 5.00 Volt dan sinyal arus elektrik 4.00 - 20.00 miliampere.

Peralatan ini diharapkan memiliki kemampuan dalam mengukur besar sinyal tekanan pneumatik, mengukur besar sinyal arus elektrik dc konstan, dan mengukur besar tegangan sinyal tegangan elektrik dc. Mampu mensimulasikan baik secara hardware maupun software hubungan fungsional antara sinyal tekanan pneumatik, arus dan tegangan sebagai fungsi waktu.

Untuk langkah awal akan dipakai delapan dari 16 chanel yang ada pada dua buah ADC, ADC 0809 dan ADC 0808. Empat chanel untuk mendeteksi sinyal tekanan pneumatik dan empat chanel lagi untuk mendeteksi sinyal arus. Dan dalam setiap proses pengambilan data dan

simulasi akan diambil sebanyak 440 data tiap kali pendeteksian sinyal arus dan 480 data untuk sinyal tekanan.

Untuk menghemat biaya pembuatan maka P/I Converter Model 5553-4 dan I/P Transduser GT68, keduanya buatan Conoflow Regulator and Controls, St. Georgia, digantikan dengan rangkaian elektronik analog yang keluarannya dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama.

1. 4. METODOLOGI

Pada awalnya dilakukan studi literatur tentang P/I Converter dan I/P Transduser serta sistem transmisi, instrumentasi dan proses kontrol sinyal-sinyal pneumatik dan elektrik yang ada di industri pengolahan minyak. Studi literatur juga dilaksanakan untuk melengkapi pemahaman secara teoritis terhadap permasalahan yang akan dibahas.

Pengumpulan data untuk mengetahui hubungan fungsional antara sinyal-sinyal tekanan pneumatik, arus dan tegangan. Serta untuk mengetahui hubungan yang linier antara jarak flaper terhadap nozzle dan terhadap tekanan pneumatiknya.

Perencanaan alat dilakukan dengan menggunakan pendekatan secara hardware maupun secara software untuk

mendapatkan hasil yang optimum. Secara hardware, pendekatan dilakukan dengan mempelajari teknik interfacing, teknik-teknik perencanaan rangkaian analog dan hal-hal lain yang menunjang, misalnya teknik pembuferan, pengkodean dan lain lain.

Secara software, pendekatan dilakukan dengan mempelajari perangkat lunak yang memiliki fasilitas dan kemampuan yang diperlukan untuk menjalankan perangkat keras yang direncanakan, termasuk linierisasi secara software, pengaturan masukan dan keluaran, seperti tampilan pada monitor dan printer.

1.5. LANGKAH PEMBAHASAN

Tugas akhir ini dibahas dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Pada Bab I PENDAHULUAN dibahas yang berisi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, metodologi dan langkah pembahasan dari peralatan yang dibuat.

Bab II TEORI PENUNJANG membahas teknik-teknik interfacing, teknik pembacaan dan penulisan data digital, teknik perancangan rangkain analog dengan Op-Amp dan karakteristik Op-Amp, beberapa komponen pneumatik dan karakteristik P/I Converter serta Karakteristik I/P Transduser.

Bab III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT KERAS, membahas perencanaan, penghitungan, cara kerja

per blok rangkaian dari keseluruhan perangkat keras peralatan yang dibuat.

Bab IV PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK, membahas tentang procedure-procedure program yang ada pada program utama untuk menghasilkan kerja peralatan.

Bab V KALIBRASI DAN PENGUKURAN, membahas tentang cara pengkalibrasian dan pengukuran-pengukuran pada blok tertentu sebagai uji coba.

Bab VI PENUTUP, berisi kesimpulan dari keseluruhan hasil pembahasan, ulasan tentang kelebihan dan kekurangan peralatan serta saran.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1. SLOT UNTUK CARD INTERFACE PADA IBM PC

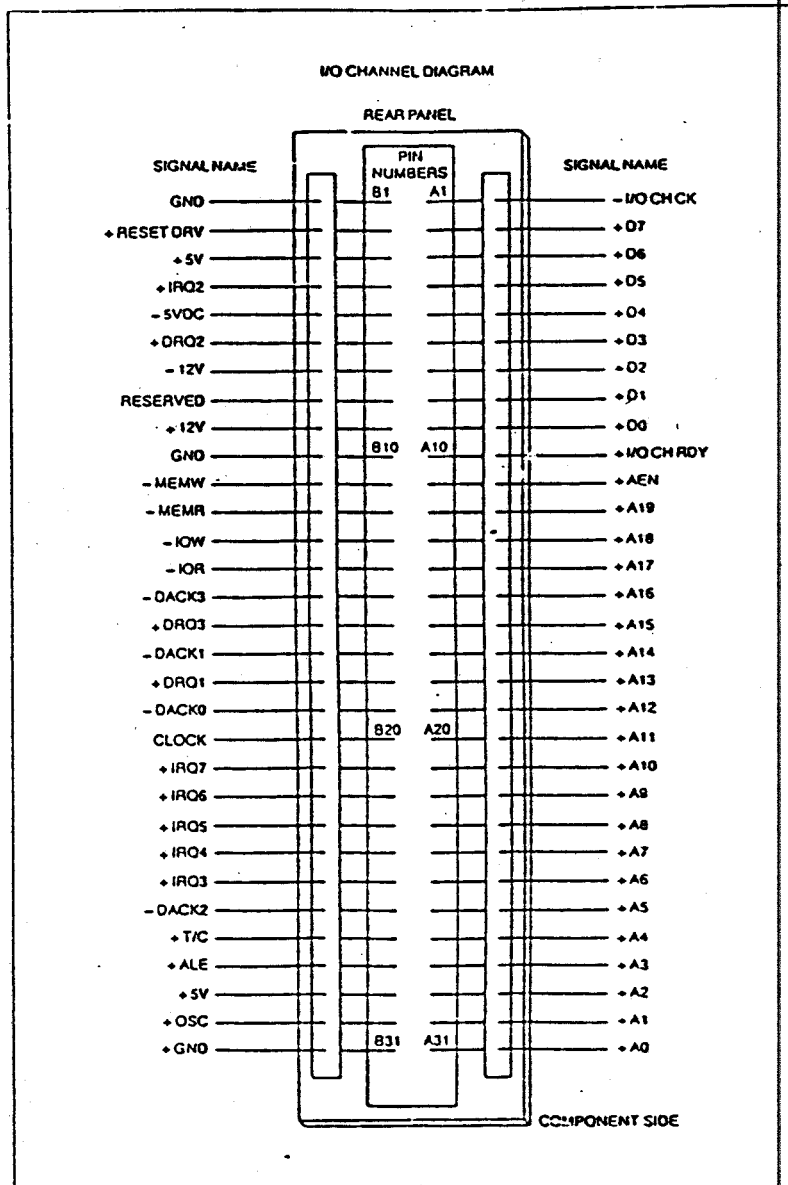
Sistem board IBM PC mempunyai 8 buah slot (I/O Channel), tetapi IBM PC-XT biasanya hanya memiliki 5 buah slot. Kelima slot itu memiliki konfigurasi pin yang sama dan dapat mengakses memory dan I/O Map yang sama. Melalui salah satu slot kosong ini dapat dibuat suatu interface. Slot IBM PC-XT merupakan konektor 62 pin yang konfigurasinya dapat dilihat pada gambar 2.1.

Sinyal pada slot-slot tersebut terdiri dari : 2 macam sinyal clock, 20 jalur address, 8 jalur data, kontrol untuk I/O dan memori, kontrol untuk proses interrupt, kontrol untuk operasi DMA serta beberapa macam tegangan power supply dan ground.

Penjelasan dan kegunaan masing-masing jenis sinyal pada slot-slot tersebut adalah sebagai berikut :

- A0 sampai dengan A9

Merupakan jalur output dari unit sistem yang dipakai sebagai jalur address yang menunjuk lokasi memori atau I/O port. Jalur address tersebut selain dipakai oleh 8088 juga dipakai oleh DMA kontroler. Untuk keperluan mapping memori dan I/O port digunakan



1)
Gambar 2.1

KONFIGURASI SLOT IBM PC-XT

1) Lewis C. Eggebrecht, Interfacing to IBM PC, (Howard W San & Co, 1983), hal 77.

sebagian atau seluruh jalur tersebut sebagai input dari dekoder yang menghasilkan sinyal enable untuk kelompok address.

- DO sampai dengan D7

Merupakan jalur dua arah untuk perpindahan data dari memori atau I/O port yang terdapat pada slot ke CPU atau sebaliknya. Seperti halnya jalur address jalur data ini dipakai juga oleh DMA kontroler.

- DRQ1 sampai dengan DRQ3 dan DACK0 sampai dengan DACK3

Jalur sinyal ini langsung berhubungan dengan 8237 DMA kontroler untuk mengatur proses DMA (Direct Memory Access), yaitu proses perpindahan data dari memori ke unit I/O atau sebaliknya dari unit I/O ke memori tanpa campur tangan dari CPU.

DRQ (Direct memory access ReQuest) adalah sinyal yang dipakai oleh unit I/O untuk memberi tahu DMA kontroler bahwa unit I/O tersebut memerlukan operasi DMA. Hal ini dilakukan oleh unit I/O dengan memberikan sinyal high ke jalur DRQ tersebut. DMA kontroler menjawab dengan sinyal DACK (Direct memory access ACKnowledge) yang meyakinkan bahwa permintaan (sinyal DRQ) sudah diterima dan sistem bus sudah dalam kuasa DMA kontroler yang siap melakukan operasi DMA.

Sebenarnya 8237 DMA kontroler tersebut memiliki DRQ dan DACK masing-masing 4 jalur yang diberi nomor 0 sampai dengan 3. Tiap jalur memiliki prioritas pelayanan yang dapat diprogram.

Oleh BIOS IBM PC telah diprogram sehingga DRQ0 memiliki prioritas tertinggi dan DRQ3 terendah. Namun DRQ0 sudah dipakai oleh sistem board untuk keperluan refresh RAM dinamis sehingga jalur DRQ0 tidak tersedia pada slot dan dapat dipakai untuk mengetahui bahwa sedang terjadi dummy read (refresh) pada memori dinamis.

- IRQ2 sampai dengan IRQ7

Jalur tersebut berhubungan langsung dengan 8259 interrupt kontroler. Dipakai oleh I/O untuk menginterrupt CPU 8088. Ada 8 jalur interrupt yang dimiliki oleh 8259 tetapi hanya 6 yang tersedia pada slot karena IRQ0 dan IRQ1 dipakai oleh sistem board.

- $\overline{\text{IOR}}$, $\overline{\text{IOW}}$, $\overline{\text{MEMR}}$ dan $\overline{\text{MEMW}}$

Sinyal $\overline{\text{IOR}}$ (I/O Read), $\overline{\text{IOW}}$ (I/O Write), $\overline{\text{MEMR}}$ (MEMory Read) dan $\overline{\text{MEMW}}$ (MEMory Write) merupakan sinyal output yang menyatakan adanya pembacaan (Read) atau penulisan (Write) pada I/O port atau memori yang dilakukan oleh CPU 8088 atau oleh 8237 DMA Controler. Semua sinyal tersebut aktif low.

- ALE

ALE (Address Latch Enable) digunakan untuk demultiplex jalur address dan data. Tetapi pada slot jalur data dan address sudah dipisahkan (jalur address di-latch), maka ALE hanya untuk menunjukkan bahwa proses demultiplex sedang terjadi.

- OSC dan CLK

OSC (OSCilator) dan CLK (Clock) adalah pin penghasil sinyal clock dengan frekuensi masing-masing 14,31818 MHz dan 4,77 MHz.

- TC

TC (Terminal Count) merupakan sinyal aktif high yang dikeluarkan oleh DMA kontroler. Sinyal tersebut menunjukkan bahwa salah satu channel DMA telah mencapai suatu jumlah cycle transfer tertentu yang telah diprogram sebelumnya. Sinyal tersebut digunakan untuk menghentikan DMA yang mentransfer satu blok data. Karena sinyal tersebut dikeluarkan jika salah satu dari 4 channel mana yang mencapai TC maka dipakai sinyal DACK yang di-AND dengan sinyal TC tersebut.

- RESET DRV

RESET DRV (RESET DRiVer) adalah sinyal untuk me-RESET sistem board, juga tersedia pada slot dan dipakai untuk mereset interface.

- AEN

AEN (Address Enable), sinyal ini dikeluarkan oleh DMA kontroler untuk menunjukkan bahwa operasi DMA sedang terjadi. Sinyal tersebut penting untuk mencegah terjadinya decode I/O port address pada saat terjadi operasi DMA. Hal ini dapat dimengerti karena saat operasi DMA semua bus dalam kuasa DMA kontroler.

- I/O CH CK

I/O CH CK (Input/Output Channel Check) adalah sinyal input aktif low. Dengan sinyal ini interface pada slot dapat melakukan NMI (NonMaskable Interrupt) ke 8088 CPU. Biasanya dipakai oleh interface untuk menunjukkan bahwa telah terjadi kesalahan pada interface card.

- I/O CH RDY

I/O CH RDY (Input/Output Channel Ready) juga merupakan sinyal input untuk menunjukkan kesiapan dari peralatan I/O pada saat berkomunikasi dengan CPU. Dengan sinyal tersebut dapat dihasilkan tambahan sinyal 'wait' pada bus cycle.

- Power Supply dan Ground

Pada slot tersedia supply tegangan 4 macam, yaitu : +5 Volt, -5 Volt, +12 Volt dan -12 Volt. Besarnya tegangan tersebut diukur terhadap ground. Besar daya power supply yang dipakai umumnya 63 Watt.

2.2. MAPPING I/O PORT PADA IBM PC-XT

Semua IC penunjang dan peralatan input output memiliki alamat port. Dengan demikian CPU dapat memperlakukan peralatan I/O seperti pada memori, yaitu dapat dibaca atau ditulis dengan menunjukkan alamat tertentu.

IBM PC memiliki 20 jalur alamat, tetapi dalam pemakaiannya ternyata hanya 10 jalur alamat yang dipakai, yaitu bit 0 sampai dengan bit 9 untuk mendecode suatu alamat yang dipakai sebagai port. Sedang bit 9 yang dipakai untuk mendecode memiliki arti khusus, yaitu sebagai penentu apakah peralatan yang akan dituju berada pada sistem board PC atau berada pada card yang dipasang di slot. Bila bit 9 sama dengan '0' maka penerimaan data hanya dapat dilakukan dari peralatan input yang berada pada sistem board. Bila bit 9 sama dengan '1' memungkinkan data dari peralatan input yang berada pada slot.

Tetapi aturan ini tidak berlaku bagi pengiriman data ke port output, artinya alamat dibawah 200H tidak boleh dibuat untuk alamat port dari peralatan input tetapi digunakan untuk alamat peralatan output.

Gambar 2.2 menunjukkan pemakaian lokasi untuk penempatan I/O port. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa alamat 0000H samapai dengan 01FFH memang khusus

disediakan untuk keperluan sistem unit I/O yang terdapat pada sistem board, sedangkan 512 lokasi berikutnya khusus disediakan untuk peralatan yang ditancapkan pada slot untuk pengembangan sistem. Terlihat pula bahwa begitu banyak lokasi yang masih ada mulai 0400H samapai dengan FFFFH, tetapi tidak digunakan dalam IBM PC. Walaupun demikian masih dapat digunakan beberapa lokasi di daerah ini bila memang diperlukan dengan mendecode 16 jalur alamat.

Dengan pemakain lokasi sampai 03FFH seperti pada gambar 2.2 ini, hanya dibutuhkan 10 jalur alamat untuk menentukan letak dari suatu port sehingga akan mengurangi rangkaian decoder untuk 20 jalur alamat.

0000H 01FFH 0200H 03FFH 0400H FFFFH

512 LOKASI	512 LOKASI	64512 LOKASI	
------------	------------	--------------	--

DIPAKAI UNTUK UNIT I/O PADA SISTEM BOARD.	TERSEDIA UNTUK UNIT I/O PADA SLOT.	TIDAK DIPAKAI DALAM IBM PC.	
---	------------------------------------	-----------------------------	--

2)

Gambar 2.2

PENGGUNAAN ALAMAT UNTUK I/O PORT

2) Ibid, hal. 127

Address I/O port tersedia 1024 alamat. Pembagian lebih terinci untuk penempatan chip pendukung atau unit I/O dalam sistem board ditunjukkan pada tabel 2.1, sedangkan card-card yang umum dipakai seperti printer card, serial card, display card dan disk drive card dipasang pada slot yang tersedia. Dan card-card itu menempati lokasi yang sudah pasti.

3)

TABEL 2.1 : ALAMAT PORT I/O PADA SISTEM BOARD

ALAMAT (HEXA)	PEMAKAIAN
0000 - 000F	DMA CHIP 8237
0010 - 001F	
0020 - 0021	INTERUPT CHIP 8259
0022 - 003F	
0040 - 0043	TIMER CHIP 8253
0044 - 005F	
0060 - 0063	PPI CHIP 8255
0064 - 007F	
0080 - 0083	DMA PAGE REGISTER
0084 - 009F	
00A0 - 00A0	NMI MASK BIT
00A1 - 01FF	

Tabel 2.2 memperlihatkan lokasi untuk I/O port pada slot yang sudah terpakai maupun yang belum. Tempat yang masih belum dipakai untuk penempatan alamat dari peralatan yang dikembangkan pada IBM PC.

3) Ibid, hal 128

4)

TABEL 2.2 : ALAMAT PORT I/O PADA SLOT

ALAMAT (HEXA)	PEMAKAIAN
0200 - 0200	TIDAK DIPAKAI
0201 - 0201	GAME CONTROL
0202 - 0277	TIDAK DIPAKAI
0278 - 027F	ADAPTER PRINTER KEDUA
0280 - 02F7	TIDAK DIGUNAKAN
02F8 - 02FF	CARD ADAPTER SERIAL KEDUA
0300 - 0377	TIDAK DIPAKAI
0378 - 037F	PARALEL PRINTER
0380 - 03AF	TIDAK DIPAKAI
03B0 - 03BF	MONOCHROME/PRINTER
03C0 - 03CF	TIDAK DIPAKAI
03D0 - 03DF	COLOR/GRAPHIC
03E0 - 03EF	TIDAK DIPAKAI
03F0 - 03F7	DISK DRIVE
03F8 - 03FF	SERIAL PORT

2.3. KONVERSI DATA

2.3.1. BESARAN ANALOG DAN DIGITAL

Besaran yang banyak dijumpai dalam kenyataan berupa besaran analog. Untuk melakukan pemrosesan secara elektronik memakai komputer terhadap data analog yang bukan listrik elektronis perlu dilakukan proses konversi besaran ke bentuk listrik berupa tegangan atau arus. Hasil konversi itu dapat berupa tegangan dalam bentuk bermacam-macam, mungkin hanya berupa tegangan DC, sinusoida, termodulasi atau bentuk lain yang tidak teratur.

4) Ibid, hal 129

Sebelum dilakukan pemrosesan terhadap sinyal elektrik tersebut, sering dilakukan pemrosesan awal yang juga sebagai bagian dari proses. Adapun pemrosesan awal itu dapat berupa : penguatan, pelemahan, kombinasi, linierisasi, demodulasi, filterisasi, proses sampling atau pengubahan ke bentuk digital dan lain-lain.

Dalam proses Konversi data dari data analog ke data digital akan diperoleh sederetan keadaan yang dinyatakan dalam kode biner, logika '0' dan '1'. Sebagai misal data analog berubah ke data digital menjadi 10100110. Untuk menentukan nilai analog yang diwakili kode biner itu diperlukan informasi mengenai pengkodean dan penyekalaan yang dipakai. Bentuk pengkodean lain yang adalah kode BCD atau kode Gray. Pada contoh di atas, angka 10100110 dapat bernilai dua macam, yaitu :

$$10100110 = 2^7 + 2^5 + 2^2 + 2^1 = 166$$

atau

$$10100110 = 2^{-1} + 2^{-3} + 2^{-6} + 2^{-7} = 0.6484375$$

Angka ini mewakili besaran analog tertentu setelah dikalikan dengan faktor skala yang didapat dengan melakukan peneraan dengan tegangan standard.

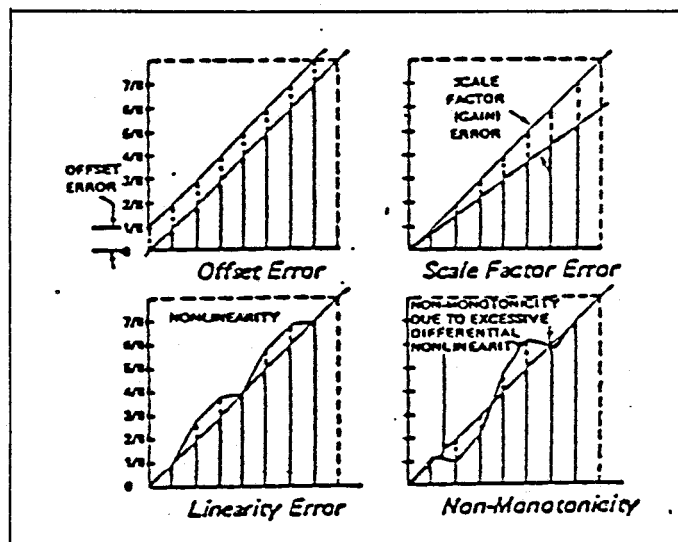
Untuk mengubah besaran analog menjadi besaran digital akan dipakai ADC (Analog to Digital Converter)

sedang pada proses selanjutnya untuk mengubah besaran digital sebagai hasil dari pemrosesan data ke besaran analog kembali dipakai DAC (Digital to Analog Converter).

2.3.2. KESALAHAN PADA PROSES KONVERSI

Dalam proses Konversi dengan DAC kesalahan yang mungkin timbul antara lain dapat dilihat pada gambar 2.3.

- Offset Error : Hasil analog tidak sama dengan nol ketika besaran digital berharga nol. Kesalahan ini bisa disebabkan oleh kesalahan offset dari op-amp atau adanya arus bocor dari saklar.
- Scale Factor (gain) error : Kesalahan yang disebabkan oleh resistor feedback dari pengubah arus ke tegangan.
- Non-linier : Disebabkan oleh resistor dari sumber arus.
- Non Monotonicity : Disebabkan tidak liniernya penguat diferensial.



5)

Gambar 2.3.

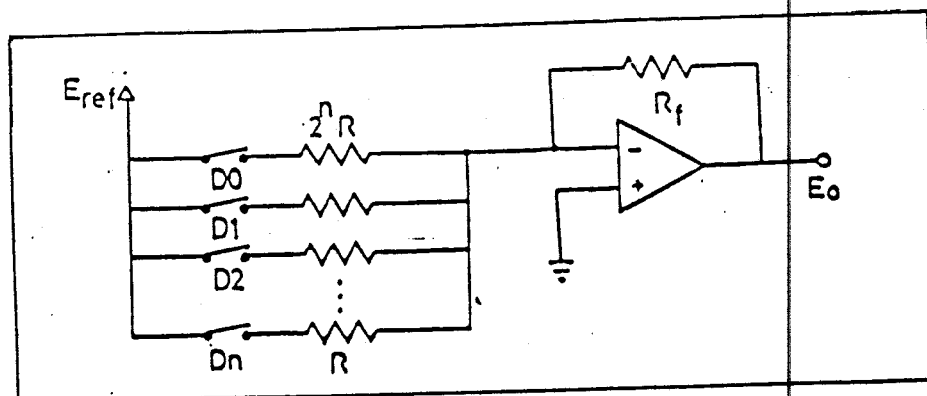
MACAM-MACAM KESALAHAN DAC

Sedang pada konversi ADC kesalahan yang pasti terjadi adalah kesalahan kuantisasi yang besarnya $\pm 1/2$ LSB. Maka untuk mengurangi kesalahan kuantisasi dapat dilakukan dengan cara memperbanyak jumlah bit ADC.

2.3.3. RANGKAIAN DASAR DAC

Rangkaian dasar DAC yang paling mudah adalah Binary Weighted resistor DAC dengan bentuk rangkaian seperti gambar 2.4. Pada rangkaian itu terdapat banyak macam resistor yang memiliki perbedaan yang besar. Semakin besar jumlah bit semakin besar pula perbedaan nilai resistornya. Setiap penambahan satu bit nilai resistor bertambah dua kali lipat.

5) Daniel H. Sheingold, Analog-digital Conversion notes, (Analog devices, Inc, 1977), hal 98



Gambar 2.4.

RANGKAIAN BINARY WEIGHTED RESISTOR DAC

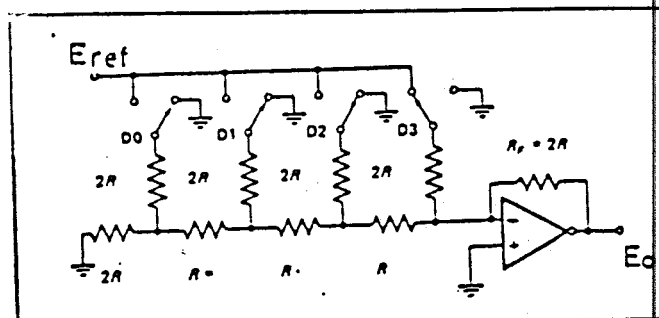
Tegangan output dari DAC gambar 2.4. tersebut adalah :

$$E_o = - R_f E_{ref} \left(D_n \frac{1}{R} + D_{n-1} \frac{1}{2R} + \dots + D_0 \frac{1}{2^n R} \right)$$

D_n s/d D_0 menyatakan keadaan saklar, terbuka berarti '0' sedang tertutup berarti '1'. D_n merupakan MSB (Most Significant Bit) dan D_0 merupakan LSB (Least Significant Bit).

Rangkaian DAC yang lebih baik adalah R/2R Ladder DAC seperti gambar 2.5. DAC ini memiliki kelebihan dibanding Binary Weighted Resistor DAC dalam hal ini pemakaian resistornya hanya dua macam. Tetapi dengan kerugian memakai jumlah resistor dua kali lebih banyak. Bila dipilih $R_f = 2R$ maka tegangan output dapat dihitung dengan cara super posisi dan didapatkan output :

$$E_o = E_{ref} \left(D_n \frac{1}{2^0} + D_{n-1} \frac{1}{2^1} + \dots + D_0 \frac{1}{2^n} \right)$$



Gambar 2. 5.

R/2R LADDER DAC

2. 3. 4. RANGKAIAN DASAR ADC

Analog to digital converter atau ADC adalah komponen elektronik dalam bentuk IC yang berfungsi untuk mengkonversikan tegangan input analog menjadi kombinasi output biner (digital) yang bersesuaian. Untuk mampu mengkonversikan dari tegangan input analog menjadi output kombinasi biner digunakan beberapa metode untuk membangun suatu ADC. Metode yang digunakan tergantung pada: Kecepatan konversi, ketelitian dan biaya.

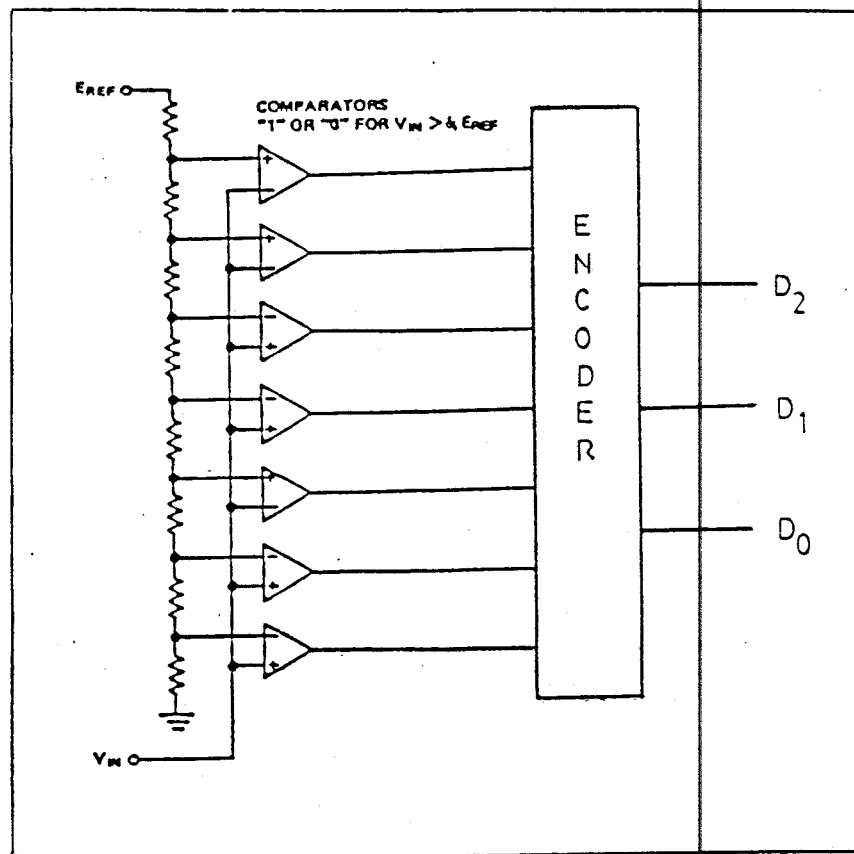
Ada dua metode yang digunakan yaitu open loop dan closed loop. Dalam metode open loop dikenal: Flash ADC, Time Window ADC, Slope Converter dan Dual Slope Converter. Sedang dalam metode closed loop (dengan feedback) ada tipe-tipe : Single Counter ADC, Tracking ADC dan Successive Approximation ADC. Dalam pembahasan ini hanya akan dijelaskan Flash ADC dan

Successive Approximation ADC saja.

- Flash Converter

Rangkaian ADC ini merupakan ADC yang paling sederhana tetapi sekaligus merupakan ADC yang paling cepat waktu konversinya (biasanya kurang dari 100 nano second) dan disusun oleh paralel komparator (differential comparator) seperti tampak pada gambar 2.6 Rangkaian tahanan seri yang merupakan pembagi tegangan akan memberikan tegangan batas (threshold voltage) untuk setiap komparator sehingga jika tegangan input melebihi tegangan tersebut maka output komparator akan high. Output komparator dimasukkan ke rangkaian encoder untuk diterjemahkan menjadi binary yang sesuai. Walaupun ADC ini sangat cepat, tetapi kurang efisien untuk jumlah bit yang besar, sebab dibutuhkan komparator sebanyak $n-1$ buah untuk mendapatkan n bit output. Demikian juga output dari komparator belum merupakan bilangan biner sehingga perlu rangkaian gate tambahan (encoder) untuk merubahnya ke biner.

Untuk mengurangi jumlah komparator dengan sedikit mengorbankan kecepatan konversinya, dipakai cara gabungan antara Successive Approximation dengan Flash ADC yang biasanya disebut Semi-Flash ADC. Jadi dalam Semi-Flash ADC terdapat komparator dan ADC.



Gambar 2.6

FLASH ADC 3 BIT

- Jenis ADC yang lain

Masih ada beberapa jenis ADC yang lain seperti Single dan Dual Slope ADC yang menggunakan integrator dan counter untuk mendapatkan besaran digital. Tracking ADC yang menggunakan DAC dan counter. Kedua jenis ADC tersebut juga banyak dipakai untuk pembuatan alat ukur digital, namun karena kecepatannya yang lambat maka tidak dipakai untuk pemrosesan sinyal digital atau pada kontrol digital yang memerlukan waktu proses yang cepat.

2.4. PERANTARA PERIPHERAL DAPAT DIPROGRAM (PPI) 8255

PPI 8255 merupakan Large Scale Integrated-circuit yang dipakai sebagai interface antara bus data mikrokomputer dan peralatan input/output. Dikemas dalam Dual In-line Package (DIP) dengan 40 pin.

Mikrokomputer yang memakai PPI 8255 dalam sistemnya akan memperoleh keuntungan, yaitu :6)

1. Masukan/keluaran Paralel terletak dalam satu rangkaian terpadu, sehingga menyederhanakan interfacing dan menurunkan harga secara keseluruhan.
2. Dapat dikontrol dengan perangkat lunak sehingga interfacing mikrokomputer menjadi lebih fleksibel.

Namun demikian ada tiga kerugian jika menggunakan PPI, yaitu :7)

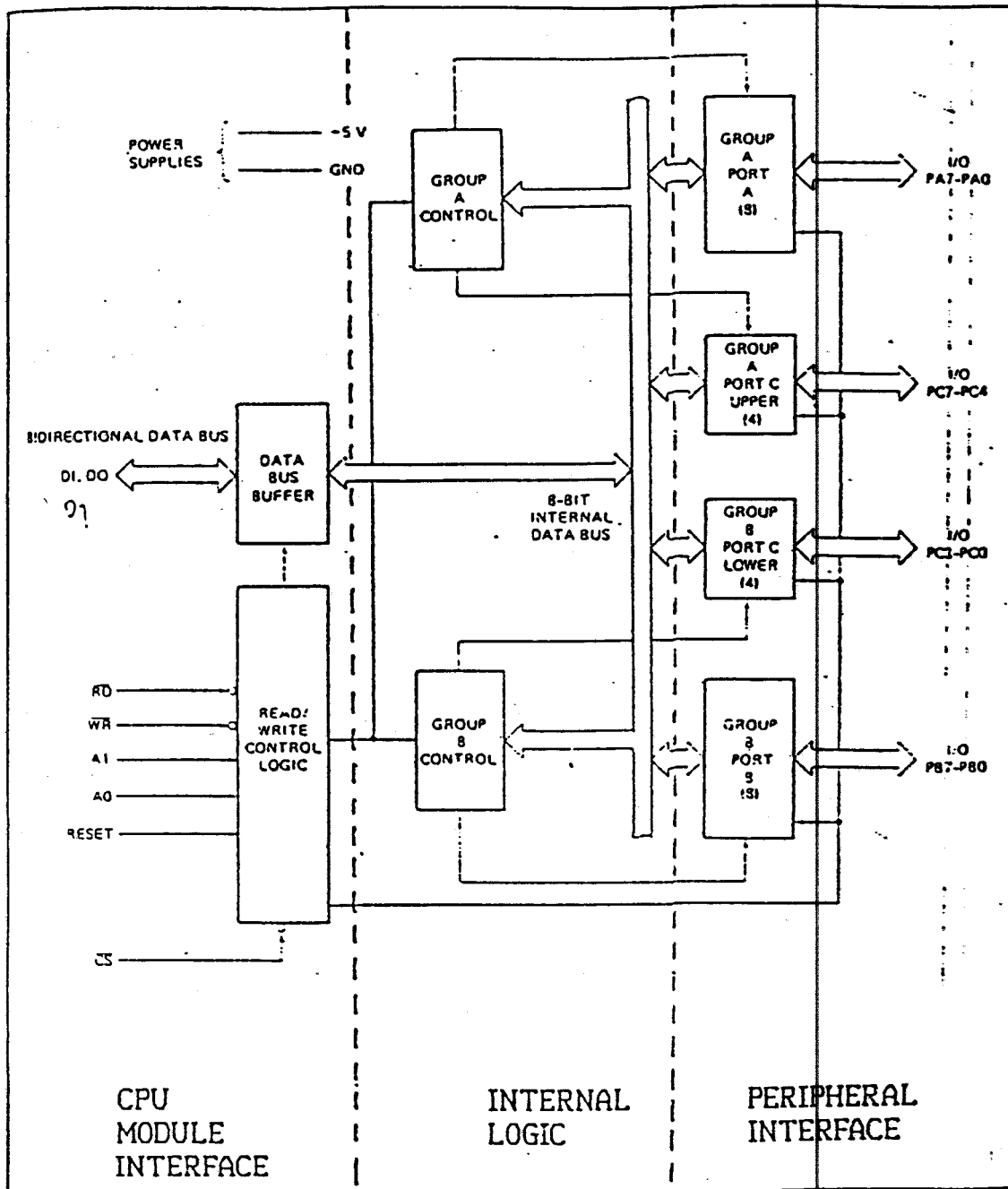
1. Jalur I/O dalam satu IC tidak selalu diinginkan.
2. Konfigurasi perangkat lunak menjadi bertambah.
3. Keluaran dari PPI tidak memiliki fan-out seri IC 7400.

PPI 8255 memiliki tiga buah port register dan sebuah register kontrol. Setiap register tersebut terdiri dari 8 bit yang dapat diatur melalui perangkat lunak untuk melaksanakan fungsi input/output.

Gambar 2.7 menunjukkan blok diagram dari PPI 8255. PPI ini dibagi menjadi 3 unit utama, yaitu unit

6) Paul F. Goldsbrough, MICROCOMPUTER INTERFACING WITH THE 8255 PPI CHIP, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, Indiana, 1979, hal. 10.

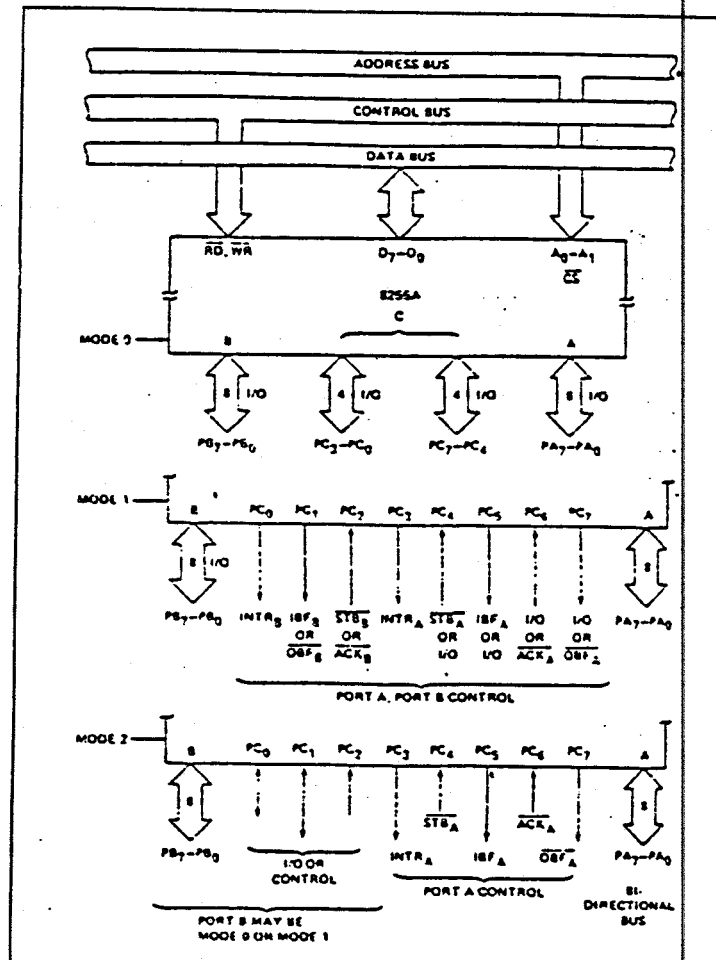
7) Ibid, hal. 12.



Gambar 2.7. 8)

BLOK DIAGRAM PPI 8255

8) Ibid, hal. 41.



Gambar 2.8. 9)

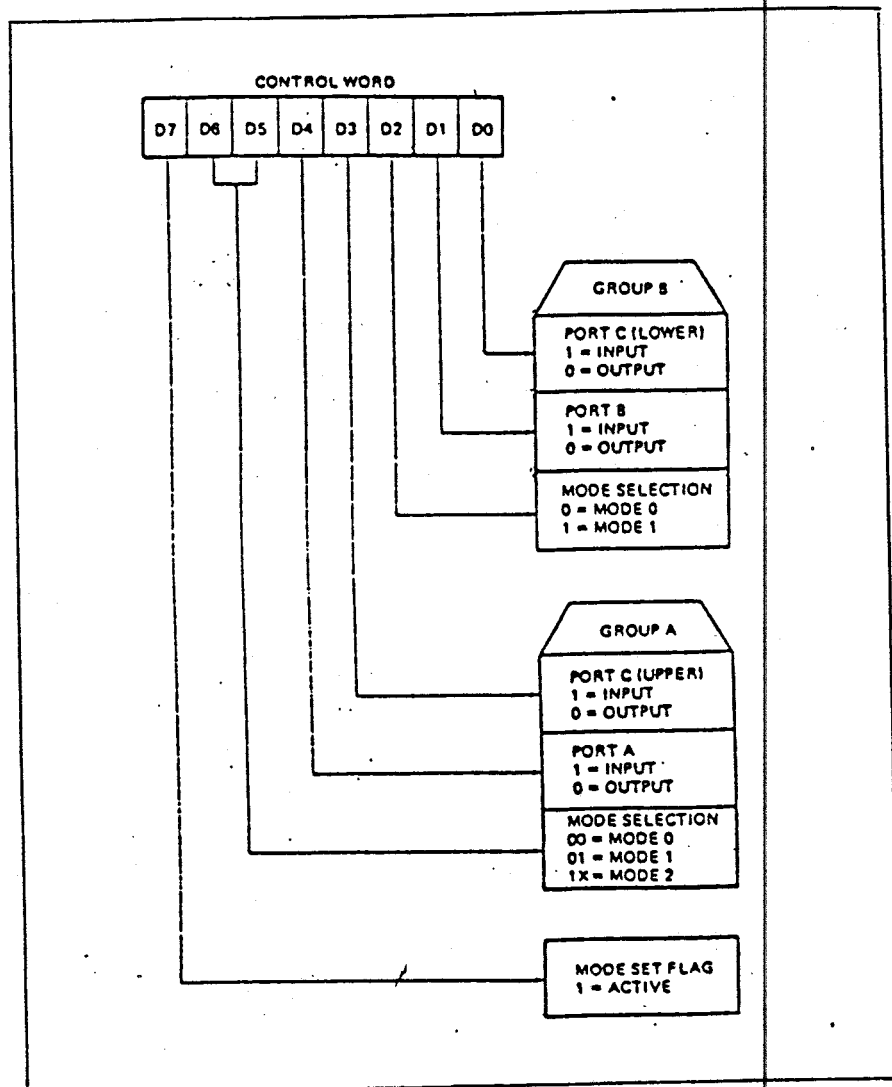
MODE OPERASI PPI 8255

Sebagai tambahan masing-masing bit pada port C juga dapat di-set atau di-reset dengan memakai bit-set/reset control word.

9) Douglas V. Hall, MICROPROCESSOR AND INTERFACING PROGRAMING AND HARDWARE, McGraw-Hill, Singapore, 1986, Hal 264.

2.4.2. UNIT PERANTARA MODUL CPU

Untuk menghubungkan PPI 8255 ke CPU dapat dilakukan dengan menghubungkan bus data CPU ke jalur data dari PPI. \overline{IOW} dan \overline{IOR} dari CPU ke input \overline{WR} dan \overline{RD} dari PPI. Reset, A0 dan A1 dari CPU ke pin-pin PPI yang



10)

Gambar 2.9.

FORMAT MODE SET CONTROL WORD

10) Paul F. Goldsbrough, op. cit., hal. 45.

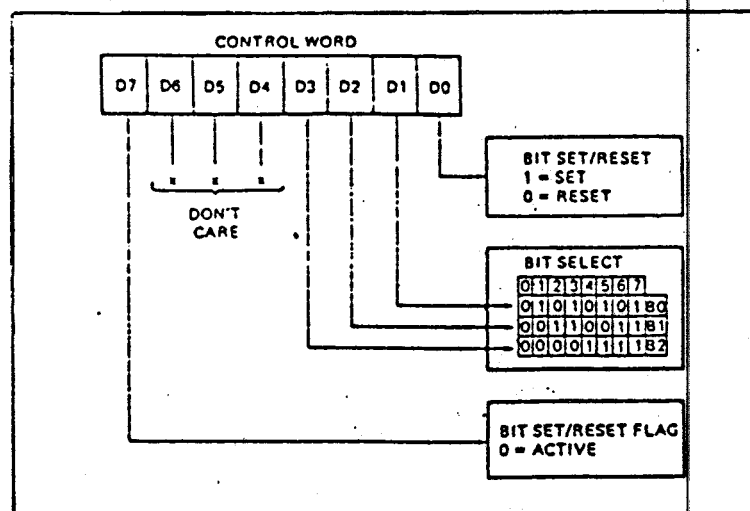
bersesuaian. Sedangkan untuk pin CS, harus diperhatikan pemetaan masukan/keluaran dari sistem mikroprosesor.

Untuk pemetaan I/O ini perlu diperhatikan bahwa PPI 8255 menempati empat lokasi I/O sesuai dengan jumlah registernya, yaitu register -register PA, PB, PC dan register kontrol. Keempat register ini dapat diakses dengan pengaturan A0, A1, \overline{RD} dan \overline{WR} .

2.4.3. UNIT KONTROL INTERNAL

Mode operasi dari port A sampai port C dan operasi set-reset pada port C diatur dengan mode set control word atau port C bit-set/reset control word yang dikirim ke register kontrol.

Gambar 2-9 menunjukkan format dari mode set control word.



Gambar 2.10 11)

FORMAT PORT C BIT-SET/RESET CONTROL WORD

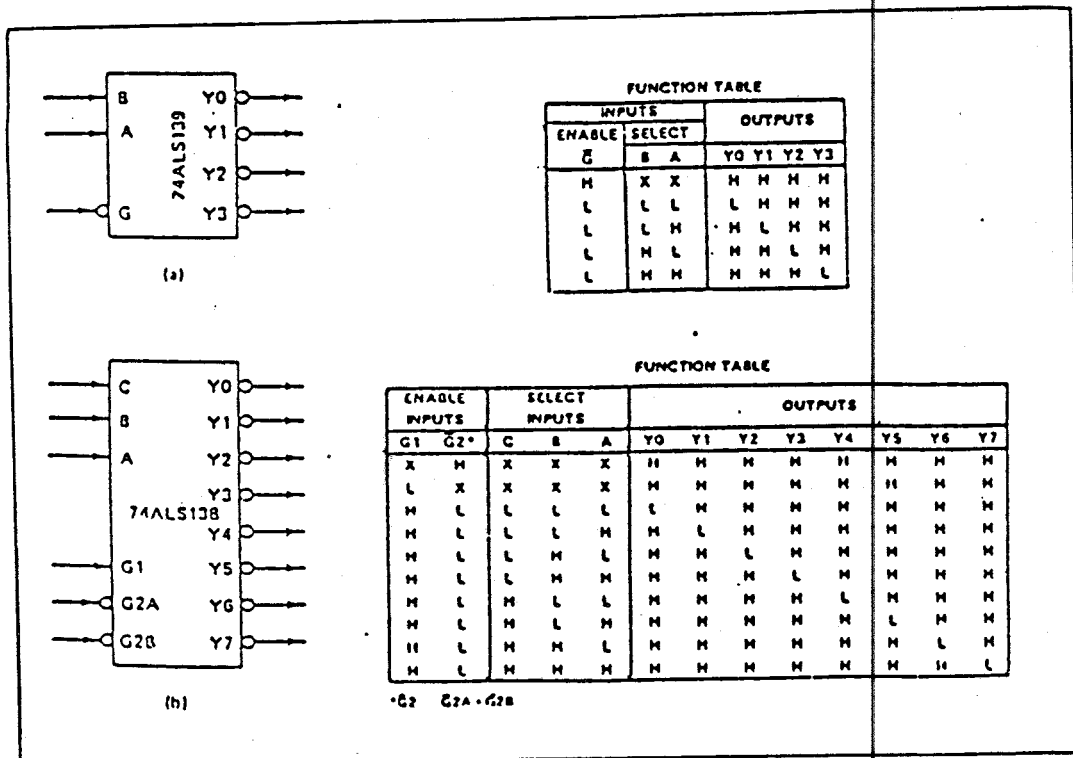
11)loc. cit.

Gambar 2.10 menunjukkan format dari port C bit-set/reset control Word.

2.5. TEKNIK DECODER

Dalam suatu sistem mikrokomputer pengaturan lokasi memori (memory mapping) dan pengaturan lokasi masukan/keluaran (I/O mapping) merupakan hal yang sangat penting. Hal ini dikarenakan pada satu saat hanya diperbolehkan meng-akses satu chip memori atau chip I/O untuk menghindari konflik data. Untuk keperluan hal di atas dilakukanlah teknik pengkodean yang biasa disebut teknik decoder. Dengan teknik decoder akan dihasilkan sinyal pilih yang hanya akan mengaktifkan chip select dari satu chip pada sistem. Sedang sementara chip-chip yang lain dalam keadaan tidak aktif. Chip itu dapat berupa chip memori atau chip I/O.

IC yang dapat dipakai sebagai decoder antara lain : 74LS138 (3 to 8 decoder), 74LS139 (2 to 4 decoder), 74LS42 (BCD to decimal decoder), ataupun IC pembanding seperti 74LS85, 74LS688 yang alamat pengkodeannya dapat dipilih dengan dip switch. Dalam Tugas Akhir ini digunakan IC 74LS139 untuk pengkodean alamat I/O.



Gambar 2.11 12)

PENGKODE 74LS138 DAN 74LS139

(a) Simbol Logika dan Tabel Kebenaran IC 74LS139

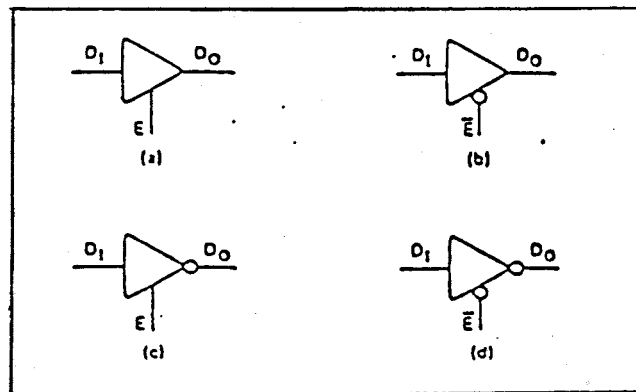
(b) Simbol Logika dan Tabel Kebenaran IC 74LS138

2.6. TEKNIK PEMBUFERAN

Pemбуferan dipakai untuk mengisolasi sinyal keluaran dari bus terhadap beberapa masukan yang berbeda yang terhubung padanya. Setiap beban yang aktif pada jalur sinyal (bus) cenderung untuk menurunkan kemampuan jalur sinyal untuk menjaga level tegangan agar tetap konstan.

12) Kenneth L. Short, MICROPROCESSOR AND PROGRAMMED LOGIC, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1981, hal.255.

Istilah penguatan juga digunakan untuk menggambarkan arti penguatan suatu sinyal yang harus men-drive banyak beban. Chip-chip IC yang berfungsi untuk mendrive beban yang besar biasanya disebut buffer atau driver.



Gambar 2. 12 13)

EMPAT JENIS TRI-STATE BUFFER

- (a) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (b) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Rendah.
- (c) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (d) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Rendah.

Penguatan juga digunakan untuk mematikan (mem-float-kan) suatu sinyal keluaran agar sinyal keluaran yang lain dapat aktif dan menggunakan jalur sinyal, sehingga tidak terjadi konflik data di antara kedua sinyal keluaran tersebut. Fungsi ini biasanya dilakukan oleh suatu tristate buffer yang bertindak sebagai tri-state bus lock.

13) Ibid, hal. 486

Menurut level logika masukan enable dan keluarannya, tri-state buffer dibedakan menjadi empat golongan, yaitu :

- (a) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (b) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Rendah.
- (c) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (d) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Rendah.

Simbol logika untuk keempat macam tri-state buffer tersebut ditunjukkan pada gambar 2.12.

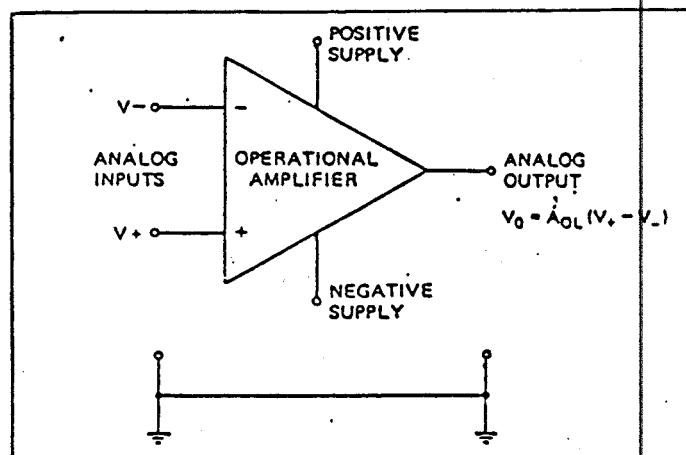
2.7. OPERATIONAL AMPLIFIER (OP-AMP)

Operational Amplifier (Op-Amp) merupakan rangkaian elektronik yang dikemas dalam bentuk IC sehingga memiliki keuntungan-keuntungan. Keuntungan itu adalah : memiliki ukuran yang kecil, mudah penggunaannya, dapat dipercaya keandalannya dan harganya murah serta mudah didapat di pasaran.

Operational Amplifier (Op-Amp) dalam sistem elektronik yang lebih besar umumnya dipakai sebagai : konverter arus ke tegangan, penguat tegangan, buffer, filter-filter aktif, sample dan hold, penghasil arus dc konstan dan berbagai macam rangkaian pengolah sinyal.

Operational Amplifier (Op-Amp) memiliki karakteristik : penguatan yang besar dalam mode rangkaian terbuka, memiliki dua masukan sinyal analog dan satu keluaran sinyal analog. Dua sinyal masukan

tersebut berupa inverting input dengan simbol (-) dan noninverting input dengan simbol (+). Gambar 2.13 menunjukkan simbol Op-Amp.



Gambar 2.13 14)

SIMBOL OP-AMP

Dalam perencanaan dan pembuatan simulasi converter tekanan pneumatik ke arus dan arus ke tekanan pneumatik hanya akan dibahas tentang : Op-Amp ideal, Op-Amp sebagai converter arus ke tegangan, Op-Amp sebagai penghasil arus DC konstan serta parameter-parameter Op-Amp.

2.7.1. OP-AMP IDEAL

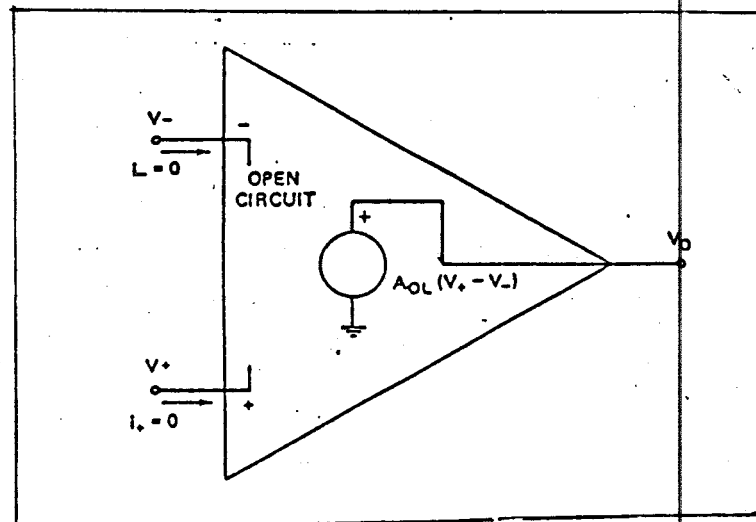
Untuk kemudahan analisa, biasanya Op-Amp diasumsikan sebagai Op-Amp ideal. Ada 3 daerah operasi Op-Amp, yaitu : negatif saturasi, daerah linier dan

13) Ibid, hal. 486

positif saturasi. Bagi Op-Amp ideal yang bekerja pada daerah linier memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Gain (penguatan = A_{OL}) sama dengan tak terhingga, sehingga $V_o = A_{OL} (V_+ - V_-)$.
2. Tegangan keluaran (V_o) = 0 bila tegangan (+) input = tegangan (-) input.
3. Impedansi masukan besarnya tak terhingga, sehingga tidak ada arus pada terminal masukan ($i_- = i_+ = 0$).
4. Impedansi keluaran sama dengan nol.
5. Bandwidthnya takterhingga.

Gambar 2.14 memperlihatkan rangkaian ekuivalen Op-Amp ideal.



Gambar 2.14 15)

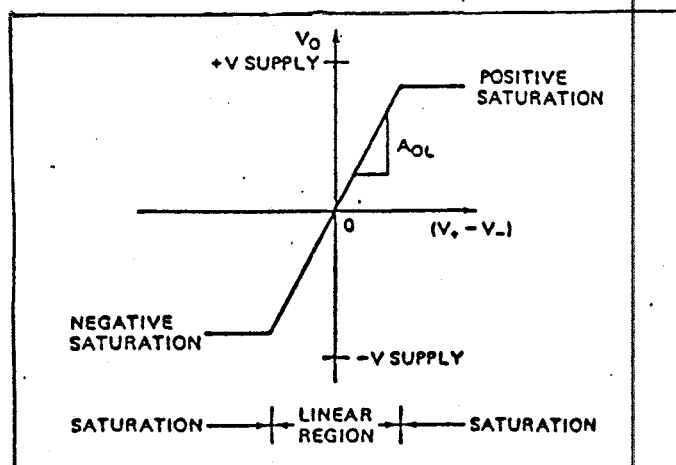
RANGKAIAN EKIVALEN OP-AMP IDEAL

Karakteristik ideal ini penting untuk dipakai

15) Ibid, hal. 389.

mengembangkan persamaan-persamaan rangkaian feed back dasar. Dengan bertitik tolak dari karakteristik Op-Amp ideal inilah diharapkan pemakai dapat menentukan dan memilih jenis Op-Amp yang dipakai dalam rangkaian-rangkaian praktis.

Sedang pada daerah saturasi tegangan keluaran bukan merupakan fungsi linier dari tegangan masukan ($V_+ - V_-$) dan besarnya kurang lebih 90 % dari V_{cc} yang bersesuaian. Artinya pada daerah negatif saturasi akan didapat tegangan saturasi negatif dan pada daerah saturasi positif didapat tegangan saturasi positif. Gambar 2.15 memperlihatkan karakteristik Op-Amp rangkaian terbuka.



Gambar 2.15 16)

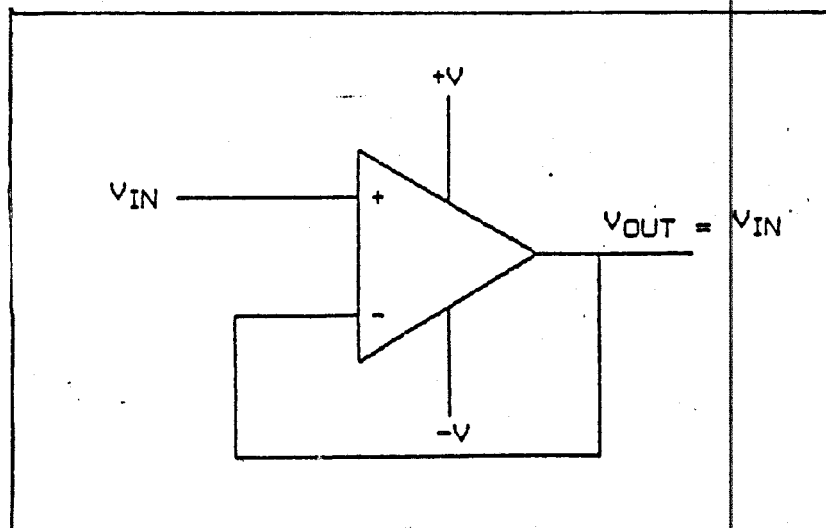
KARAKTERISTIK OP-AMP RANGKAIAN TERBUKA

16) log. cit.

2.7.2. OP-AMP SEBAGAI PENGIKUT TEGANGAN (VOLTAGE FOLLOWER)

Op-Amp sebagai pengikut tegangan merupakan penguat tanpa membalik yang memiliki impedansi masukan yang sangat tinggi dan impedansi keluaran yang sangat rendah. Karena sifat ini pengikut tegangan secara praktis dipakai sebagai electrical buffer untuk mengisolasi rangkaian atau peralatan-peralatan satu terhadap yang lainnya agar tercegah interaksi yang tidak diharapkan.

Gambar 2.16 memperlihatkan Op-Amp sebagai pengikut tegangan.



Gambar 2.16 17)

OP-AMP SEBAGAI BUFFER (VOLTAGE FOLLOWER)

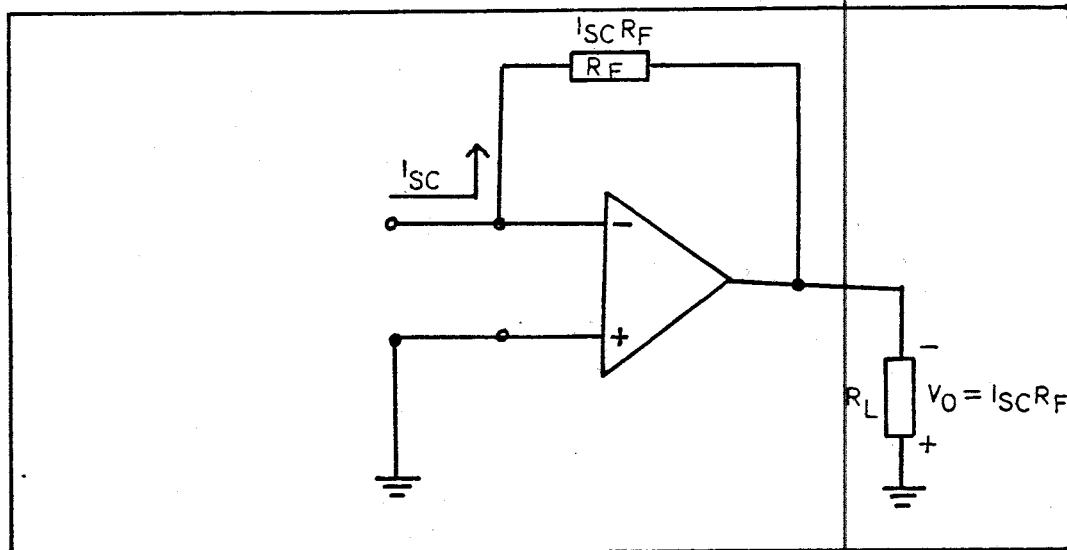
17) Kenneth L. Short, op. cit, hal. 391.

2.7.3. OP-AMP SEBAGAI CONVERTER ARUS KE TEGANGAN

Op-Amp sebagai converter arus ke tegangan biasanya digunakan untuk mengubah arus yang dihasilkan dari suatu transducer, misalnya dari sel foto voltaik atau juga dipakai untuk mendapatkan tegangan dari suatu DAC 0808 seperti yang dipakai dalam tugas akhir ini.

Rangkaian Op-Amp sebagai converter arus ke tegangan ini diperlukan untuk menghasilkan suatu tegangan yang proporsional dari masukan yang berupa arus yang kecil.

Gambar 2.17 memperlihatkan Op-Amp sebagai converter arus ke tegangan.



Gambar 2.17 18)

OP-AMP SEBAGAI CONVERTER ARUS KE TEGANGAN

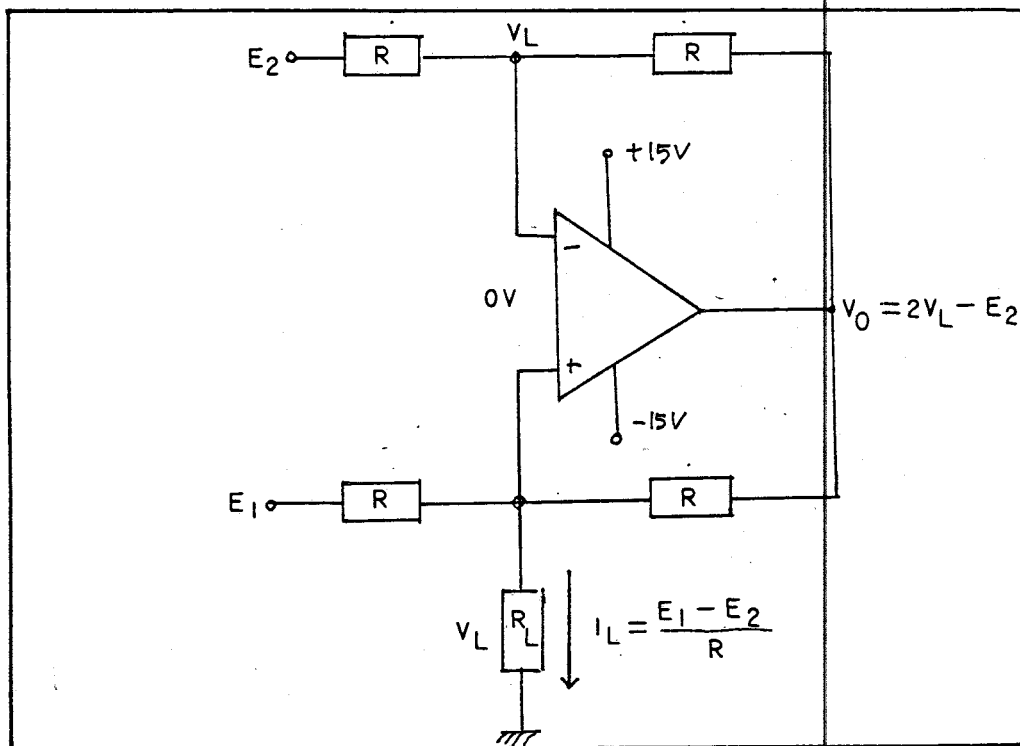
18) Driscoll, Frederick F, Coughlin, Robert F, Soemitro, Herman Widodo,
PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKAIAN TERPADU LINIER, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985, hal 87.

2.7.4. OP-AMP SEBAGAI PENGHASIL ARUS DC KONSTAN

Op-Amp sebagai penghasil arus DC konstan merupakan rangkaian pengubah beda tegangan masukan (V_+ - V_-) menjadi arus konstan yang tidak terpengaruhi oleh besar tahanan beban (R_L). Besar arus konstan yang dihasilkan hanya tergantung dari besar beda tegangan masukan dibagi dengan tahanan masukannya (R).

Besar arus DC konstan yang dihasilkan = $(V_+ - V_-) / R$.

Gambar 2.18 memperlihatkan rangkaian Op-Amp sebagai penghasil arus DC konstan.



Gambar 2.18 19)

OP-AMP PENGHASIL ARUS DC KONSTAN

19) Ibid, hal. 84.

2. 7. 5. PARAMETER-PARAMETER OP-AMP

Op-Amp pada dasarnya sebuah penguat yang dapat memperkuat sinyal AC maupun DC. Dalam pemakaian Op-Amp secara praktis akan timbul Kesalahan-Kesalahan. Kesalahan ini disebabkan oleh perbedaan-perbedaan antara Op-Amp ideal dengan Op-Amp nyata. Bila kesalahan yang terjadi cukup besar dibandingkan dengan idealnya maka harus dilakukan usaha untuk memperkecil Kesalahan-Kesalahan itu.

Faktor-faktor Kesalahan yang terjadi bila dipakai sebagai penguat DC yaitu :

- input bias current
- input offset current
- input offset voltage
- drift.

Dalam tugas akhir ini hanya akan dibahas Kesalahan-Kesalahan yang terjadi pada penguat DC saja, hal ini dikarenakan berhubungan langsung dengan peralatan yang dibuat.

Bila dipakai sebagai penguat AC, Kesalahan-Kesalahan di atas tidak berpengaruh, tetapi terdapat masalah baru, yaitu : frekuensi response dan slew rate. Frekuensi response akan memberikan hubungan tentang perubahan besarnya gain bila terjadi perubahan frekuensi (A_{OL}). Setiap pabrik akan mencantumkan hubungan antara A_{OL}

dengan frekuensi sehingga dapat diketahui dengan cepat perubahan A_{OL} dengan perubahan frekuensi.

Pada suatu frekuensi tertentu bila Op-Amp dipakai sebagai penguat AC mungkin akan menyebabkan distorsi, hal ini disebabkan Op-Amp mempunyai batasan dasar. Bila sinyal input berubah sangat cepat lebih besar dari kecepatan Op-Ampnya sendiri akan memberikan distorsi yang disebut slewrate.

- Input Bias Current (I_B)

Pada perhitungan dengan Op-Amp seringkali dianggap arus yang masuk Op-Amp = 0. Untuk Op-Amp ideal hal ini bisa terjadi, tetapi dalam kenyataannya tidak demikian, betapapun kecilnya arus input harus ada agar transistor bekerja.

Besarnya I_B adalah :

$$I_B = \frac{|I_{B+}| + |I_{B-}|}{2}$$

Besarnya I_B untuk general purpose Op-Amp ≈ 1 uA, sedang untuk Op-Amp yang dilengkapi FET rangkaian inputnya ≈ 1 pA.

- Input Offset Current (I_{os})

Besarnya adalah selisih dari arus bias input.

$$I_{os} = |I_{B+}| - |I_{B-}|$$

Input bias current dan input offset current akan menyebabkan kesalahan besar tegangan output suatu

penguat baik inverting maupun non-inverting yang besarnya tergantung dari desain rangkaianannya. Jadi pada saat tegangan input = 0 Volt pada output akan terdapat tegangan yang tidak sama dengan nol.

Untuk mengurangi kesalahan ini biasanya dipasang rangkaian kompensasi.

- Input Offset Voltage

Kesalahan ini tidak disebabkan oleh rangkaian luar, melainkan disebabkan karena tidak sempurnanya pembuatan IC sehingga menimbulkan tegangan bias tidak seimbang.

Kesalahan karena tegangan offset lebih terasa bila Op-Amp dipakai sebagai voltage follower.

Untuk mengurangi kesalahan ini biasanya sebuah Op-Amp dilengkapi dengan pin-pin offset. Dengan memasang VR atau Capacitor akan diperoleh kompensasi dari tegangan offset input.

- Drift

Offset current dan offset voltage selalu berubah sesuai dengan waktu dan umur komponen, selain itu offset juga dipengaruhi oleh temperatur. Penambahan offset current dan offset voltage karena temperatur disebut drift.

Drift dapat dikurangi dengan cara menjaga agar temperatur sistem konstan atau dengan memilih Op-Amp

dengan rating voltage dan rating current yang kecil terhadap temperatur.

Untuk offset current drift dinyatakan dalam $\text{nA}/^\circ\text{C}$,
Offset voltage current drift dalam $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

2.8. SISTEM PNEUMATIK

Pada sistem pneumatik terdapat beberapa elemen penting yang dipakai dalam proses kontrol (pengaturan) dan instrumentasi (pengukuran). Pada dasarnya ada empat elemen utama, yaitu : sensor, transmitter, receiver dan final elemen.

Sensor, merupakan elemen yang berhubungan langsung dengan sistem fisis, berguna untuk mendeteksi besaran variabel fisis dan kemudian menghasilkan sinyal tertentu (biasanya berupa sinyal pneumatik atau sinyal elektrik) yang mengandung informasi tentang besaran yang diukur. Contoh sensor antara lain : Orifice Plate yang berfungsi mengukur aliran fluida dalam pipa, Resistance Assembly yang berfungsi mengukur temperatur fluida dalam proses, dan sebagainya.

Transmitter, merupakan elemen yang bertugas mentransmisikan sinyal yang mengandung informasi besaran terukur menuju elemen receiver. Sinyal yang ditransmisikan itu berupa sinyal pneumatik sebesar 3-15 psi atau berupa sinyal elektrik arus 4-20 mA atau bisa berupa sinyal elektrik tegangan 1-15 Volt. Contoh

transmitter adalah : Pressure to Current Converter (P/I Converter) yang berfungsi merubah sinyal tekanan pneumatik menjadi sinyal elektrik arus secara proporsional, Current to Pressure Transducer (I/P Transducer) yang berfungsi merubah sinyal elektrik arus menjadi tekanan pneumatik secara proporsional dan sebagainya.

Receiver, biasanya berupa recorder, alat ukur, gauge dan kontroler. Kontroler berfungsi untuk mengamati keluaran dari proses sekaligus memberi sinyal pengaturan yang dibutuhkan. Contoh kontroler antara lain : On-off Controler yang bekerja membuka penuh atau menutup penuh untuk mengatur kondisi proses yang berfluktuasi, Proporsional Integral Derivative Controler (PID Controler) yaitu kontroler yang dipakai untuk mengatasi masalah dead time dan meniadakan offset. Sedang recorder, alat ukur, gauge dipakai untuk mengetahui besaran variabel proses fisis yang diukur. Saat ini pengukuran tekanan telah digunakan barometer digital atau alat ukur elektronik lainnya.

Final elemen, biasanya berupa valve, variable output pump, variabel speed driver (motor) atau bentuk lainnya. Dalam suatu kontrol valve final elemennya biasanya terdiri dari positioner, difragma, aktuator dan valve. Pemakaian positioner digunakan untuk

mengumpulkan udara tekanan rendah sehingga udara tekanan tinggi akan mengalir menggerakkan diafragma. Diafragma akan menggerakkan valve membuka atau menutup sesuai perintah aktuator. Contoh valve : Air to Open (ATO) pada posisi normal sehingga valve pada keadaan air to open akan tertutup (normally closed) dan pada udara tekan yang bertambah besar maka valve akan membuka, Air to Close (ATC) yang pada posisi normal valve akan membuka (normally open) dan jika ada udara tekan yang bertambah besar valve akan tertutup.

Dalam tugas akhir ini hanya akan dibahas tentang dua elemen transmitter dan receiver serta sedikit tentang komponen-komponen penting yang ada dalam elemen tersebut, hal ini sesuai dengan batasan masalah yang telah dikemukakan pada bab I.

2.8.1. KOMPONEN PENTING DALAM FEEDBACK PNEUMATIK

A. Bellows

Bellows adalah elemen defleksi tekanan yang karakteristiknya sama dengan batang kompresi coil helix yang terbebani dan simpangannya mendekati linier secara proporsional. Bellows terdiri dari sebuah tabung yang berombak yang dapat mengembang dan mengempis dalam arah panjang dindingnya. Range diameternya 2 mm - 600 mm. Terbuat dari bahan kuningan, bronze fosfor, beryllium copper, monel atau stainless steel, tetapi yang sering

digunakan adalah yang terbuat dari kuningan dan stainless steel. Sensitivitasnya adalah suatu fungsi pada ukurannya dan diberikan pada penambahan ukurannya.

Bellows digunakan dalam gauge penunjuk tekanan besar, transmitter pneumatik, controler dan recorder serta pengaturan posisi valve. Konstruksinya dalam banyak hal, aksi elastis pada sebuah bellows sendiri tidak cukup untuk menghasilkan gerakan yang teliti karenanya perlu ditambahkan batang. Resultan simpangan akan tergantung pada beberapa elastisitas pada batang dan bellows itu. Magnitudo dari simpangan pada bellows adalah sebuah fungsi yang dipengaruhi oleh:

1. Jumlah lipatan (berbanding langsung);
2. Luas diameter terluar bellows (berbanding langsung).
3. Modulus elastisitas bahan (berbanding terbalik).
4. Ketebalan dinding bellows (berbanding terbalik).

Dalam tingkat-tingkat masa pakai sebuah bellows, simpangan yang diijinkan kira-kira tidak lebih dari fleksibilitas maksimumnya. Bilamana bellows berkontraksi di luar daerah elastisitasnya maka pada bahannya akan terjadi deformasi bentuk.

Simpangan pada bellows dapat ditentukan bilamana tekanan external atau internal yang diberikan padanya dan mengikuti rumus sebagai berikut :

$$A = \pi \left(\frac{R_o + R_i}{2} \right)^2$$

dimana : A = luas efektif bellows

R_o = jari-jari luar bellows

R_i = jari-jari dalam bellows.

dan

$$D = P \frac{A}{K_b + K_s} \quad 20)$$

dimana : D = simpangan pada bellows [mm]

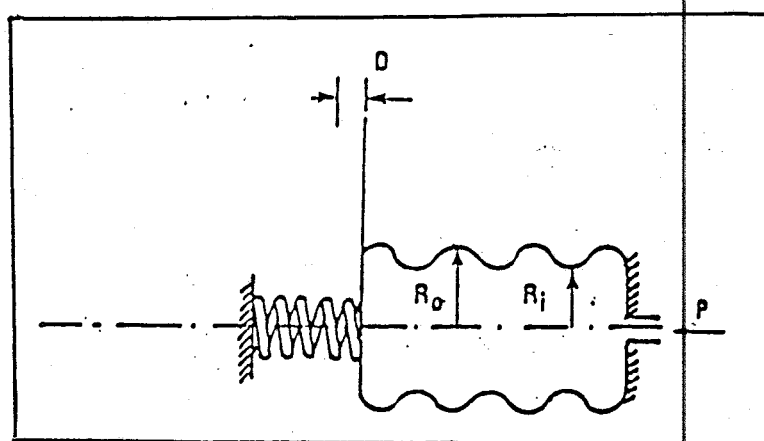
P = tekanan yang diberikan [kPa]

A = luas efektif [m²]

K_b = konstanta batang bellows [kN/mm]

K_s = konstanta batang [kN/mm]

Gambar 2.19 menunjukkan pergeseran bellows.



Gambar 2.19 21)

PERGESERAN BELLOWS

20) -, INDUSTRIAL INSTRUMENTATION CORRESPONDENCE COURSE, Southern Alberta Institute of Technology, Calgary, Alberta, -, hal. 2.

21) loc. cit.

B. DIAFRAGMA

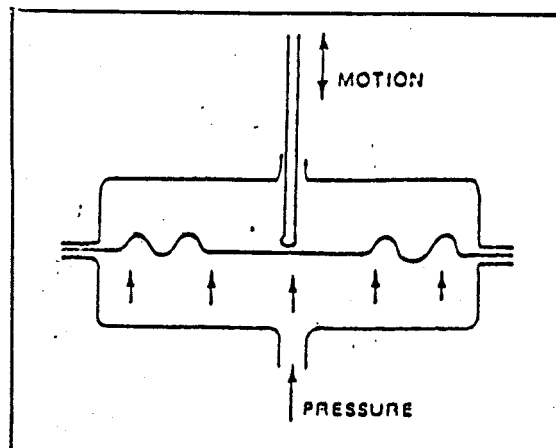
Sebuah piston tanpa gesekan tidak dapat diwujudkan dalam keadaan praktis. Sebuah diafragma tipis akan mendekati suatu gerakan yang tidak ada gesekan jika gerakannya tidak terlalu besar. Diafragma dibuat dari sejumlah bahan seperti tembaga beryllium, stainless steel, kulit, karet bercampur kapas, sutra resap dan sebagainya. Bahan-bahan itu digunakan tergantung pada penggunaannya. Misalnya untuk fluida yang akan dipergunakan pada tekanan dan temperatur relatif tinggi diafragma berupa lempengan yang fleksibel, semacam plat dengan lekukan yang konsentris pada permukaannya.

Gerakan pada sebuah diafragma dan sensitivitasnya dapat bertambah secara teratur bila digunakan dalam range tekanan minimum pada 0-50 mmH₂O dan range tekanan maksimum 0-2500 kPa.

Gambar 2.20 memperlihatkan sebuah diafragma dengan lekukan dari bahan metal. Tekanan yang dikerjakan pada sisi bawah dan gerakan vertikal ditransmisikan oleh sebuah batang tekan. Dengan sambungan yang baik, penambahan tekanan yang tinggi dapat diperoleh pada suatu sambungan mekanis yang lain.

Diafragma digunakan dalam actuator control valve dan dalam berbagai variasi peralatan pengukuran dan transmisi, khususnya dalam pemakaian sebagai penurun

tekanan.



Gambar 2.20 22)

DIAFRAGMA BERGELOMBANG

C. GAYA, MOMEN, MOMEN BALANS

Dalam sistem pneumatik akan dikenal gaya, momen dan momen balans (momen penyeimbang). Gaya, dihasilkan oleh tekanan udara yang bekerja pada bidang tekan tertentu dan besaran ini memiliki arah. Untuk gaya reaksi biasanya akan berupa gaya reaksi dari plat batang atau berupa resultan gaya dari bellows yang lain. Gaya yang bekerja senantiasa melalui bellows.

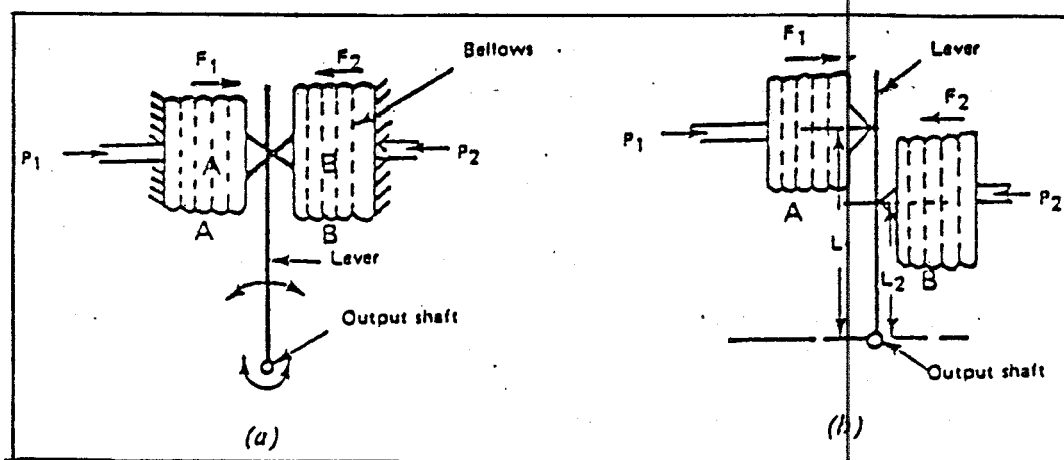
Pada sistem pneumatik gaya akan bekerja pada bellows dengan acuan titik tertentu. Dan hasil kali gaya dengan jarak antara titik kerjanya terhadap titik acuan ini disebut momen.

Bila dua buah bellows dikenai gaya tekan udara

22) Ibid, hal. 3

berlawanan dan menyebabkan terjadi momen resultant dari keduanya maka bellows yang satu menjadi bellows balance bagi lainnya. Jadi pada hakekatnya dua bellows yang bekerja bersama-sama merupakan sistem yang diharapkan menghasilkan keseimbangan sehingga didapat keadaan tertentu yang stabil dan proporsional.

Gambar 2.21 memperlihatkan contoh hubungan antara tekanan, gaya, momen dan momen balance.



Gambar 2.21 23)

GAYA DAN MOMEN

Dari gambar di atas dapat ditulis hubungan tekanan, gaya, momen dan momen balance sebagai berikut :

$$F_1 = P_1 \times A$$

$$F_2 = P_2 \times B$$

dimana F = Besar Gaya [N]

P = Besar Tekanan [Pa]

A = Luas Penampang Bellows [m²].

sedang besar momennya :

$$M_1 = +F_1 \times L_1$$

$$M_2 = -F_2 \times L_2$$

dimana L = Jarak antara titik kerja gaya dengan titik tumpu [m].

$$M = \text{Besar Momen [Nm]}.$$

Dalam keadaan seimbang (balance) :

$$M_1 = M_2$$

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

$$P_1 \times A \times L_1 = P_2 \times B \times L_2$$

untuk luas permukaan yang sama $A = B$, maka

$$P_1 \times L_1 = P_2 \times L_2.$$

Gain adalah rasio (perbandingan) antara keluaran dengan masukan. Besarnya sebagai berikut :

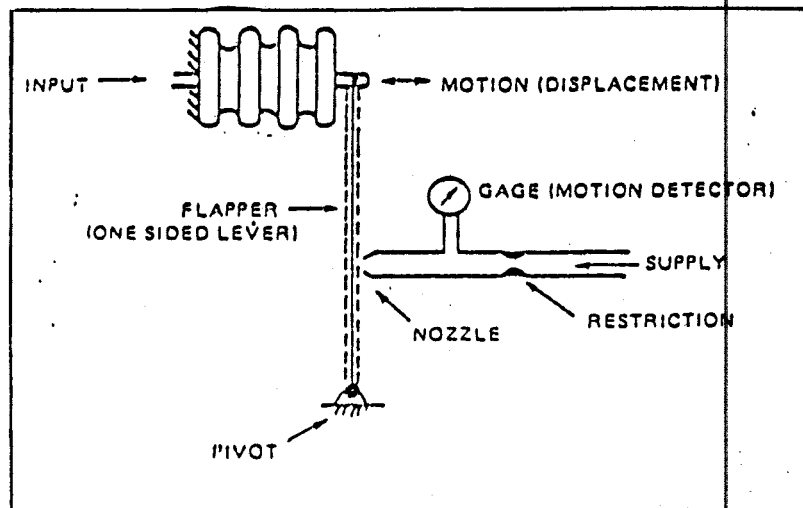
$$\text{Gain} = \frac{\text{Keluaran}}{\text{Input}} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{L_1}{L_2}$$

D. HUBUNGAN GERAKAN FLAPPER DAN NOZZLE

Flapper berupa plat yang diletakkan pada suatu pivot sebagai titik tumpu dan mampu memberikan simpangan bila dikerjakan sebuah gaya tertentu. Flapper diletakkan berhadapan dengan nozzle. Biasanya flapper dibuat dari bahan stainless steel. Bahan ini dipilih dengan pertimbangan karakteristik. Pada daerah elastis bahan ini memiliki daerah linier dan daerah non linier terhadap kenaikan gaya yang diterimanya. Pada daerah

linier inilah pemanfaatan bahan ini sebagai flapper pada elemen pneumatik dipergunakan.

Nozzle berupa saluran keluaran udara. Nozzle ditutup oleh flapper yang secara bersama membentuk satu fungsi keluaran untuk mengatur besar tekanan yang ada pada elemen pneumatik. Fungsi itu merupakan hasil dari perubahan jarak antara flapper terhadap nozzle.



Gambar 2.22 24)

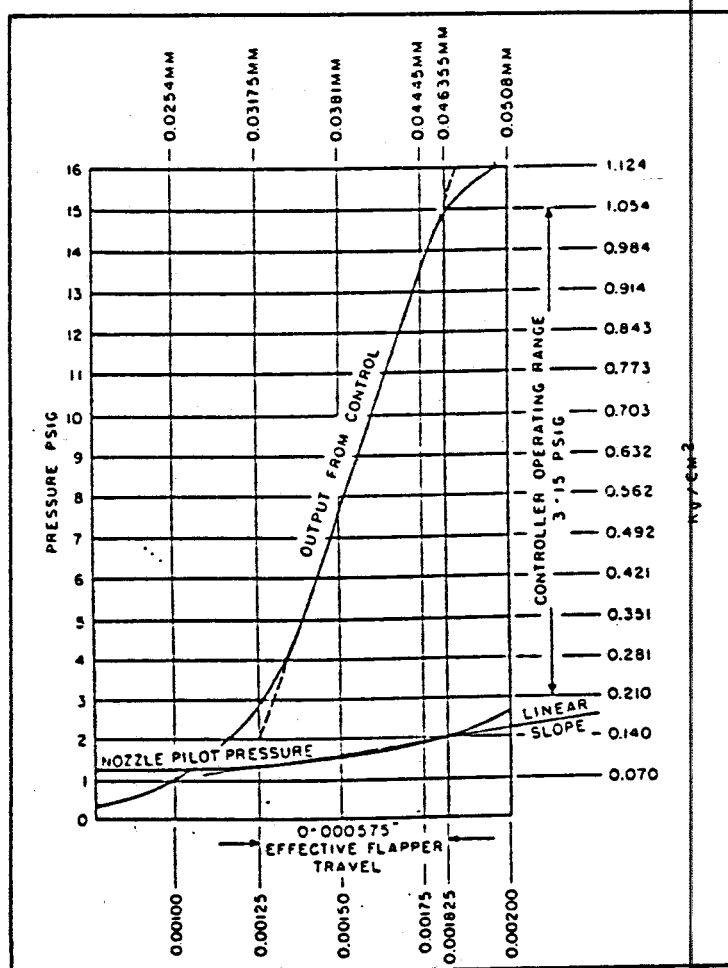
DETEKTOR HUBUNGAN FLAPPER-NOZZLE

Gambar 2.22 memperlihatkan suatu mekanisme pendeteksi gerakan flapper terhadap nozzle. Cara kerjanya sebagai berikut :

Udara dari supply yang diterima adalah tekanan sebesar 20 psi konstan. Jika bellows berkontraksi flapper bergerak menjahui nozzle. Udara yang melalui restriksi (penurun, tekanan) keluar melalui nozzle

24) Ibid, hal. 16.

sehingga tekanan pada ruang yang terdapat gage akan turun ke nilai minimumnya, sebut saja 3 psi. Hal lain terjadi berupa pengembangan bellows dan flapper akan mengayun ke arah nozzle, mengurangi udara yang keluar melalui nozzle sehingga menaikkan tekanan yang ada pada ruangan yang terpasang gage. Tekanan naik menuju maksimum sebesar 15 psi.



Gambar 2.23 25)

HUBUNGAN FLAPPER-NOZZLE TERHADAP TEKANAN OPERASI

Untuk mendapatkan range perubahan itu dapat diwujudkan dengan sedikit pergeseran jarak flapper terhadap nozzle, kira-kira 0.000575 inci. Gambar 2.23 memperlihatkan hubungan antara flapper- nozzle terhadap tekanan yang bekerja.

Dari kurva tersebut di atas terlihat bahwa daerah linier terjadi pada daerah **effective flapper travel**, yaitu bila jarak flapper terhadap nozzle 0.00125- 0.001825 inchi dan tekanan yang terjadi 3-15 psi. Sedang daerah yang benar-benar linier, yang dimanfaatkan sebagai batas pengukuran variabel proses, terjadi pada 0.001375 inchi sampai 0.00175 inchi atau hanya dimanfaatkan 80% dari daerah linier efektifnya. Daerah non linier terjadi bila jarak flapper kurang dari 0.00125 dan lebih besar dari 0.001825 inchi. Dan pada saat itu tekanan yang bekerja dibawah 3 psi dan di atas 15 psi. Batas daerah elastisitas maksimum kira-kira pada tekanan 19 psi. Selebihnya akan terjadi deformasi bahan flapper.

2.8.2. CURRENT TO PRESSURE (I/P) TRANSDUCER GT68

I/P Transducer termasuk sebagai elemen transmitter dan berfungsi untuk merubah sinyal elektrik arus menjadi sinyal tekanan pneumatik. GT28, GT48, GT69 buatan Conoflow Regulators & Controls, Division of ITT Grinnel Valve Co. Inc. Santa Georgia, USA, merupakan

beberapa contoh dari I/P Transducer ini.

GT28, GT48, GT68 mempunyai cara kerja dan konstruksi yang hampir sama. Pada tugas akhir ini hanya akan dibahas I/P Transducer GT68 yang memiliki range input arus 4-20 mA dan keluaran tekanan sebesar 3-15 psi, sesuai dengan spesifikasi peralatan yang akan dibuat.

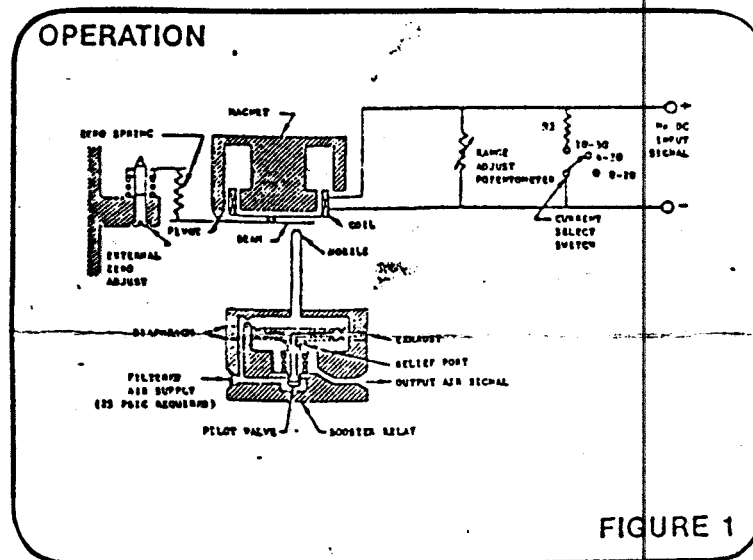
Gambar 2.24 memperlihatkan bagian dari I/P Transducer GT68 yang memiliki cara kerja sebagai berikut :

Dalam keadaan bekerja, penambahan sinyal arus masukan menyebabkan coil bergerak menjauhi magnet permanen yang menyebabkan gerakan flapper menekan nozzle, terjadi perubahan jarak antara flapper dan nozzle yang makin dekat. Pengurangan aliran udara yang melalui nozzle ini menyebabkan naiknya tekanan balik pada permukaan boster. Penambahan tekanan pada boster menyebabkan diafragma bergerak ke bawah, membuka pilot valve sehingga sinyal tekanan keluaran menjadi bertambah besar. Tekanan keluaran selanjutnya akan terus bertambah sampai keadaan tekanan balik nozzle dan gaya pada permukaan diafragma seimbang.

Pengurangan sinyal arus masukan menyebabkan coil bergerak mendekati magnet permanen, menyebabkan pula bergesernya flapper menjauhi nozzle. Ini menyebabkan

aliran udara yang melalui nozzle bertambah yang berarti pengurangan tekanan balik nozzle, ada gaya ke atas pada diafragma yang menyebabkan pilot valve menutup dan membuka permukaan saluran. Akibatnya sinyal tekanan keluaran menurun terus sampai keadaan pada port seimbang.

Untuk sinyal arus masukan yang lebih besar, jarak antara flapper dan nozzle semakin kecil dan flapper makin menekan nozzle dan sinyal tekanan keluaran menjadi kian besar. Untuk sinyal arus masukan yang lebih kecil jarak antar flapper dan nozzle menjadi semakin besar dan flapper menekan nozzle dengan gaya yang lebih kecil sehingga sinyal tekanan keluaran semakin kecil.



Gambar 2.24

CURRENT TO PRESSURE TRANSDUCER GT68

A. INSTALASI ELEKTRIK

Hubungan secara elektris dilakukan melalui konduktor penghubung 1/2 NPSM pada sisi kotak transduser. Memiliki 2 terminal, yaitu terminal no 1 (ditandai dengan nomer) terminal ground dan terminal no 2 adalah terminal positifnya. Pada pemakaiannya tidak diperbolehkan terbalik. Memiliki range sinyal input yang diperbolehkan sebesar 4-20 miliampere. Sinyal arus 4 miliampere sebagai 0 % masukan dan 20 miliampere sebagai 100% masukan. Impedansi total nominal masukan pada terminal no 1 dan terminal no 2 sebesar 154.4 ohm. Resistansi coil berkisar antar 145-155 ohm. Sensitivitas 0.2 detik/Volt.

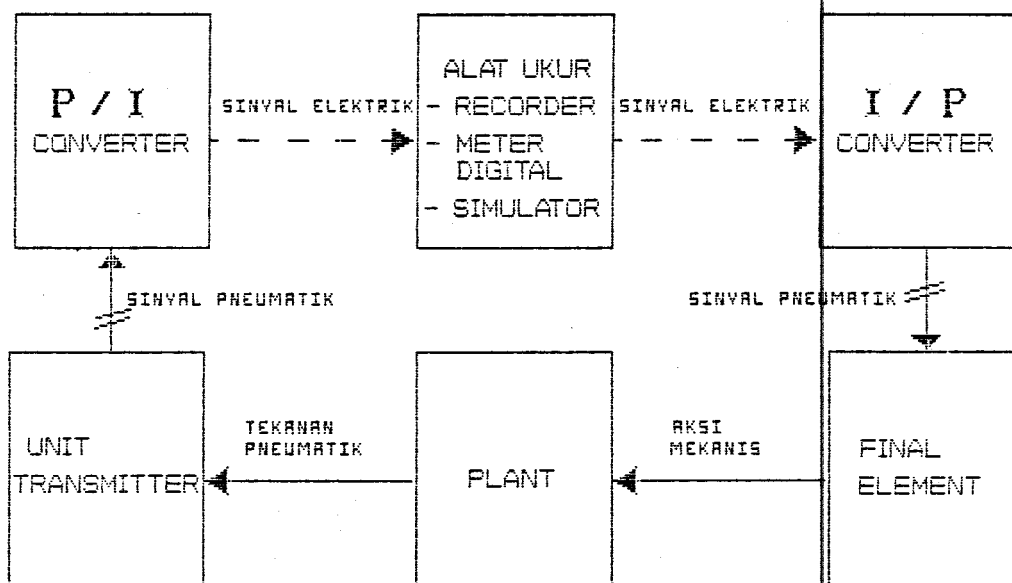
B. INSTALASI PNEUMATIK

Saluran supply tekanan udara dipakai inlet NPT 1/4 inchi. Tekanan supplay harus terfilter bersih dan besarnya maksimum 25 psi. Untuk mencegah kontaminasi pada bagian dalam pada transducer dipakai packing model GFH60XTKEG1C (model filter regulator). Saluran keluaran berupa NPT1/4 inchi untuk mengeluarkan sinyal pneumatik proporsional terhadap sinyal dc miliampere. Pipa output minimum yang diperlukan adalah 3/8 inchi untuk tabung tau 1/4 inchi untuk pipanya.

2. 8. 3. PNEUMATIC TO CURRENT CONVERTER MODEL 5553-4

Pneumatic to Current (P/I) Converter merupakan elemen transmitter yang berfungsi untuk merubah sinyal tekanan pneumatik menjadi sinyal elektrik yang berupa arus dc. Dan sinyal ini akan dimanfaatkan untuk proses transmisi, pengukuran secara elektronik.

Secara garis besar desain sistem yang melibatkan sistem pneumatik dan sistem elektrik, seperti blok diagram gambar 2.25.



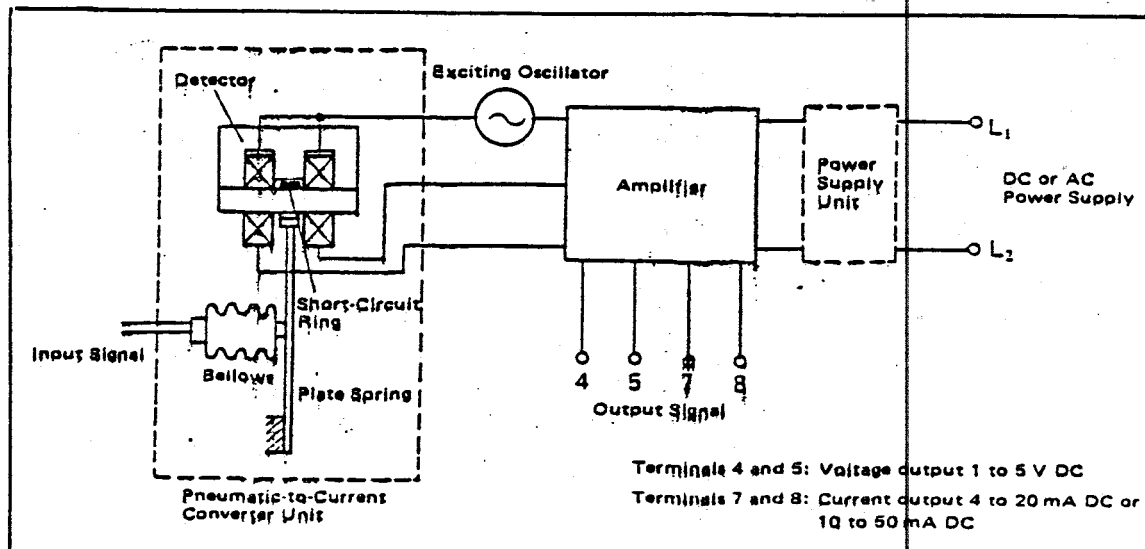
Gambar 2.25

BLOK DIAGRAM KOMBINASI SISTEM PNEUMATIK

DAN SISTEM ELEKTRIK

Model 5553-4 Pneumatic to Current Converter
Conoflow Regulators & Controls, Division of ITT Grinnel

Valve Co. Inc. Santa Georgia, USA, merupakan salah satu jenis P/I Converter. Gambar 2.26 memperlihatkan bagian-bagian dari P/I Converter Model 5553-4.



Gambar 2.26

PRESSURE TO CURRENT CONVERTER MODEL 5553-4

Dan prinsip kerja dari P/I Converter Model 5553-4 sebagai berikut :

Suatu sinyal input masuk bellows penerima untuk menghasilkan gaya sinyal yang sesuai, yang diimbangi dengan sebuah gaya yang dihasilkan oleh pergerakan batang plat. Bagian atas dari ujung batang plat adalah sebuah cincin terangkai pendek dari tembaga (Copper Short-Circuit Ring), yang terinduksi bilamana bergerak dan menyebabkan perbedaan induktansi dalam coil pada kedua sisi detektor.

Suatu arus yang berubah-ubah dihasilkan oleh perubahan dalam induktansi itu kemudian dikuatkan oleh amplifier dan mengalir menuju beban eksternal. Titik nol disetel oleh amplifier dc sementara span penunjukan dibuat oleh perubahan tegangan output pada osilator keluaran untuk detektor.

Dengan sinyal tekanan masukan yang lebih besar akan menyebabkan simpangan dari flapper, dimana terdapat copper short-circuit ring, lebih besar. Ini akan meningkatkan besarnya induksi yang terjadi sehingga akan meningkatkan sinyal arus keluaran dari P/I Converter.

A. INSTALASI ELEKTRIK

Sinyal keluaran adalah 4-20 miliampere arus dc atau 1-5 Volt tegangan dc dengan maksimum resistansi sebesar 500 ohm.

Power supply ada dua macam, yaitu standard 100 Volt atau 220 Volt dan keduanya dapat AC dan DC. Dengan rincian sebagai berikut :

Standard 100 V : DC dengan tegangan 20-130 Volt.

AC (47-63 Hz) tegangan 80-138 Volt.

Standard 220 V : DC dengan tegangan 120-240 Volt.

AC (47-63 Hz) tegangan 138-264 Volt.

Accuracy : kurang lebih 0.25 %. Tahanan isolasi antara terminal keluaran dan ground : 20 Megaohm pada

tegangan sebesar 500 Volt. Kekuatan elektrik antara terminal keluaran dan ground : 500 Volt dalam waktu 1 menit. Sensitivitas yang dimiliki sekitar 0.1 detik/psi.

B. INSTALASI PNEUMATIK

Penghubung sinyal masukan menggunakan pipa JIS PT1/4 atau 1/4 NPT. Sinyal tekanan pneumatik masukan memiliki range : 0.2-1.0 kg/cm², 20-100 kPa atau 3-15 psi.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT KERAS

Perencanaan dan pembuatan perangkat keras peralatan simulasi tekanan pneumatik ke arus dan arus ke tekanan pneumatik ini dibagi atas 3 modul dan terdiri dari 5 blok sub sistem. Tiga modul itu adalah : modul interface, modul input analog dan modul peraga. Sedang 5 blok sub sistem yang ada itu sebagai berikut:

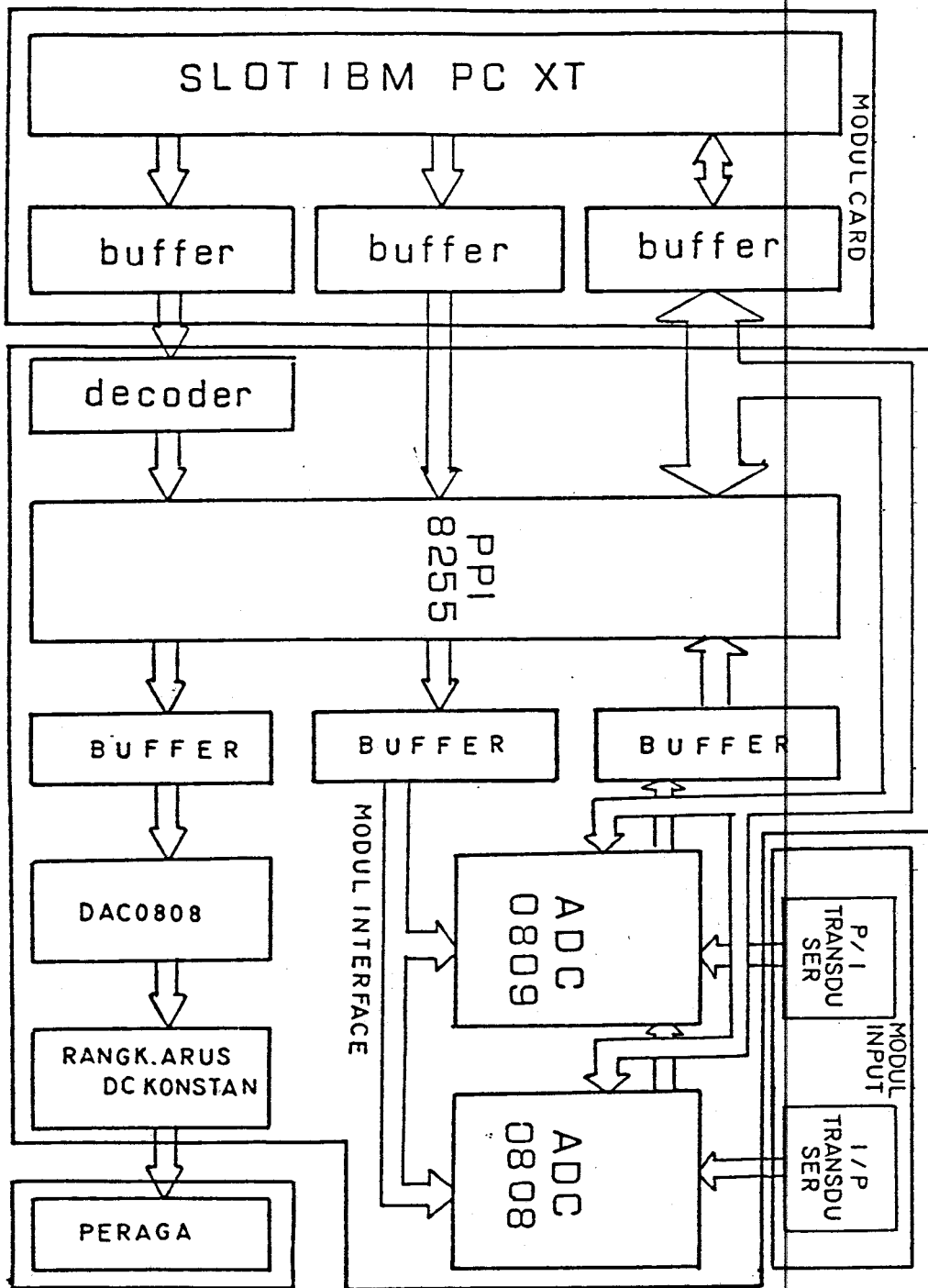
1. Blok sub sistem interface, berisi rangkaian yang berfungsi sebagai perantara antara komputer IBM PC-XT sebagai unit pengolah data dan peraga dengan unit rangkaian digital sebagai pengolah sinyal analog yang akan diproses oleh CPU. Dan dilakukan dengan perantara slot ekspansi.
2. Blok sub sistem perubah data, berisi rangkaian ADC yang berfungsi merubah sinyal analog menjadi sinyal digital dan rangkaian DAC yang merubah kembali sinyal digital yang telah diolah menjadi sinyal analog proporsional.
3. Blok sub sistem input analog, berisi rangkaian analog yang karakteristik outputnya dibuat sedemikian sehingga dapat menyamai karakteristik output transduser dan berfungsi sebagai pengganti

transduser tekanan pneumatik ke tegangan (P/E) dan transduser arus ke tekanan pneumatik (I/P).

4. Blok sub sistem output arus dc konstan , berisi rangkaian penghasil sumber arus dc konstan dan berfungsi sebagai pengkonversi data menjadi arus dc konstan yang proporsional terhadap tekanan pneumatik yang masuk pada peralatan.
5. Blok sub sistem peraga pada Modul peraga, berupa miliamperemeter untuk mengukur besar arus yang dikeluarkan peralatan dan voltmeter untuk menggambarkan perubahan tekanan pneumatik akibat input berupa arus pada peralatan.

Blok diagram perangkat keras dari peralatan yang direncanakan dan dibuat dapat dilihat pada gambar 3.1.

Karena peralatan ini dirancang sebagai simulator maka dipakailah input elektronik sebagai pengganti transduser tekanan pneumatik ke arus (P/I) dan pengganti transduser arus ke tekanan pneumatik (I/P). Sinyal analog yang dihasilkan oleh rangkaian elektronik pengganti dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki kesamaan dengan karakteristik output dari transduser. Dalam hal ini transduser yang digantikan adalah P/I Converter Model 5553-4 dan I/P Transducer Seri GT68 yang semuanya buatan Conoflow Regulator and Controls, Santa Georgia, USA.



Gambar 3. 1

BLOK DIAGRAM PERANGKAT KERAS

Bila salah satu unit input analog menghasilkan sinyal analog proporsional (dalam sistem pneumatik disebut sinyal elektrik) akan dirubah oleh blok sub pengubah data dalam hal ini rangkaian ADC menjadi sinyal digital yang bersesuaian. Selanjutnya sinyal digital yang diambil oleh ADC disebut data.

Dengan menggunakan PPI 8255, Decoder, Slot IBM PC akan dapat dilakukan pembacaan data oleh ADC dan pengiriman data melalui bus data dari dan ke CPU IBM PC-XT. Data dari sinyal digital itu akan diproses, dimanipulasi secara software yang selanjutnya dapat ditampakkan pada monitor berupa hasil simulasi P/I atau I/P.

Dengan menggunakan modul interface ini pula dapat dioutputkan data menuju DAC yang selanjutnya dipakai untuk mendrive rangkaian penghasil arus dc konstan yang proporsional dengan input analog yang masuk. Dan selanjutnya untuk mengetahui secara fisik hubungan input output peralatan dipasang modul peraga yang berupa miliamperemeter untuk arus dan voltmeter untuk tekanan pneumatik.

Rangkaian decoder dipakai untuk mengatur lintas data dan mengatur pengaktifan chip. Sedang untuk memperkuat dan menyangga sinyal-sinyal dipakailah buffer-buffer.

3. 1. MODUL INTERFACE

3. 1. 1. PEMAKAIAN SLOT EKSPANSI IBM PC-XT

Seperti telah dikemukakan dalam teori penunjang bahwa dalam membuat sistem board pada unit I/O memakai slot yang perlu diperhatikan adalah :

- Mengetahui alamat I/O yang belum terpakai dan dapat menentukan alamat I/O sistem board yang akan dibuat dengan pertimbangan kemudahan dan kesederhanaan rangkaian decodernya.
- Mengetahui fungsi pin-pin pada slot dan dapat menggunakan pin-pin pada slot itu sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya.

Berdasarkan dua hal di atas maka dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir ini tidak semua pin-pin tersebut digunakan, melainkan hanya beberapa pin saja dan akan dijelaskan sebagai berikut :

1. A0 - A9. Jalur ini dipakai sebagai alamat peralatan I/O yang dibuat dan akan didecodekan sesuai dengan alamat yang ditentukan, yaitu : 03C0H - 03C3H.
2. D0 - D7. Merupakan bit data 0 sampai dengan 7 yang oleh CPU, memori dan peralatan I/O dipakai sebagai bus data. D0 merupakan LSB, sedang D7 merupakan MSB.
3. AEN (Address Enable). Jalur ini dipakai untuk menghentikan kontrol CPU maupun peralatan yang lain terhadap I/O channel, sehingga memungkinkan transfer

DMA. Jalur ini aktif '1', pengontrolan DMA telah mengambil alih kontrol atas bus alamat, bus data, serta jalur perintah pembacaan atau penulisan ($\overline{\text{IOR}}$, $\overline{\text{IOW}}$, $\overline{\text{MEMR}}$, $\overline{\text{MEMW}}$).

4. $\overline{\text{IOR}}$ (I/O Read Command). Jalur ini dipakai sebagai penghasil sinyal perintah membaca data yang terdapat pada bus data. Jalur ini aktif '0'.
5. $\overline{\text{IOW}}$ (I/O Write Command). Jalur ini dipakai sebagai penghasil sinyal perintah agar peralatan I/O menempatkan data pada bus data. Jalur ini aktif '0'.
6. RESET DRV (Reset Drive). Jalur ini dipakai untuk mereset atau menginisialisasi kembali sistem pada saat power-up. Jalur ini aktif '1'.
7. Jalur Tegangan DC. Jalur ini dipakai untuk menghasilkan tegangan +5 V dan 0 V (ground) sebagai power supply dari sistem I/O board yang dibuat.

3. 1. 2. RANGKAIAN BUFFER

Buffer yang digunakan di sini adalah tristate buffer, yaitu IC 74LS245. Buffer ini digunakan untuk mematikan (memfloatkan) bus data dari peralatan, kecuali pada saat memasukkan data dari atau mengeluarkan data ke peralatan.

Sedang buffer alamat yang dipasang pada jalur alamat dan jalur kontrol dipakai sebagai pengaman bagi

CPU agar bila terjadi kerusakan pada peralatan tidak menyebabkan kerusakan pada buffer dari CPU IBM-PC. Disamping itu untuk menambah arus driver agar dimungkinkan pemakaian kabel yang relatif panjang.

Untuk buffer yang terletak antara PPI 8255 dengan ADC dan DAC dipakai sebagai alternatif pengembangan dari peralatan, sebab direncanakan peralatan yang dibuat dapat dikembangkan hingga beberapa channel.

Rangkaian buffer direncanakan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2.

Berdasarkan tabel Kebenaran 74LS245 yang ditunjukkan tabel 3.1, rangkaian ini bekerja sebagai berikut :

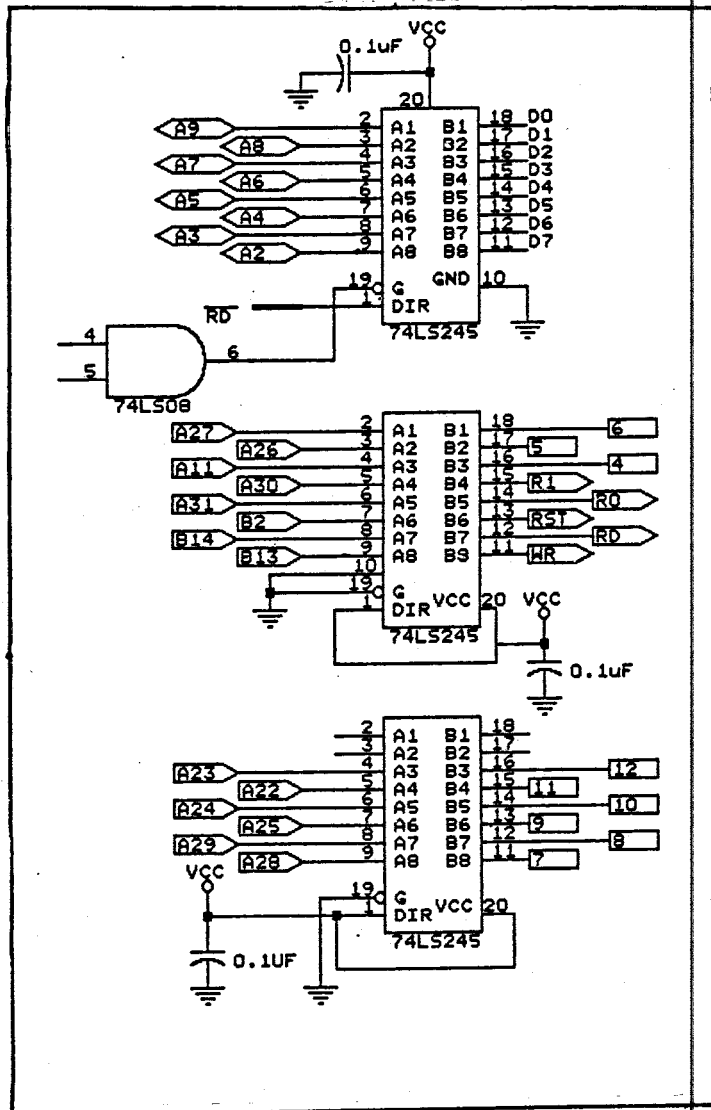
TABEL 3.1 : TABEL KEBENARAN IC 74LS245

\bar{E}	DIR	OPERASI
L	L	DATA B KE BUS A
L	H	DATA A KE BUS B
H	X	HIGH IMPEDANCE

Bila \bar{IOR} keadaan logik '0' dan salah satu output decoder logik '0' maka data B dibuffer ke A dalam operasi I/O read. Jika IOR dalam keadaan logik '1' dan salah satu output decoder berlogik '0' maka data A dibuffer ke B dalam operasi I/O write.

Pengaktifan \bar{E} buffer data diatur oleh IC decoder

74LS139 untuk membedakan asal data yang berada di data bus apakah berasal dari ADC1, ADC2, atau dari PPI.



Gambar 3.2

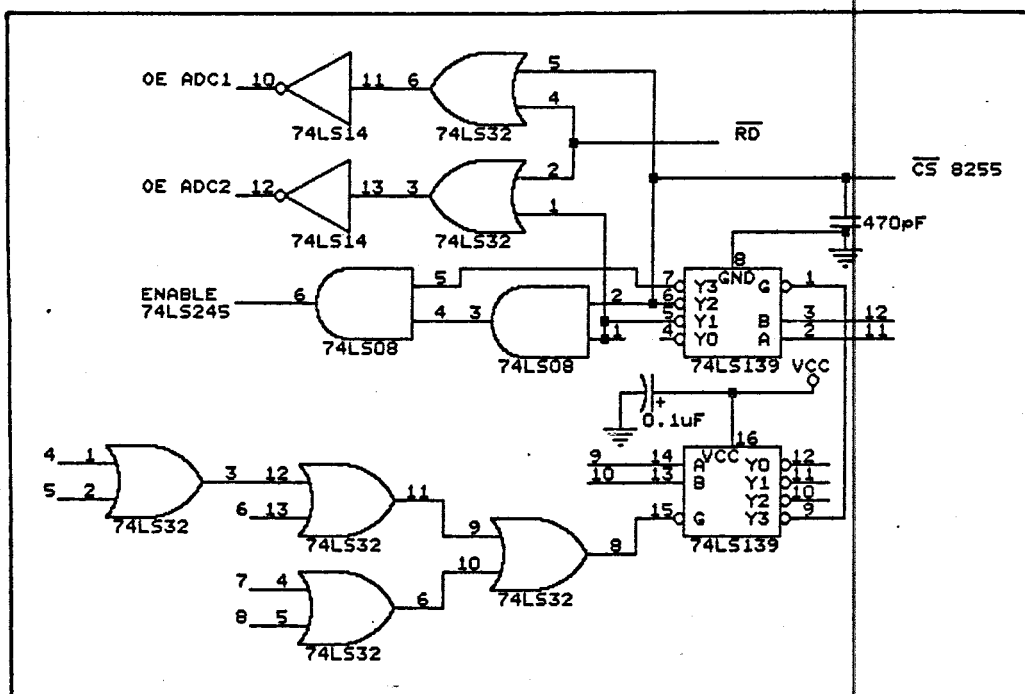
RANGKAIAN BUFFER

3. 1. 3. DECODER

Dalam IBM PC peralatan penunjang dan I/O adapter dikontrol oleh mikroprosesor 8088 dengan menggunakan

instruksi 'IN' dan 'OUT' pada port I/O. Untuk itu I/O diberi alamat port sesuai dengan besarnya alamat port I/O yang disediakan. Data dapat dibaca dari bus data dengan instruksi IN dan data yang dikirim lewat port ke bus data dengan instruksi OUT.

Untuk memberi alamat pada peralatan I/O yang dibuat ditentukan memiliki alamat 03C0H-03C3H. Dan dipakai IC 74LS139 sebagai decodernya. Gambar 3.3 menunjukkan rangkaian decoder yang direncanakan.



Gambar 3.3

RANGKAIAN DECODER

A0 dan A1 dari CPU langsung dihubungkan dengan A0 dan A1 dari chip PPI 8255 dan berfungsi untuk menunjuk ke

salah satu dari 4 register yang dimiliki oleh PPI 8255. Sedangkan untuk menunjuk chip mana yang dipilih dipakai decoder seperti gambar di atas.

Operasi decoder pada saat AEN berlogik '0' seperti ditunjukkan pada tabel 3.2. Pada saat dikirim alamat 03C0H-03C3H pada decoder maka menunjukkan pembacaan pada bus data yang dikirim oleh PPI 8255 dan selanjutnya data itu dibuffer oleh IC 74LS245 menuju bus data CPU. Pada saat dikirim alamat 01C0H-01C3H pada decoder maka pembacaan data pada bus data yang dikirim oleh ADC1 dilakukan dan selanjutnya dibuffer oleh IC 74LS245 menuju bus data CPU. Pada saat dikirim alamat 02C0H - 02C3H pada decoder maka pembacaan data pada bus data yang dikirim oleh ADC2 dilakukan dan selanjutnya dibuffer oleh IC 74LS245 menuju bus data dari CPU.

Agar data dari ADC1 dan ADC2 tidak bersamaan masuk ke data bus maka dilakukan penguncian output data dari ADC1 dan ADC2 dengan me-non aktif-kan output enable (OE) ADC1 dan ADC2. Jadi pada saat PPI 8255 aktif maka ADC1 dan ADC2 tidak aktif. Begitu pula bila ADC1 aktif maka ADC2 dan PPI 8255 harus dalam keadaan tidak aktif.

Tabel 3.2 memperlihatkan keadaan logik operasi dari decoder yang direncanakan pada saat AEN berlogik '0'.

TABEL 3.2 : OPERASI DECODER PADA SAAT AEN '0'

A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	ALAMAT PORT (HEXA)	YANG DI- AKTIFKAN
H	H	H	H	L	L	L	L	X	X	03C0-03C3	CS 8255 E 74LS245
L	H	H	H	L	L	L	L	X	X	01C0-01C3	OE ADC1 E 74LS245
H	L	H	H	L	L	L	L	X	X	02C0-02C3	OE ADC2 E 74LS245

3.1.4. PPI 8255

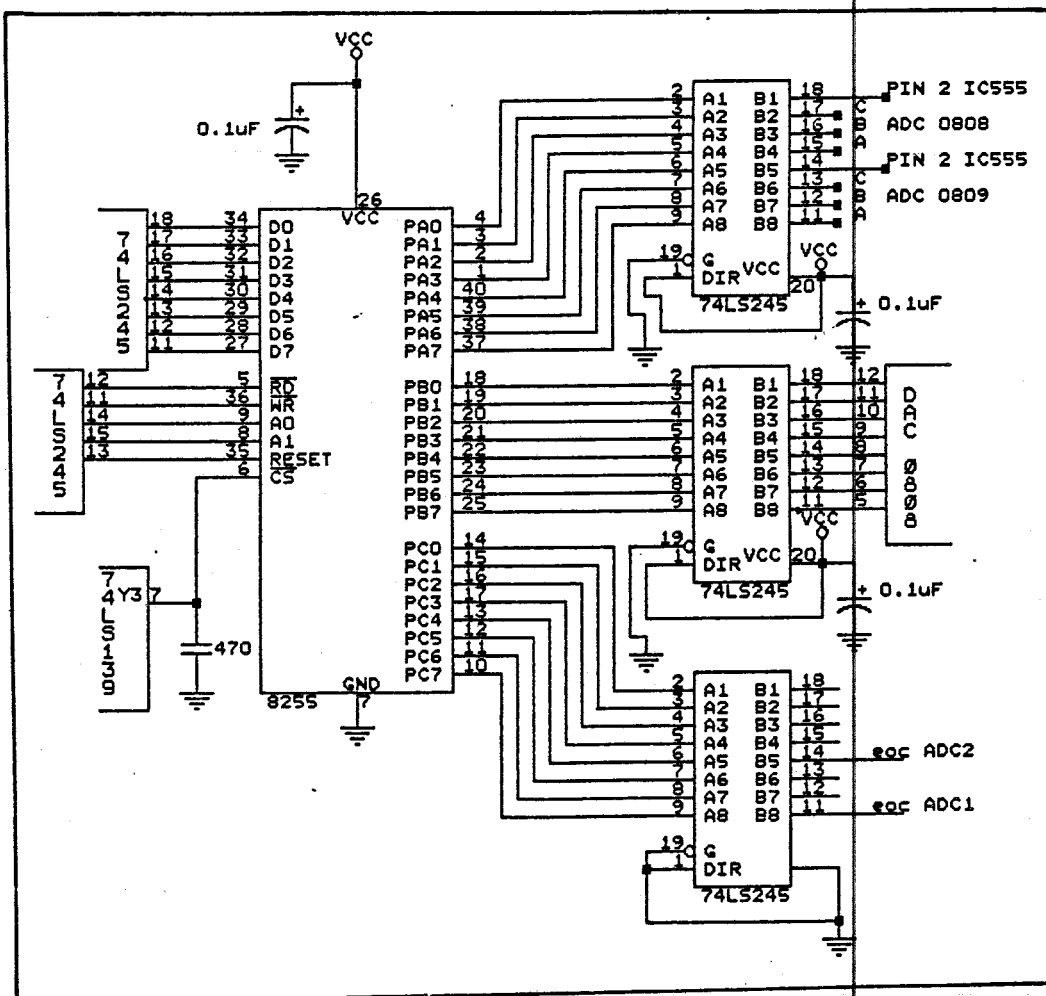
PPI 8255 pada peralatan ini memiliki alamat 03C0H - 03C3H beroperasi pada mode 0. Port A dan port B sebagai output sedang port C sebagai input. Sehingga PPI 8255 yang dipakai pada peralatan ini memiliki control word (CW) 89H.

Tabel 3.3 menunjukkan operasi 8255. Dengan operasi yang demikian port-port PPI 8255 masing-masing dipakai sebagai berikut :

- Port A : alamat port 03C0H, dipakai sebagai pemilih dari input multiplex dari ADC untuk menentukan channel input ADC yang dipilih. PA7-PA5 untuk ADC1 dan PA3-PA1 untuk ADC2. Sedang PA4 dan PA0 dipakai sebagai pengaktif sinyal START dan ALE ADC.
- Port B : alamat port 03C1H, berfungsi sebagai output dan dipakai sebagai pengirim data ke DAC

0808 setelah terlebih dahulu diadakan pembufferan.

- Port C : alamat port 03C2H, berfungsi sebagai input dan dipakai sebagai pendeteksi sinyal end of conversion (EOC) dari kedua ADC. PC7 sebagai pendeteksi sinyal EOC dari ADC1 dan PC4 sebagai pendeteksi sinyal EOC dari ADC2.



Gambar 3. 4

RANGKAIAN PPI 8255

Rangkaian PPI 8255 selengkapnya ditunjukkan pada gambar 3.4.

TABEL 3.3 : OPERASI PPI 8255

A1	A0	\overline{RD}	\overline{WR}	\overline{CS}	PERPINDAHAN	OPERASI
0	0	0	1	0	PORT A KE BUS DATA	INPUT/ READ
0	1	0	1	0	PORT B KE BUS DATA	
1	0	0	1	0	PORT C KE BUS DATA	
0	0	1	0	0	BUS DATA KE PORT A	OUTPUT/ WRITE
0	1	1	0	0	BUS DATA KE PORT B	
1	0	1	0	0	BUS DATA KE PORT C	
X	X	X	X	1	BUS DATA	TRI-STATE
X	X	1	1	0	BUS DATA	TRI-STATE
1	1	0	1	0	KONDISI	ILLEGAL

3.2. BLOK SUB SISTEM PERUBAH DATA

3.2.1. ADC 0809 DAN ADC 0808

Untuk merubah sinyal input analog menjadi sinyal digital agar dapat dikirim menuju bus data dari CPU IBM PC. Digunakan dua ADC, yaitu ADC 0809 sebagai ADC1 dan ADC 0808 sebagai ADC2. ADC1 dipakai sebagai perubah data dari sinyal analog yang dihasilkan oleh rangkaian pengganti transduser I/P. Sedang ADC2 dipakai sebagai perubah data dari sinyal analog yang dihasilkan oleh rangkaian pengganti transduser P/I.

ADC 0809 dan ADC 0808 dipakai dengan pertimbangan bahwa perubahan sinyal analog yang dirubah tidak terlalu cepat sehingga dapat diharapkan kedua ADC

dapat merubah sinyal analog itu secara tepat. Disamping itu diinginkan peralatan ini dapat beroperasi dalam keadaan multi chanel. 8 chanel untuk tekanan pneumatik dan 8 chanel untuk arus. Tetapi untuk langkah awal peralatan ini dirancang memiliki 4 chanel tekanan dan 4 chanel arus.

Kerja ADC diatur melalui port A dan port C dari PPI, yaitu dengan mengirimkan data pada port A dan mendeteksi pin end of conversion (EOC) melalui port C untuk mengetahui apakah proses konversi telah selesai atau belum. Selanjutnya bila data telah berhasil dirubah maka dikirimlah alamat 01C0H - 01C3 pada decoder untuk memasukkan data hasil konversi ADC1 ke dalam bus data CPU atau mengirim alamat 02C0H - 02C3H pada decoder untuk memasukkan data hasil konversi ADC2 ke dalam bus data CPU.

Tabel 3.4 memperlihatkan kombinasi logic port A untuk memilih chanel-chanel ADC 0809 dan ADC 0808. Berdasarkan tabel 3.4 dapat dijelaskan cara beroperasi dari rangkaian ADC.

Untuk mengaktifkan ADC1 mula-mula dikirimlah data 10H lewat port A untuk mengaktifkan pin START dan ALE. Kemudian dikirimlah data 01H lewat port A untuk menghasilkan sinyal sehingga pin START dan ALE menjadi sinyal 'low' kembali, sesuai dengan diagram waktu dari

ADC 0809/0808. Pengiriman data seperti pada tabel 3.4 akan menentukan channel yang dipilih. Setelah itu bila input telah siap dirubah maka dimulailah proses konversi dengan memasukkan data penentu channel yang dipilih. Selanjutnya dideteksi pin EOC melalui port C untuk mengetahui selesai atau belumnya proses konversi. Bila pin EOC telah berlogic '1' menandakan proses konversi telah selesai.

Untuk memasukkan data hasil konversi dari ADC

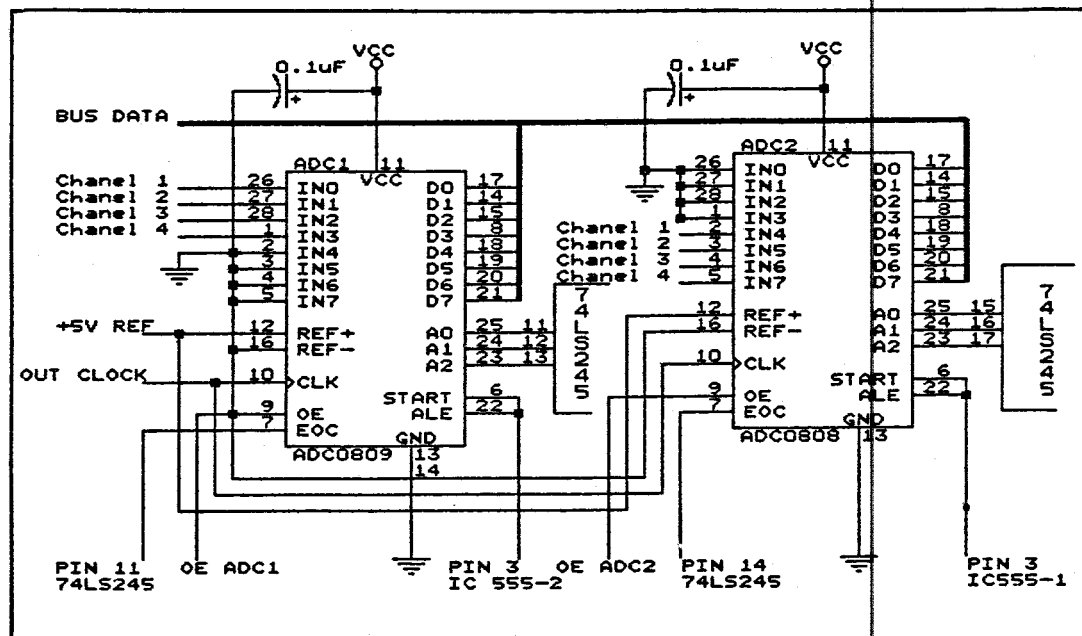
TABEL 3.4 : KOMBINASI LOGIC PORT A UNTUK MEMILIH CHANNEL-CHANNEL ADC 0809 DAN ADC 0808.

PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0	DATA HEXA	CHANNEL YG AKTIF
0	0	0	0	0	0	0	1	01	1 ADC1
0	0	1	0	0	0	0	1	20	2
0	1	0	0	0	0	0	1	41	3
0	1	1	0	0	0	0	1	61	4
1	0	0	0	0	0	0	1	81	5
1	0	1	0	0	0	0	1	A1	6
1	1	0	0	0	0	0	1	C1	7
1	1	1	0	0	0	0	1	E1	8
0	0	0	1	0	0	0	0	10	1 ADC2
0	0	0	1	0	0	1	0	12	2
0	0	0	1	0	1	0	0	14	3
0	0	0	1	0	1	1	0	16	4
0	0	0	1	1	0	0	0	18	5
0	0	0	1	1	0	1	0	1A	6
0	0	0	1	1	1	0	0	1C	7
0	0	0	1	1	1	1	0	1E	8

Ke dalam bus data CPU dikirimlah alamat 01C0H - 01C3H ke decoder untuk ADC1, sedang untuk ADC2 dikirimlah alamat 02C0H - 02C3H untuk ADC2.

Untuk peralatan yang direncanakan hanya dipakai masing-masing 4 chanel untuk ADC 0809, yaitu chanel multiplex IN_0 sampai dengan IN_3 dan 4 chanel untuk ADC 0808, yaitu chanel multiplex IN_4 sampai dengan IN_7 .

Gambar 3.5 menunjukkan rangkaian ADC 0809 dan ADC 0808. Kedua ADC ini mengambil tegangan referensi pada rangkaian referensi yang sama dan clock pada rangkaian yang sama pula. Jalur bus data dihubungkan pada buffer 74LS245 sebelum masuk ke bus data IBM PC-XT.



Gambar 3.5

RANGKAIAN ADC 0809 DAN ADC 0808

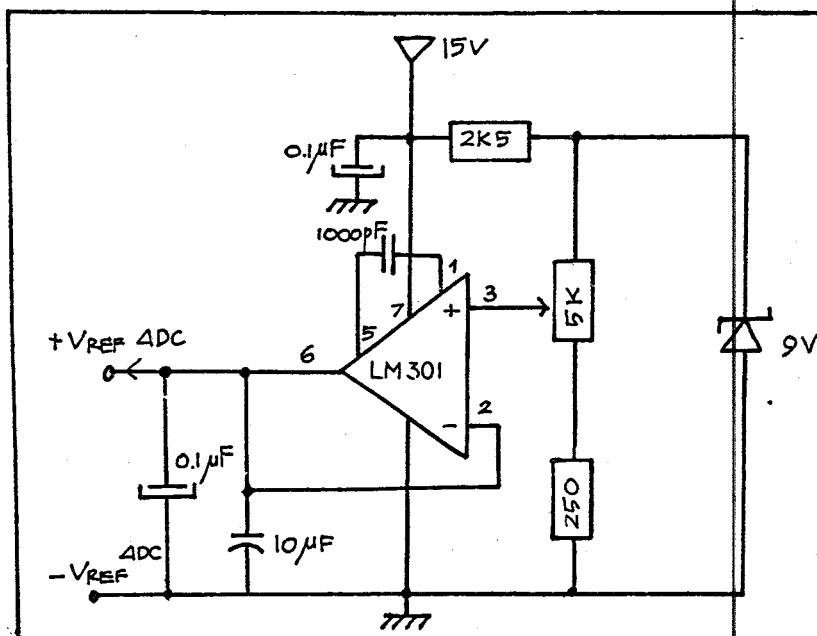
3.2.2. TEGANGAN REFERENSI

Kedua ADC bekerja pada tegangan antara 0.00 volt sampai dengan +5.00 volt. Untuk itu dibuatlah rangkaian tegangan yang relatif konstan. Tegangan referensi

dibuat dengan memanfaatkan voltage follower untuk memperoleh sumber tegangan yang relatif konstan dengan impedansi input kecil dan impedansi output yang besar sehingga tidak mudah dipengaruhi oleh perubahan beban.

Zenir dioda 6 volt dipakai untuk mendapatkan tegangan cut off-nya sehingga pada rangkaian pembagi tegangan terdapat tegangan yang relatif konstan terhadap perubahan power supply.

Untuk mendapatkan tegangan output +5.00 Volt terhadap ground dilakukan offset pada trimport 5.00 K. Sedang kapasitor yang terdapat pada pin output berfungsi untuk mengurangi tegangan ripple. Gambar 3.6 memperlihatkan rangkaian penghasil tegangan referensi.

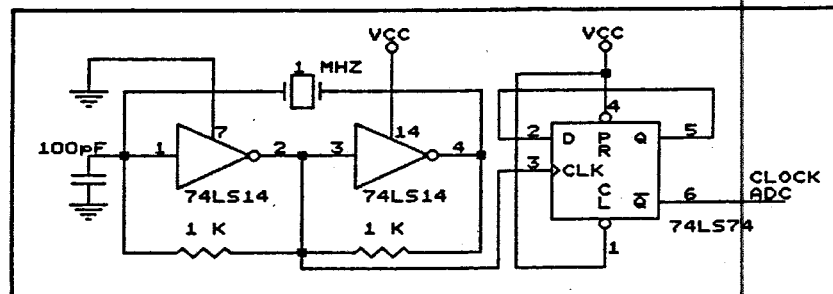


Gambar 3.6

RANGKAIAN REFERENSI ADC

3.2.3. RANGKAIAN CLOCK

Rangkaian clock dibentuk dari IC 74LS14 berupa inverter dan sebuah kristal sebesar 1 MHz. Perubahan sinyal high dan low yang ditimbulkan oleh kristal kemudian dibagi frekuensinya menjadi dua oleh sebuah D-Flip-flop dari IC 74LS74. Sehingga frekuensi yang dihasilkan menjadi sekitar 500 Hz. Frekuensi ini selanjutnya dipakai untuk mengclock ADC 0809 dan ADC 0808.



Gambar 3.7

RANGKAIAN CLOCK DARI ADC

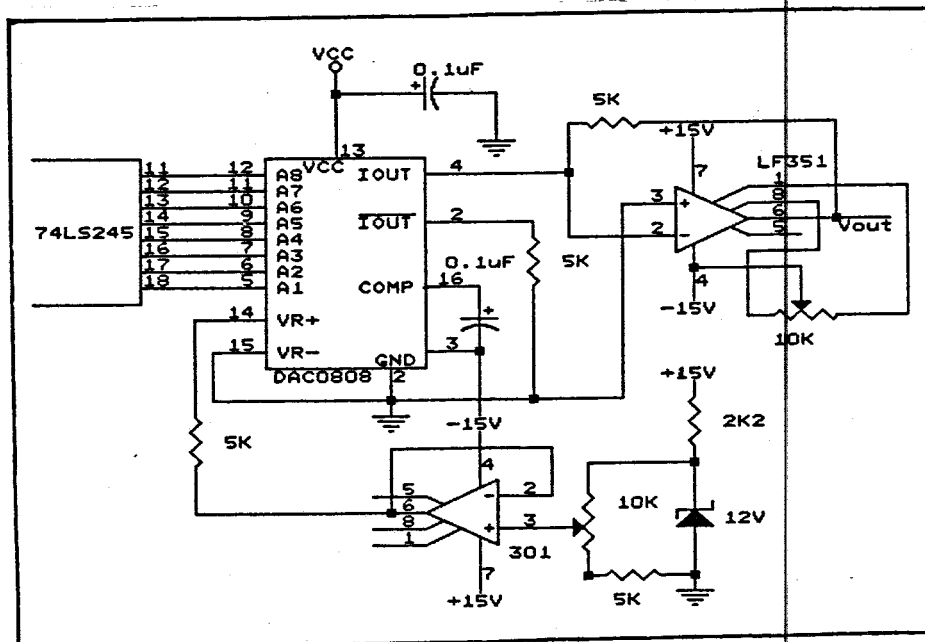
3.2.4. DAC 0808

Rangkaian sumber arus searah yang dapat diprogram didrive oleh arus keluaran dari DAC 0808 yang sebelumnya dirubah menjadi tegangan oleh rangkaian perubah arus ke tegangan.

DAC 0808 ini diberi tegangan referensi +5 volt terhadap ground sehingga diharapkan pada saat data yang masuk DAC 0808 sama dengan FFH akan didapat tegangan keluaran sebesar 5 volt yang bila dipakai

mendrive dua rangkaian sumber arus searah dc konstan akan menghasilkan arus maksimum 20 mA. Arus ini nantinya akan diukur dengan miliampere meter sebagai sarana peraga arus, sedang tegangan akan diukur dengan voltmeter sebagai sarana peraga bagi perubahan tekanan pneumatik.

Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian DAC 0808 beserta rangkaian pengubah arus ke tegangan. Untuk mengkompensasi penambahan tegangan akibat tegangan offset Op-Amp dipasang trimpot 5 k Ω untuk mengoffsetnya.



Gambar 3.8

RANGKAIAN DAC 0808 BESERTA RANGKAIAN REFERENSI

3.3. BLOK SUB SISTEM INPUT ANALOG

Modul input analog berisi rangkaian analog yang dipakai untuk menggantikan transduser tekanan pneumatik ke tegangan dan transduser arus ke tekanan yang akan dipakai sebagai input simulator. Adapun transduser yang digantikan adalah P/I Converter Model 5553-4 untuk menghasilkan input simulator berupa tegangan antara 1 sampai dengan 5.00 volt. Ini dipakai sebagai input simulator pada kondisi simulasi tekanan pneumatik ke arus dc konstan. I/P Transduser Type GT68 untuk menghasilkan input simulator berupa arus 4.00 sampai dengan 20.00 mA dan ini dipakai sebagai input simulator pada kondisi simulasi arus ke tekanan pneumatik.

Seperti telah dijelaskan pada bab 2 tentang teori penunjang perihal sistem pneumatik bahwa ada hubungan yang proporsional menurut persamaan linier antara tekanan pneumatik, tegangan dc dan arus dc. Hubungan itu dapat dirumuskan sebagai berikut :

Jika tekanan pneumatik 3 psi akan didapat tegangan keluaran pada P/I Converter sebesar 1.00 volt, atau berupa keluaran arus sebesar 4.00 mA.

Jika tekanan pneumatik 15 psi akan didapat tegangan keluaran pada P/I Converter sebesar 5.00 volt, atau berupa keluaran arus sebesar 20.00 mA.

Keadaan ini berlaku bila tahanan beban antara 0 - 500 Ω .

Dari rumusan di atas dapat ditentukan persamaan hubungan tegangan atau arus terhadap tekanan pneumatik sebagai berikut :

$$E = \frac{4}{12} \times P \quad ; \quad I = \frac{16}{12} \times P$$

dimana : E : tegangan dc dalam Volt.

P : tekanan pneumatik dalam Psi.

I : arus dc dalam miliampere.

Sedang untuk di daerah non linier, yaitu pada tekanan pneumatik sebesar 0 psi hingga lebih kecil dari 3.00 psi arus yang dikeluarkan akan mendekati fungsi kwadratik sebagai berikut :

$$I (P) = 0.1778 P^2 + 0.1999 P + 1.85$$

dimana,

I : Arus yang dikeluarkan P/I Transduser

P : Tekanan yang masuk ke P/I Transduser

Sedang pada daerah non linier antara tekanan lebih besar dari 15 psi hingga 16 psi arus yang dikeluarkan akan mengikuti fungsi kwadratik sebagai berikut :

$$I (P) = -0.007 P^2 + 2.235 P - 157.75$$

Sedang hubungan arus ke tekanan pneumatik dan tegangan didapat ketentuan sebagai berikut :

Jika arus dc sebesar 4.00 mA akan didapat keluaran transduser I/P berupa tekanan pneumatik sebesar 3 psi.

Jika arus dc sebesar 20.00 mA akan didapat keluaran transduser I/P berupa tekanan pneumatik sebesar 15 psi.

Keadaan ini berlaku jika tahanan beban antara 154.4 Ω .

Dari hubungan di atas dapat dituliskan hubungan antara besar tekanan pneumatik terhadap besar arus sebagai berikut :

$$P = \frac{12}{16} \times I$$

dimana : P : tekanan pneumatik dalam Psi.

I : arus dc dalam miliampere.

Sedang untuk daerah non linier, yaitu pada arus masukan sebesar 0.00 mA sampai kurang dari 4.00 mA akan mendekati fungsi kwadratik sebagai berikut :

$$P (I) = 0.06875 I^2 + 0.0125 I + 1.85$$

Sedang untuk daerah non linier, yaitu pada arus masukan sebesar lebih dari 20.00 mA hingga 21.00 mA akan mendekati fungsi kwadratik sebagai berikut :

$$P (I) = -0.00125 I^2 + 0.5525 I - 45.5$$

3.3.1. INPUT ANALOG PENGGANTI P/I CONVERTER

Pada sistem pneumatik untuk menyelenggarakan teknik pengukuran dan pengaturan sistem ditetapkan besar tekanan sinyal pneumatik berada pada kondisi minimum 3.0 psi dan maksimum 15.0 psi. Untuk sinyal elektrik arus kondisi minimum 4.00 mA dan kondisi maksimum 20.00 mA, sedang untuk sinyal elektrik tegangan ditetapkan kondisi minimum 1.00 volt dan maksimum 5.00 volt. Sedang daerah pengukuran efektif yang dipakai adalah 12.5 % lebih tinggi dari 3 psi atau sebesar 3.375 psi dan 12.5 % lebih rendah dari 15 psi atau sebesar 13.125 psi.

Pada sistem pneumatik tekanan 3 psi dianggap sebagai nilai terendah dari prosentase nilai pengukuran, artinya bila sinyal pneumatik itu dimanfaatkan untuk mengukur tinggi level cairan maka pada tekanan 3 psi tinggi level cairan adalah 0.00 % dari tinggi yang telah ditentukan. Sedang tekanan 15 psi dianggap sebagai nilai 100.00 % dari tinggi level cairan yang telah ditentukan pada sistem pneumatik tersebut. Sehingga dapat diterima bahwa kondisi operasi P/I Converter 5553-4 senantiasa berada pada tekanan 3.0 - 15.0 psi. Dan mempekerjakan P/I Converter 5553-4 pada tekanan dibawah 3.00 tidak akan ada gunanya dalam proses pengukuran, sedang di atas tekanan 15.0 psi akan

mengakibatkan kerusakan pada transduser.

Pada peralatan yang dibuat dalam tugas akhir ini dirancanglah sebuah rangkaian pengganti yang dapat menghasilkan keluaran menyamai karakteristik keluaran transduser, yaitu yang dapat menghasilkan tegangan 1.00 sampai dengan 5.00 volt relatif konstan terhadap tahanan beban sebesar 0 - 500 Ω . Dan rangkaian itu dapat dilihat pada gambar 3-8.

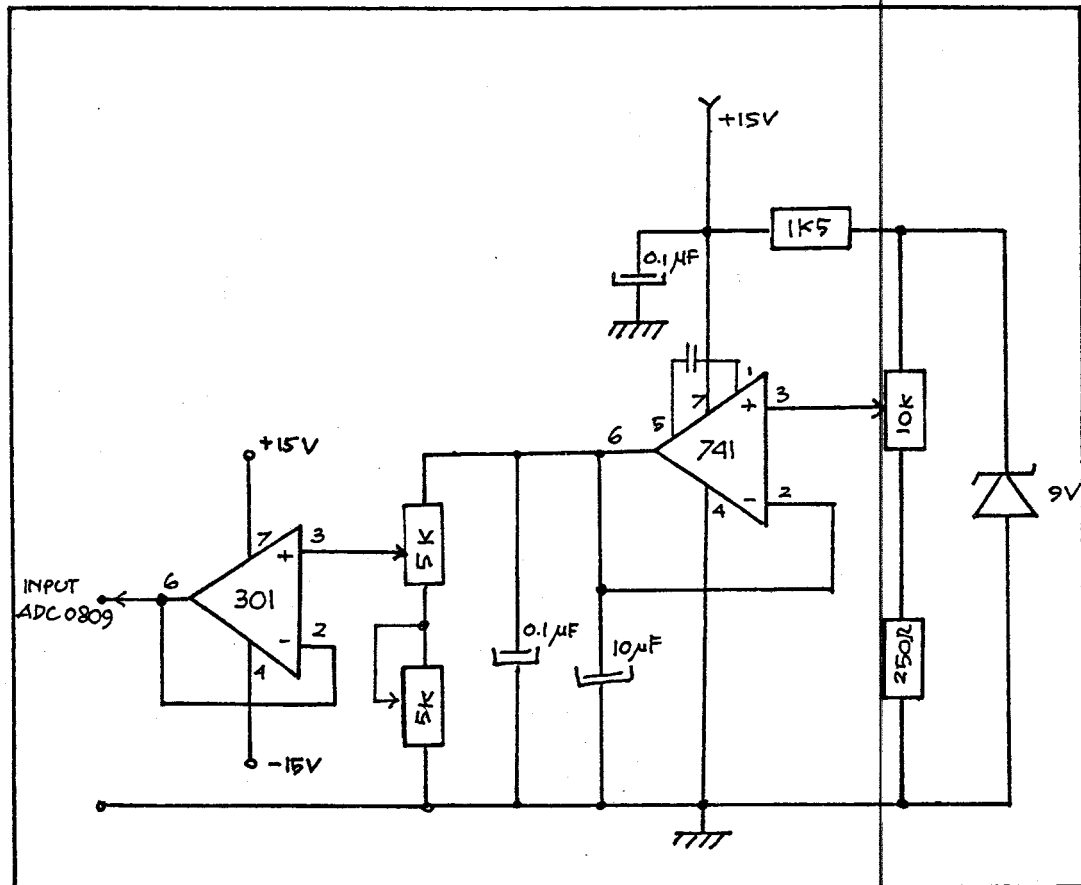
Untuk membuat rangkaian seperti kriteria di atas dipilihlah besar tahanan beban sebesar 250 Ω . Dengan memanfaatkan tegangan cut off dari zenir dioda 9 volt diperoleh tegangan yang relatif konstan terhadap perubahan tegangan supply. Tegangan cut off ini kemudian dibagi oleh sebuah tahanan 250 Ω dan trimpot 5.00 k Ω . Dan selanjutnya dengan mengeset trimpot akan dihasilkan tegangan 5.00 volt. Range tegangan yang dibuat dapat dihitung sebagai berikut :

Tegangan off-set minimum	= $0.25/5.25 \times 9$ Volt
	= 0.43 Volt.
Tegangan off-set maksimum	= Tegangan Cut-off
	= 9 Volt.

Agar tegangan itu menjadi suatu sumber tegangan dc konstan maka digunakan rangkaian Op-Amp voltage follower. Kemudian untuk menghilangkan tegangan ripple dipasanglah kapasitor tantalum 10 μF dan kapasitor

0.1 μ F.

Untuk menghasilkan tegangan antara 1.00 - 5.00 volt dipasanglah potensiometer high resolution 5.00 K Ω dan sebuah trimport 5.00 K Ω . Potensiometer high resolution ini dipakai sebagai perubah besar tegangan masukan pada simulator. Sedangkan untuk mengurangi efek pembebanan dipasanglah sebuah voltage follower untuk menurunkan impedansi outputnya.



Gambar 3-9

RANGKAIAN PENGGANTI P/I CONVERTER MODEL 5553-4

3.3.2. INPUT ANALOG PENGGANTI I/P TRANSDUSER

I/P Transduser seri GT68 pada pada prinsipnya mengubah arus dc yang masuk menjadi besaran sinyal tekanan pneumatik yang proporsional. Memiliki kondisi kerja yang diperkenankan dengan minimum arus 4.00 mA dan maksimum arus 20.00 mA. Memiliki impedansi input yang rendah dengan nilai nominal 154.4 Ω .

Pemberian arus di bawah 4.00 mA akan tidak ada gunanya pada proses pengukuran sedang pemberian arus melebihi 20.00 mA akan menyebabkan putusnya coil di dalam transdusernya dan ini akan menimbulkan kerusakan pada I/P Transduser.

Rangkaian pengganti I/P Transduser GT68 sebagai sinyal masukan analog dari simulator didesain rangkaian Op-Amp yang berfungsi sebagai sumber arus dc konstan yang terprogram, artinya besar arus keluarannya dapat dirubah-rubah dengan merubah besar tegangan masukannya. Sedang untuk menghasilkan tegangan masukan yang berubah dalam range 1.00 - 5.00 Volt (untuk mendapatkan arus keluaran sebesar 4.00 mA - 20.00 mA) dipakailah rangkaian Op-Amp penghasil tegangan konstan.

Dengan memanfaatkan tegangan cut off dari zenir dioda 12 volt diperoleh tegangan yang relatif konstan terhadap perubahan tegangan supply. Tegangan cut off ini kemudian dibagi oleh sebuah tahanan 500 Ω dan

trimport 5.00 k Ω . Dan selanjutnya dengan mengeset trimport akan dihasilkan tegangan 10.00 volt. Range tegangan yang dibuat dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan off-set minimum} &= 0.5/5.5 * 12 \text{ Volt} \\ &= 1.09 \text{ Volt.} \\ \text{Tegangan off-set maksimum} &= \text{Tegangan Cut-off} \\ &= 12 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Agar tegangan itu menjadi suatu sumber tegangan dc konstan maka digunakan rangkaian Op-Amp voltage follower. Kemudian untuk menghilangkan tegangan ripple dipasanglah kapasitor tantalum 10 μF dan kapasitor 0.1 μF .

Untuk menghasilkan tegangan antara 1.00 - 5.00 volt dipasanglah potensiometer high resolution 10.00 k Ω dan sebuah trimport 5.00 k Ω . Potensiometer high resolution ini dipakai sebagai perubah besar tegangan masukan pada simulator.

Sedangkan untuk menghasilkan suatu arus konstan sebesar 4.00 mA - 20.00 dipakai rangkaian penghasil Besar tahanan yang dipakai dihitung sebagai berikut :

$$R = V_{\text{max}}/I_{\text{max}} = 5.00/20 = 250 \Omega$$

Gambar 3.9 memperlihatkan rangkaian pengganti I/P Transduser GT68.

Agar besar arus dapat dibaca oleh ADC 0808 dilakukanlah perubahan arus ke tegangan dengan

memanfaatkan rangkaian Op-Amp yang berfungsi sebagai pengubah arus ke tegangan. Besar tahanan feedback yang dipergunakan dihitung sebagai berikut :

Arus keluaran maksimum sumber arus dc konstan (I) =
20.00 mA.

Tegangan maksimum ADC 0808 (V) = 5.00 Volt.

Tahanan feedback (R) = V/I
 $= 5.00/20.00 = 250 \Omega$.

Sedang untuk mengurangi efek input offset voltage dipasanglah trimpot 10 k Ω pada pin offsetnya.

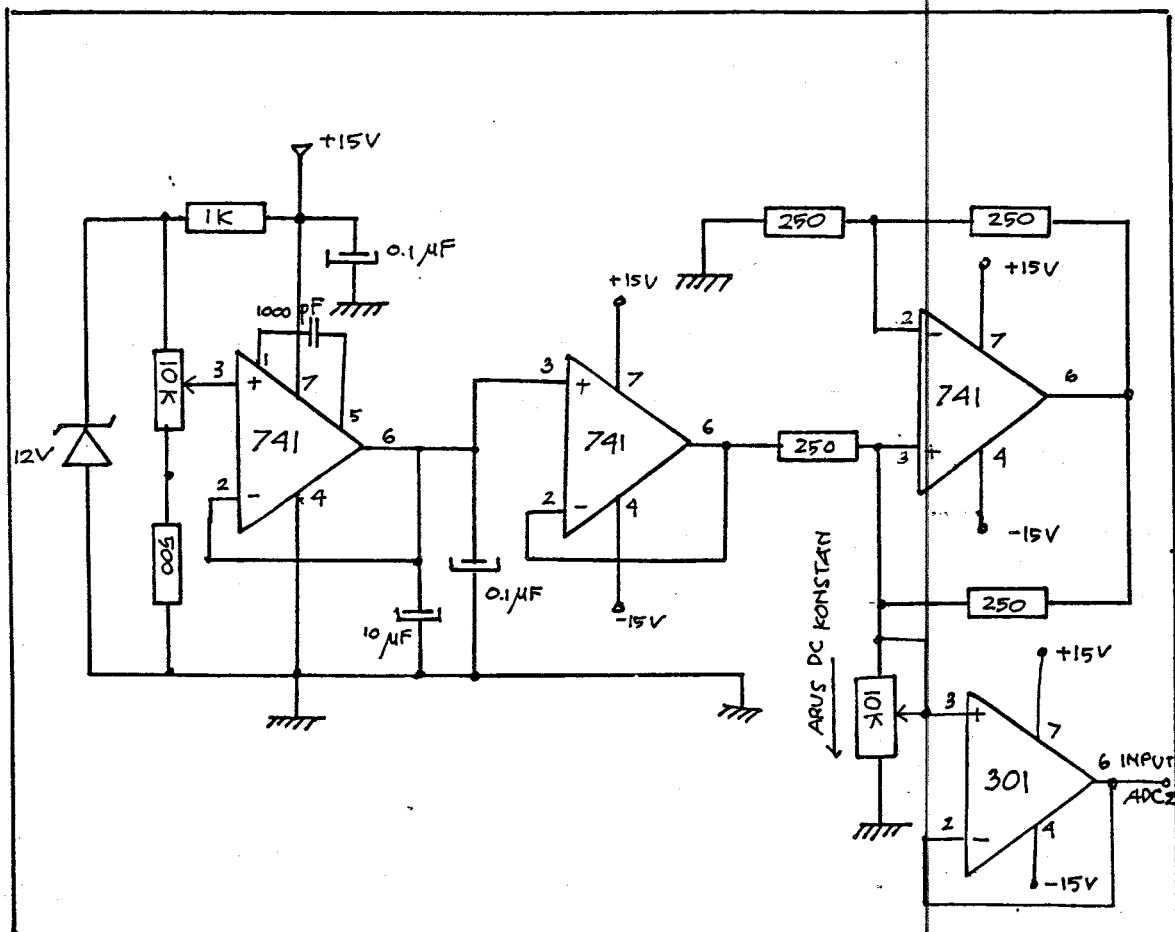
Sedang untuk mengurangi efek pembebanan maka dipasanglah sebuah buffer untuk menaikkan impedansi input dan menurunkan impedansi output. Sehingga ADC tidak terbebani rangkaian input analog pengganti I/P Transduser.

3. 4. BLOK SUB SISTEM OUTPUT ARUS DC KONSTAN

Peralatan ini didesain bukan hanya untuk membaca, mengukur besar tekanan dan arus yang masuk pada simulator melainkan juga didesain untuk menghasilkan keluaran berupa sinyal terkonversi yang proporsional terhadap besar sinyal masukannya. Karena itu dalam peralatan ini dilengkapi pula modul keluaran berupa sumber rangkaian arus dc konstan yang terprogram melalui masukan DAC 0808.

Dengan memberikan data terkonversi yang sesuai

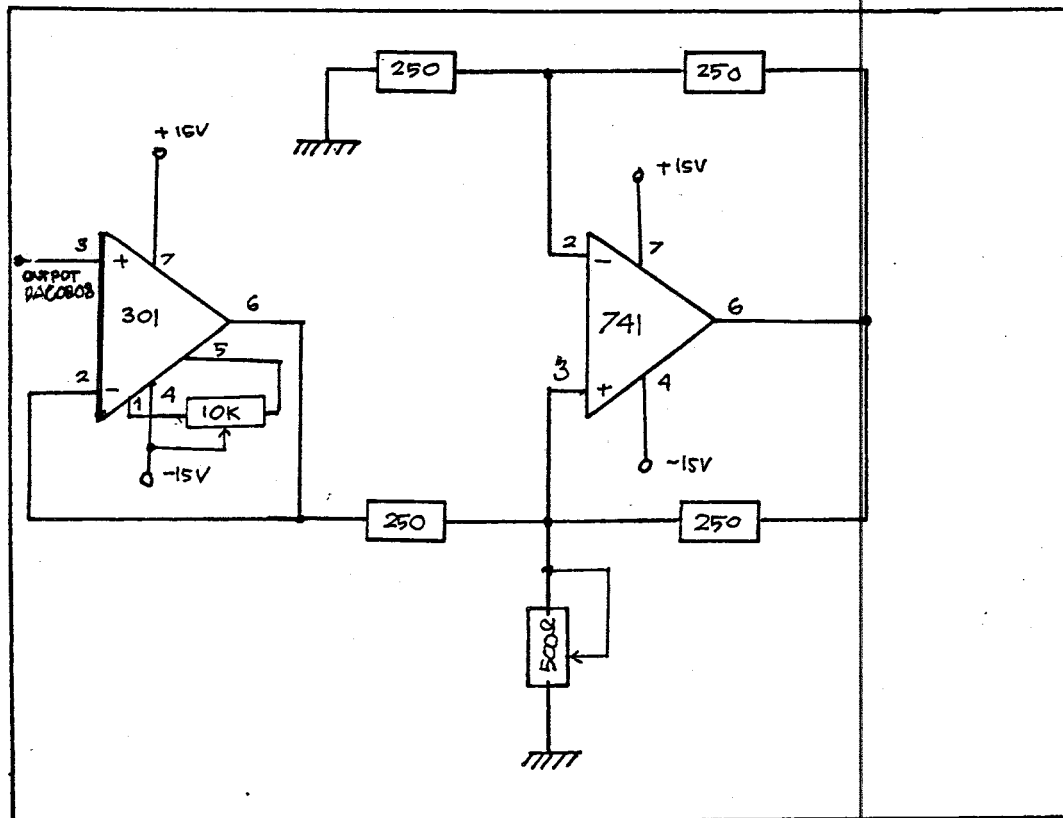
dengan besar masukan sinyal analog simulator akan didapat tegangan analog pada keluaran DAC 0808 yang kemudian tegangan sinyal analog itu dipakai untuk mendrive rangkaian arus searah dc konstan. Selanjutnya dari rangkaian itu dihasilkanlah arus dc konstan sebagai hasil konversi dari masukan yang berupa sinyal tekanan pneumatik.



Gambar 3. 10

RANGKAIAN PENGGANTI I/P TRANSDUSER GT68

Gambar 3.10 memperlihatkan penghasil arus dc konstan yang didrive dari keluaran DAC 0808. Sedangkan perhitungan untuk menentukan besar tahanan sama dengan point 3.3.2.



Gambar 3.11

SUB SISTEM PENGHASIL ARUS DC KONSTAN

3.5. MODUL PERAGA

Pada prinsipnya modul peraga dipakai untuk mendeteksi dan mengukur serta membuktikan apakah simulator telah menghasilkan proses konversi yang benar-benar proporsional. Disamping itu pula untuk

mengetahui hasil simulasi input-output secara hardware dengan mempertimbangkan kecepatan respons peralatan.

Karena peralatan ini masih bersifat "prototype" dan dititik beratkan pada mempelajari proses konversi tekanan pneumatik ke arus dan sebaliknya maka sebagai alat peraga dipakai alat ukur elektronik. Yaitu miliampere meter (mA) dipakai untuk peraga hasil konversi tekanan pneumatik ke arus, sedang voltmeter dipakai untuk peraga hasil konversi arus ke tekanan pneumatik. Sedang besar hubungan kesebandingan konversi data heksa decimal, besar tekanan, arus dan tegangan dirumuskan sebagai berikut :

$$V = 5.00 \text{ Volt}$$

$$\text{Data heksa decimal} = ff \text{ h}$$

$$V \text{ per bit data} = 5.00 / 255 = 0.019608 \text{ Volt}$$

$$I = 4 \times V \text{ Miliampere}$$

$$P = 3 \times V \text{ psi.}$$

BAB IV

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK

Peralatan Simulator Converter Tekanan Pneumatik ke Arus dan Arus ke Tekanan Pneumatik yang diinterfacekan ke IBM PC-XT disamping memerlukan perangkat keras juga memerlukan perangkat lunak. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengatur perangkat keras, memproses routine konversi sekaligus memeberikan tampilan hasil proses konversi ke monitor.

Perangkat lunak yang direncanakan menggunakan Turbo Pascal 5.5, produksi BORLAND INTERNATIONAL, INC. sebagai bahasa pemrograman. Turbo Pascal 5.5 dipilih karena memiliki kemampuan membuat program terstruktur. Bersifat interaktif, seperti interpreter saja layaknya dan dapat digunakan pada sistem operasi PC-DOS, MS-DOS, CPM-86 dan CP/M-80.

4.1. PEMROGRAMAN TERSTRUKTUR

Sebuah program yang besar dapat dibagi menjadi beberapa bagian program. Bagian-bagian program dapat dibagi-bagi lagi menjadi beberapa progam yang lebih kecil. Program-program kecil itu akan mengerjakan proses yang sangat spesifik. Dengan demikian untuk

memecahkan persoalan yang besar dengan program komputer dapat dipecah-pecah menjadi masalah-masalah yang lebih kecil dan mudah diselesaikan (top down design).

Salah satu sifat pemrograman terstruktur adalah menghindari penggunaan pernyataan GOTO. Percabangan tanpa syarat oleh pernyataan GOTO membuat program menjadi sulit dimengerti.

Pemrograman terstruktur memberi kemudahan dalam mengembangkan perangkat lunak di kemudian hari, dokumentasi dan troubleshooting. Ada enam struktur program standard dalam pemrograman terstruktur, yaitu : simple sequence, if-then-else, if-then, while-do-loop, repeat-until dan case. Masing-masing struktur hanya memiliki satu titik masuk dan satu titik keluar. Gambar 4-1 menunjukkan flowchart dan pseudocode dari masing-masing struktur. Program dari perangkat lunak yang direncanakan menggunakan struktur-struktur tersebut.

4.2. FLOWCHART DAN PSEUDOCODE PERANGKAT LUNAK

Flowchart adalah bentuk-bentuk grafik yang menggambarkan berbagai macam operasi dalam suatu program. Operasi tertentu digambarkan dengan simbol grafik tertentu pula. Gambar 4-2 menunjukkan flowchart dari perangkat lunak yang direncanakan.

Pseudocode adalah pernyataan seperti bahasa Inggris yang digunakan untuk dokumentasi program.

Pseudocode dari perangkat lunak yang direncanakan sebagai berikut :

Initialisasi PFI 8255

While tombol tidak ditekan do

Case Pilih menu of

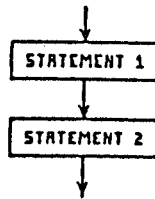
- 1 : Set Waktu, untuk mengetahui waktu pengamatan sekaligus mengukur waktu respons antara waktu pemasukan sinyal sampai waktu konversi.
- 2 : Simulasi secara perangkat lunak, untuk memberi informasi secara teoritis grafik hubungan antara tekanan pneumatik dengan arus dan tegangan.
- 3 : Simulasi P/I secara perangkat keras, melihat hasil konversi tekanan pneumatik ke arus dan tegangan hasil masukan perangkat keras pada monitor.
- 4 : Simulasi I/P secara perangkat keras, melihat hasil konversi arus ke tekanan pneumatik dan tegangan hasil masukan perangkat keras pada monitor.
- 5 : Keluar, untuk keluar dari sistem perangkat lunak menuju prompt DOS.

Perangkat lunak yang direncanakan memiliki lima buah menu utama, yaitu :

1. Set Waktu Pengamatan

Menu ini digunakan untuk menentukan waktu pengamatan, kecepatan proses konversi dan menunjukkan respons peralatan atas suatu masukan. Waktu pengamatan

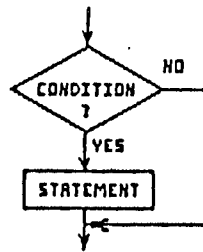
SIMPLE SEQUENCE FLOWCHART



PSEUDOCODE

STATEMENT[S]1
STATEMENT[S]2

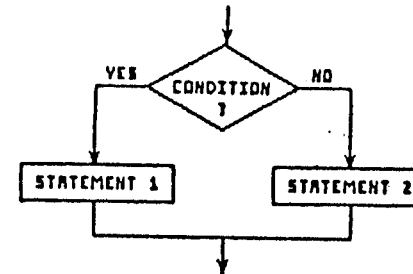
IF-THEN FLOWCHART



PSEUDOCODE

IF CONDITION THEN
STATEMENT[S]

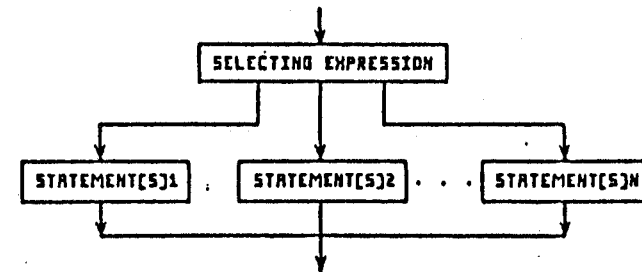
IF-THEN-ELSE FLOWCHART



PSEUDOCODE

IF CONDITION THEN
STATEMENT[S]1
ELSE
STATEMENT[S]2

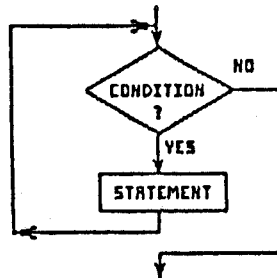
CASE FLOWCHART



PSEUDOCODE

CASE EXPRESSION
1: STATEMENT[S]1
2: STATEMENT[S]2
|
N: STATEMENT[S]N

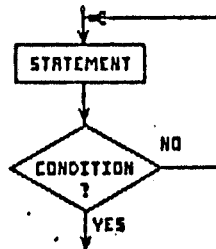
WHILE-DO LOOP FLOWCHART



PSEUDOCODE

WHILE CONDITION DO
STATEMENT[S]

REPEAT-UNTIL FLOWCHART

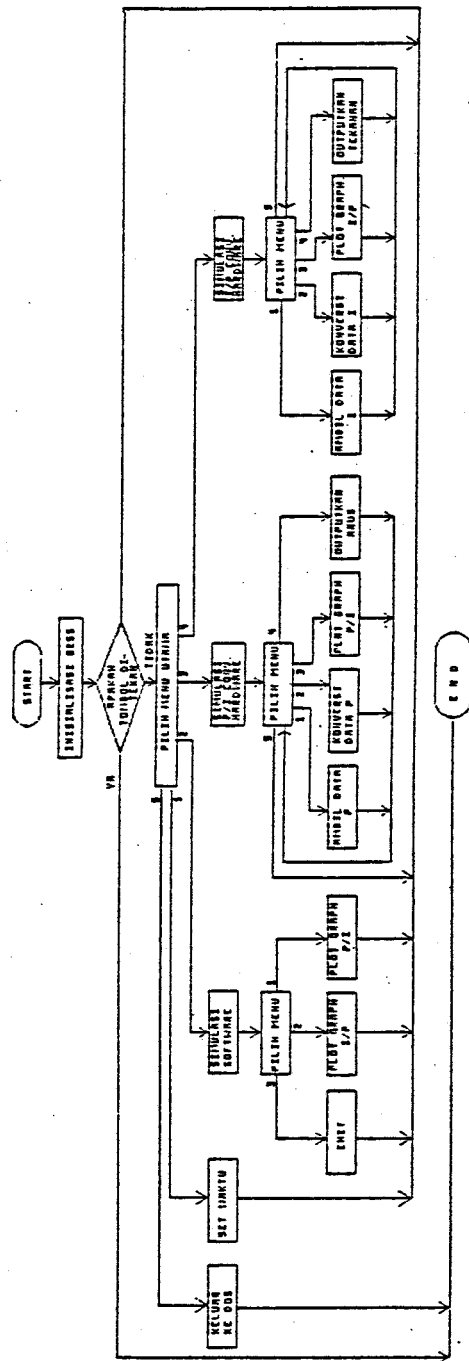


PSEUDOCODE

REPEAT
STATEMENT[S]
UNTIL CONDITION

Gambar 4. 1 31)

STRUKTUR PROGRAM STANDARD



Gambar 4.2

FLOWCHART PERANGKAT LUNAK

berupa : tanggal, bulan, tahun, jam, menit dan detik. Dengan menu ini komputer akan memberikan waktu sebagai fungsi dari perubahan masukan serta memberikan waktu sebagai fungsi dari keluaran.

2. Simulasi Secara Perangkat Lunak

Menu ini akan memberikan suatu peragaan secara perangkat lunak tentang hubungan antara masukan tekanan terhadap keluaran arus dan hubungan antara masukan arus terhadap keluaran tekanan. Disamping itu diperlihatkan juga tentang hubungan kedua variabel di atas dengan tegangan dc. Karakteristik P/I Converter dan I/P Transduser yang dipengaruhi oleh hubungan jarak antara nozzle dan flaper.

3. Simulasi P/I Secara Perangkat Keras.

Berisi empat submenu yaitu :

- a. Submenu Pengambilan Data Tekanan, untuk mengambil data dari ADC 0809. Submenu ini akan memanggil prosedur vidpop saywhat untuk membuat tampilan pada proses pengambilan data tekanan.
- b. Submenu Konversi Data, untuk melakukan proses konversi proporsional dari data tekanan pneumatik ke besaran terukur tekanan, arus dan tegangan. Hasil konversi ini dapat dicetak dalam bentuk tabel konversi dengan memanggil Prosedur Hasil Pengamatan.

- c. Submenu PlotGrafik, untuk memproses data tekanan pneumatik, arus dan tegangan yang kemudian diplot dalam bentuk grafik arus dan tegangan sebagai fungsi dari tekanan pneumatik setelah terlebih dahulu memanggil Prosedur BingkaiPI. Grafik hasil plot ini dapat dicetak bila diperlukan dengan memanggil prosedur penutup grafik.
- d. Submenu OutputPI, untuk mensimulasikan hasil proses konversi data tekanan pneumatik ke arus secara hardware berupa arus.

4. Simulasi I/P Secara Hardware.

Berisi empat submenu yaitu :

- a. Submenu Pengambilan Data Arus, untuk mengambil data dari ADC 0808. Submenu ini akan memanggil prosedur vidpop saywhat untuk membuat tampilan pada proses pengambilan data arus.
- b. Submenu Konversi Data, untuk melakukan proses konversi proporsional dari data arus ke besaran terukur tekanan dan tegangan. Hasil konversi ini dapat dicetak dalam bentuk tabel konversi dengan memanggil Prosedur HasilPengamatan.
- c. Submenu PlotGrafik, untuk memproses data arus, tekanan pneumatik dan tegangan yang kemudian diplot dalam bentuk grafik arus dan tegangan sebagai fungsi dari tekanan pneumatik setelah terlebih

dahulu memanggil Prosedur BingkaiPI. Grafik hasil plot ini dapat dicetak bila diperlukan dengan memanggil prosedur penutup grafik.

- d. Submenu OutputIP, untuk mensimulasikan hasil proses konversi data tekanan pneumatik ke arus secara hardware berupa arus.

5. Keluar ke DOS

Menu ini digunakan jika ingin menghentikan program dan keluar ke DOS.

4.3. PROSEDUR-PROSEDUR PERANGKAT LUNAK

Untuk memecahkan permasalahan secara terstruktur maka perangkat lunak dibagi menjadi bagian-bagian program yang lebih kecil yang disebut **procedure**. Prosedur ini akan menyelesaikan masalah secara khusus. Berikut ini adalah prosedur-prosedur yang membangun perangkat lunak.

Prosedur VidPop

Prosedur ini digunakan untuk memanggil menu-menu yang digambar dengan menggunakan paket program SayWhat. Menu-menu ini dibuat dalam mode teks dan disimpan pada diskette program, yang dipanggil sewaktu-waktu bila diperlukan.

Prosedur Bunyi1

Prosedur ini digunakan untuk untuk mengeluarkan sinyal audio dari speaker pada sistem unit yang dipanggil jika salah satu menu dipilih.

Prosedur Bunyi2

Prosedur ini digunakan untuk mengeluarkan sinyal audio dari speaker pada sistem unit yang dipanggil jika salah satu menu utama telah selesai dikerjakan.

Prosedur Set_Waktu

Prosedur ini digunakan untuk menentukan waktu pengamatan. Waktu pengamatan ini meliputi waktu pelaksanaan pengamatan, respons pengamatan dan pengaturan kecepatan simulasi. Prosedur ini menggunakan VidPop untuk menampilkan menu.

Prosedur Waktu

Prosedur ini digunakan untuk membaca waktu pada saat yang diinginkan. Prosedur ini memanggil Interrupt BIOS 1Ah service 0h untuk membaca jam, menit, detik, sepersepuluh detik dan Interrupt DOS 21 h service 2Ah untuk membaca tahun, bulan serta tanggal pada saat itu.

Prosedur Inisialisasi_PPI

Prosedur ini digunakan untuk meng-inisialisasi PPI 8255 sesuai dengan fungsi port-port yang

direncanakan.

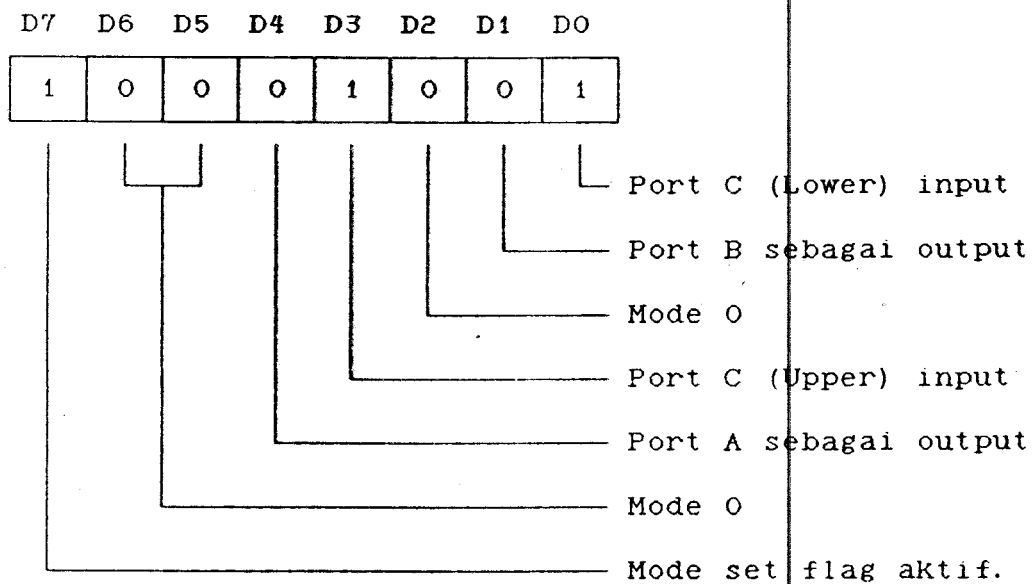
PPI 8255 dengan alamat 03C0h-03C3h dioperasikan pada mode 0, memiliki:

Port A dengan alamat 03C0h sebagai keluaran;

Port B dengan alamat 03C1h sebagai keluaran;

Port C dengan alamat 03C2h sebagai masukan.

Sesuai dengan format mode set control word maka control register dengan alamat 03C3h diisi dengan 89h (1000 1001). Gambar 4-3 menunjukkan mode set control word PPI 8255 dengan alamat port 03C0h-03C3h.



Gambar 4.3

MODE SET CONTROL WORD PADA PPI 8255

DENGAN ALAMAT 03C0H-03C3H

Prosedur PrintScreen

Prosedur ini digunakan untuk print screen secara

software apa yang tampak pada monitor tanpa menekan tombol [Shift] [PtrSc]. Prosedur ini menggunakan Interrupt BIOS 5h.

Prosedur Inisialisasi_Grafik

Prosedur ini digunakan untuk menginisialisasi mode grafik yang digunakan. Pada program ini digunakan mode grafik CGAHi dengan ukuran layar 640 x 200 titik.

Prosedur Penutup_Grafik

Prosedur ini digunakan untuk menampilkan keterangan secara grafik dan untuk mencetak grafik di atas kertas melalui dot matrik printer. Prosedur ini memanggil prosedur bunyi dan PrintScreen.

Prosedur BingkaiPI

Prosedur ini digunakan untuk membuat bingkai, sumbu koordinat cartesian sekaligus memberi skala tekanan pneumatik, arus dan tegangan pada proses memplot grafik hasil konversi tekanan pneumatik ke arus.

Prosedur BingkaiIP

Prosedur ini digunakan untuk membuat bingkai, sumbu koordinat cartesian sekaligus memberi skala arus, tekanan pneumatik, arus dan tegangan pada proses memplot grafik hasil konversi dari arus ke tekanan

pneumatik.

Prosedur Simpan Data

Prosedur ini digunakan untuk menyimpan data pengamatan ke diskette pada disk drive yang aktif saat itu. Data tersimpan pada file SIMULASI.DAT.

Prosedur Cetak Hasil Pengamatan

Digunakan untuk mencetak hasil data pengamatan dalam bentuk tabel.

Prosedur Buka

Digunakan untuk membuka file yang tersimpan dalam diskette dengan nama SIMULASI.DAT untuk ditampilkan pada monitor.

Prosedur Software

Merupakan prosedur yang digunakan untuk membuat hasil simulasi hubungan tekanan pneumatik ke arus atau hubungan arus ke tekanan pneumatik. Juga digunakan untuk membuat hasil simulasi hubungan tekan pneumatik terhadap tegangan atau hubungan arus terhadap tegangan. Semua hubungan di atas akan diplot dalam bentuk grafik yang dapat dicetak pada kertas.

Prosedur ini akan menyediakan 3 pilihan menu, yaitu : Plot Grafik P/I, Plot Grafik I/P serta Kembali Ke Menu Utama. Pilihan menu ini akan menjalankan

prosedur-prosedur berikut :

1. PlotGrafikPIS
2. PlotGrafikIPS
3. Exit.

Prosedur PlotGrafikPIS

Prosedur ini akan memanggil prosedur BingkaiPI dan kemudian memplot grafik hubungan tekanan pneumatik dengan arus dan tegangan. Tekanan pneumatik yang disimulasikan secara perangkat lunak ini memiliki range perubahan tekanan dari 0.00 psi sampai 16.00 psi.

Prosedur PlotGrafikIPS

Prosedur ini akan memanggil prosedur BingkaiIP dan kemudian memplot grafik hubungan arus dengan tekanan pneumatik dan tegangan. Arus yang disimulasikan secara perangkat lunak ini memiliki range perubahan arus dari 0.00 miliampere sampai 22.00 miliampere.

Prosedur Exit

Merupakan prosedur standard pascal yang dipakai untuk kembali ke program yang memanggil prosedur tadi dalam hal ini prosedur menu utama.

Prosedur PIHardware

Prosedur ini digunakan bila peralatan akan diope-
rasikan secara perangkat keras, yaitu dengan memasukkan

sinyal pneumatik dalam hal ini sinyal tegangan analog pengganti PI untuk dilakukan pengukuran perubahan tekanan dan mendapatkan hasil konversi arus dan tegangannya.

Dalam pelaksanaannya prosedur ini akan memanggil prosedur-prosedur sebagai berikut :

1. Prosedur AmbilData
2. Prosedur ConversiData
3. Prosedur PlotGrafik
4. Prosedur OutputPI
5. Prosedur Exit.

Disamping itu prosedur ini akan memanggil prosedur vidpop untuk mengatur tampilan menu yang bersangkutan dengan prosedur ini.

Prosedur AmbilData

Prosedur ini digunakan untuk melakukan proses pengambilan data sinyal analog dari masukan. Data yang diambil setiap kali proses pengambilan data sejumlah 160 data, yang besarnya perubahan tekanan ditampilkan pada monitor. Bila proses telah selesai prosedur ini akan memanggil prosedur VidPop lagi untuk menampilkan pesan selesai.

Prosedur ini akan mengambil data dari ADC 0809 dengan melaksanakan baris instruksi-instruksi sebagai berikut :

```

Port[A] := $01;           ; aktifkan ALE dan START
Port[A] := $01;
For N:= 1 to 480 do       ; pengambilan 480 data
  begin
    begin
    repeat
    Tunggu := Port[C]     ; membaca data port C
                        ; masukkan pada variabel
                        ; tunggu
    en_c   := Tunggu and $80
                        ; mendeteksi eoc ADC apakah
                        ; sudah '1'
    until en_c = $80     ; bila sudah lanjutkan
    Hasil[n] := Port[$1C0] ; baca data tekanan dari
                        ; dari bus data masukkan
                        ; pada variabel hasil ke n.
    .....
  end;

```

Prosedur ConversiData

Digunakan untuk mengkonversikan data tekanan yang diambil dan dilaksanakan proses konversi dari tekanan ke arus dan ke tegangan. Hasil konversi ini dapat dicetak dalam bentuk laporan atau disimpan dalam diskette bila dikehendaki dengan memanggil prosedur CetakHasilPengamatan.

Prosedur PlotGrafikPI

Prosedur ini digunakan untuk memplot hasil pengamatan secara hardware hubungan tekanan pneumatik dengan arus dan tegangan dalam bentuk grafik. Hubungan yang ditunjukkan adalah arus sebagai fungsi tekanan pneumatik dan tegangan sebagai fungsi dari tekanan pneumatik. Hasil plot grafik ini dapat dicetak pada kertas melalui dot matrik printer jika diinginkan.

Prosedur ini memanggil prosedur-prosedur yang lebih kecil, yaitu: Penutup_Grafik, Buka, Bunyi1, Bunyi2 dan inialisasi_Grafik.

Prosedur OutputPI

Prosedur ini digunakan untuk mengirimkan data proporsional ke DAC 0808, kemudian DAC akan mengeluarkan arus sesuai dengan nilai data yang diterimanya. Arus itu kemudian dirubah menjadi tegangan yang selanjutnya setelah tegangan itu dibuffer dipakai untuk mendrive rangkaian penghasil arus dc konstan. Pengeluaran output berupa arus ini dapat di atur delaynya.

Prosedur IPHardWare

Prosedur ini digunakan bila peralatan akan dioperasikan secara perangkat keras, yaitu dengan memasukkan sinyal arus dalam hal ini sinyal sumber arus dc konstan pengganti IP untuk dilakukan pengukuran perubahan arus dan mendapatkan hasil konversi tekanan pneumatik dan tegangannya.

Dalam pelaksanaannya prosedur ini akan memanggil prosedur-prosedur sebagai berikut :

1. Prosedur AmbilDataI
2. Prosedur ConversiData
3. Prosedur PlotGrafikIP

4. Prosedur OutputIP

5. Prosedur Exit.

Disamping itu prosedur ini akan memanggil prosedur vidpop untuk mengatur tampilan menu yang bersangkutan dengan prosedur ini.

Prosedur AmbilData

Prosedur ini digunakan untuk melakukan proses pengambilan data sinyal analog dari masukan. Data yang diambil setiap kali proses pengambilan data sejumlah 440 data, yang besarnya perubahan arus ditampilkan pada monitor. Bila proses telah selesai prosedur ini akan memanggil prosedur VidPop lagi untuk menampilkan pesan selesai.

Prosedur ini akan mengambil data dari ADC 0808 dengan melaksanakan baris instruksi-instruksi sebagai berikut :

```

Port[A] := $01;           ;aktifkan ALE dan START
Port[A] := $00;
For N:= 1 to 440 do      ;pengambilan 440 data
  begin
    begin
      repeat
        Tunggu := Port[C] ;membaca data port C
                        ;masukkan pada variabel
                        ;tunggu
        en_c := Tunggu and $10
                ;mendeteksi eoc ADC apakah
                ;sudah '1'
        until en_c = $10 ;bila sudah lanjutkan
        Hasil[n] := Port[$2C0] ;baca data tekanan dari
                        ;dari bus data masukkan
                        ;pada variabel hasil ke n.
        .....;end;

```

Prosedur ConversiData

Digunakan untuk mengkonversikan data arus yang diambil dan dilaksanakan proses konversi dari arus ke tekanan dan ke tegangan. Hasil konversi ini dapat dicetak dalam bentuk laporan atau disimpan dalam diskette bila dikehendaki dengan memanggil prosedur CetakHasilPengamatan.

Prosedur PlotGrafikiIP

Prosedur ini digunakan untuk memplot hasil pengamatan secara hardware hubungan arus dengan tekanan pneumatik dan tegangan dalam bentuk grafik. Hubungan yang ditunjukkan adalah tekanan pneumatik dan tegangan sebagai fungsi dari arus. Hasil plot grafik ini dapat dicetak pada kertas melalui dot matrik printer jika diinginkan. Prosedur ini memanggil prosedur-prosedur yang lebih kecil, yaitu: Penutup_Grafik, Buka, Bunyi1, Bunyi2 dan inialisasi_Grafik.

Prosedur OutputIP

Prosedur ini digunakan untuk mengirimkan data proporsional ke DAC 0808, kemudian DAC akan mengeluarkan arus sesuai dengan nilai data yang diterimanya. Arus itu kemudian dirubah menjadi tegangan yang selanjutnya setelah tegangan itu dibuffer dipakai

akan diterima oleh unit peraga berupa voltmeter. Pengeluaran output berupa tegangan ini dapat di atur delaynya.

Prosedur MenuUtama

Prosedur ini digunakan untuk menampilkan menu utama dari program utama. Prosedur ini akan menampilkan pilihan dari prosedur-prosedur proses yang ada. Dengan menentukan pilihan akan dilaksanakan proses eksekusi prosedur proses.

Prosedur Keluar

Prosedur ini memanggil prosedur VidPop untuk menampilkan menu keluaran dan kemudian keluar program menuju ke DOS. Prosedur ini juga memanggil prosedur Bunyi2.

BAB V

KALIBRASI DAN PENGUKURAN

5.1. PENGOPERASIAN PERALATAN

Peralatan Simulasi Converter Tekanan Pneumatik ke Arus dan Arus ke Tekanan Pneumatik yang Diinterfacekan Pada IBM PC-XT memiliki 2 fasilitas simulasi pokok, yaitu : simulasi secara software dan simulasi secara hardware. Simulasi yang dikehendaki dapat dipilih dengan memasukkan pilihan pada menu utama.

Simulasi secara software akan memberikan grafik hubungan arus dan tegangan terhadap tekanan pneumatik atau hubungan tekanan pneumatik dan tegangan terhadap arus dengan hanya memasukkan pada pilihan dari menu utama. Ada dua pilihan yang disediakan pada sub menu, yaitu: simulasi P/I konverter dan simulasi I/P konverter. Hasil simulasi ini dapat dicetak pada kertas dengan bantuan printer. Jangkauan variabel simulasi tekanan pneumatik 0 psi - 16 psi, arus 0 mA - 22 mA dan tegangan 0 Volt - 6 Volt.

Simulasi secara hardware dilakukan secara terpisah antara proses simulasi konversi tekanan pneumatik ke arus dengan proses simulasi konversi arus

ke tekanan pneumatik. Pemilihan jenis konversi yang diinginkan dapat dipilih melalui menu utama. Dengan memilih salah satu dari menu utama akan mulai dilaksanakan proses simulasi yang diinginkan.

Pada setiap jenis simulasi secara hardware akan melalui beberapa tahap, yaitu :

Tahap Hardware, yaitu mengadakan setting peralatan yang disesuaikan dengan setting software yang dipilih pada menu utama. Tahap ini meliputi :

1. Hidupkan Power Suply,
2. Letakkan saklar pemilih (P/I Selektor) sesuai dengan yang diinginkan. Posisi P menunjukkan input simulasi berupa tekanan, sedang posisi I menunjukkan input simulasi berupa arus.
3. Pilih Chanel yang diinginkan dengan memasukkan jack input simulasi pada salah satu chanelnya.
4. Jika software sudah siap, lakukan perubahan input simulasi dengan memutar potensiometer I untuk input arus dan potensiometer P untuk input tekanan.

Bila langkah diatas selesai, maka secara otomatis software akan mengendalikan peralatan hardwarenya.

Tahap Software, pada tahap ini akan ditampilkan beberapa menu dan pengoperasiannya dilakukan dengan memilih pilihan menu, yang selanjutnya software akan mengeksekusi program yang sesuai. Tahap ini akan

meliputi :

1. Pengambilan data, yaitu mengambil data dari sinyal input hardware sejumlah tertentu. Untuk data tekanan sejumlah 480 data sedang untuk data arus sejumlah 440 data, hal ini disesuaikan dengan kapasitas data grafik pada setiap tampilan grafik di monitor. Pada proses ini langsung diadakan proses konversi input outputnya. Dan proses pengambilan data ini harus dilakukan untuk bisa menampilkan proses simulasi selanjutnya.
2. Konversi Data, yaitu menampilkan hasil proses konversi data yang diambil. Hasil proses konversi data ini dapat disimpan dalam diskette dan dapat dicetak berupa laporan pada kertas.
3. Plot Grafik, yaitu menampilkan grafik fungsi input output hasil konversi data. Hasil plot grafik ini dapat dicetak melalui printer.
4. Outputkan hasil konversi, yaitu mengeluarkan secara hardware hasil konversi yang bersesuaian dengan hasil pembacaan input ke peraga. Dalam hal ini miliamperemeter sebagai peraga perubahan output arus dan voltmeter sebagai peraga perubahan tekanan pneumatik.
5. Bila hendak keluar dari jenis simulasi yang dipilih pilih menu keluar.

5.2. KALIBRASI

Kalibrasi dilakukan baik secara perangkat keras maupun perangkat lunak. Secara perangkat keras dengan jalan melakukan :

1. Setting tegangan referensi ADC 0809 dan ADC 0809 adalah 5.00 Volt DC. Hal ini dilakukan dengan memutar trimpot pada rangkaian referensi ADC dan pengukuran pada pin 6 dari Op-Amp LM 301
2. Setting tegangan referensi DAC adalah 5.00 Volt. Dilakukan dengan memutar trimpot pada rangkaian referensi DAC dengan pengukuran pada pin 6 dari Op-Amp LM 301.
3. Pengoffsetan trimpot offset pada setiap Op-Amp yang ada untuk memperkecil kesalahan akibat parameter Op-Amp yang dioperasikan pada sinyal dc.
4. Pengaturan output dari rangkaian input analog pengganti. Untuk input tekanan tegangan diset pada range 1.00 - 5.00 Volt, sedang untuk input arus diset pada range 4.0 - 20.0 miliampere. Setting dilakukan dengan memutar trimpot-trimpot yang ada.

Sedang kalibrasi secara software dilakukan dengan mengadakan manipulasi data sedemikian rupa sehingga dapat meminimisasi kesalahan pembacaan peralatan, dan dapat memberikan tampilan simulasi yang optimum ketepatannya.

5.3. HASIL PENGUKURAN

Pengukuran dilaksanakan dengan membuat kondisi tahanan beban sama dengan kondisi yang diinginkan oleh kondisi transduser P/I ataupun I/P.

TABEL 5.1 HASIL PENGUKURAN I/P CONVERTER

V input [Volt]	V pembacaan [Volt]	V output [Volt]
1.00	1.004	1.00
1.30	1.299	1.30
1.90	1.909	1.91
2.09	2.087	2.09
2.33	2.343	2.33
2.75	2.756	2.73
3.54	3.543	3.52
4.00	4.016	3.99
4.55	2.547	4.51
4.99	4.980	4.96

Data di atas diambil pada keadaan tahanan output peralatan sebesar 250 ohm.

TABEL 5.2 HASIL PENGUKURAN P/I CONVERTER

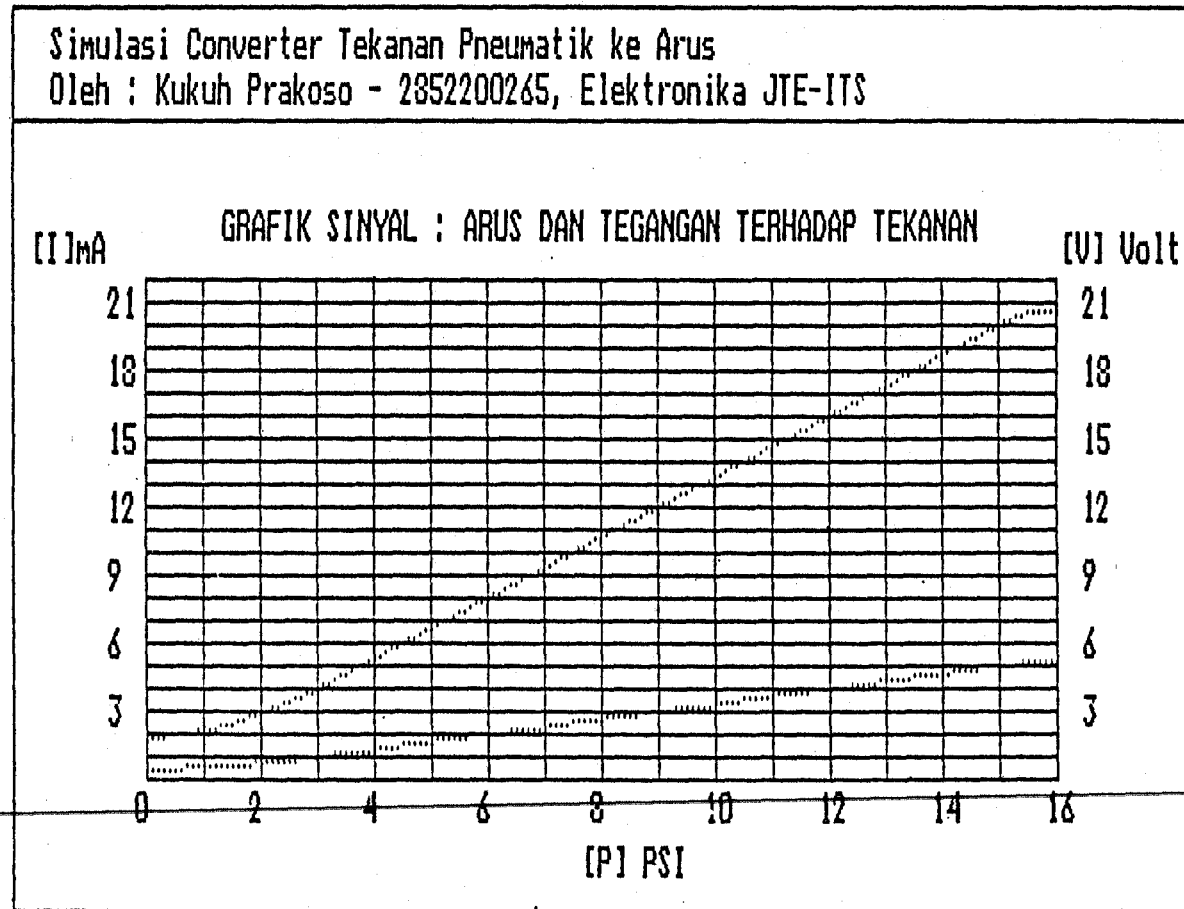
V input [Volt]	I pembacaan [miliampere]	I output [miliampere]
1.018	4.1117	4.1
1.427	5.7719	5.8
1.878	7.5109	7.5
2.030	8.1429	8.1
2.690	10.7510	10.6
2.960	11.858	11.7
3.300	13.281	13.2
4.250	17.075	16.9
5.000	20.079	20.0

Data di atas diambil dengan tahanan beban sebesar 154.4 ohm.

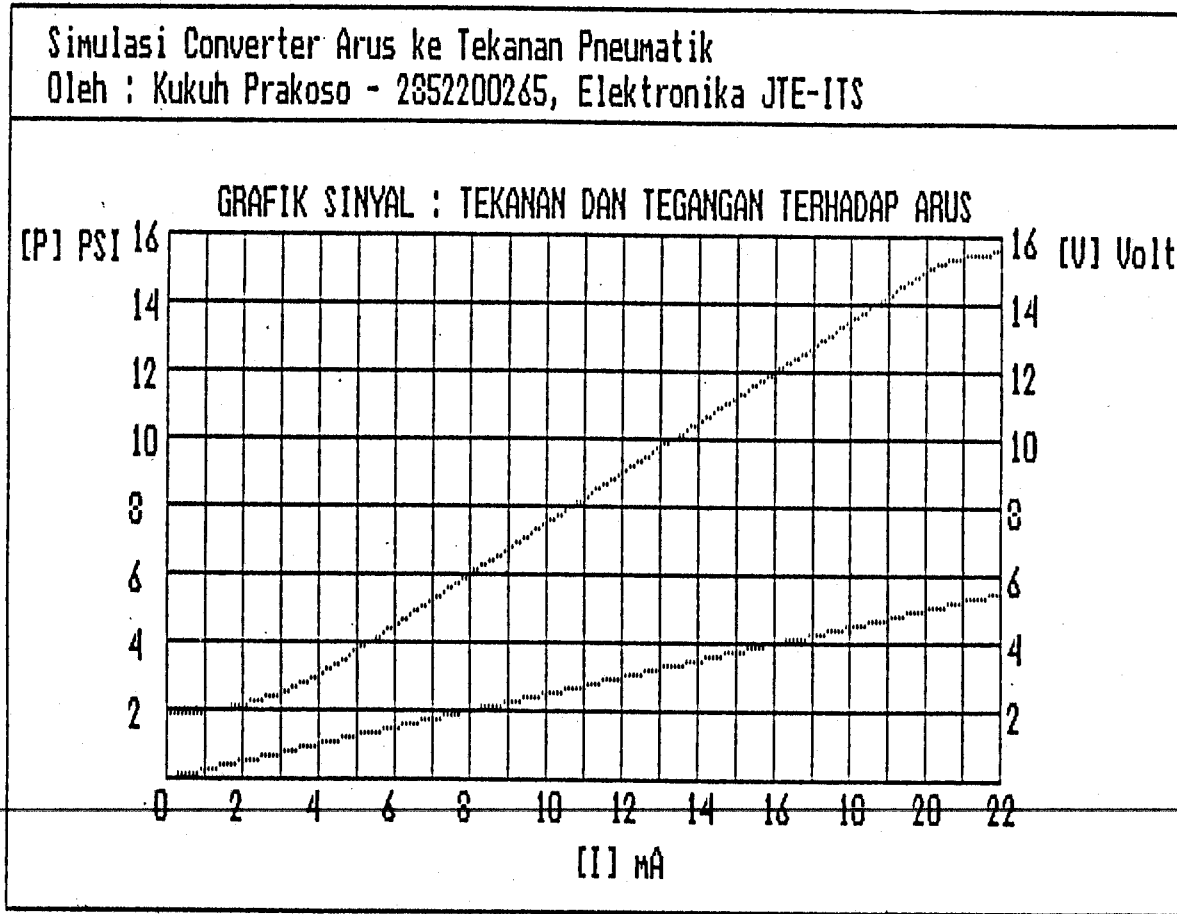
Gambar 5.1 memperlihatkan hasil simulasi secara software hubungan P/I Converter dari peralatan yang dibuat.

Gambar 5.2 memperlihatkan hasil simulasi secara software hubungan I/P Converter dari peralatan yang dibuat.

Gambar 5.1



Gambar 5.2



Tabel 5.3 memperlihatkan 40 data hasil Konversi P/I yang disimulasikan lewat perangkat keras.

TABEL 5.3 : 40 DATA HASIL KONVERSI P/I DARI PERANGKAT KERAS

Data Ke	P [psi]	V [Volt]	I [mA]
1	2.412	0.842	3.366
2	2.471	0.857	3.429
3	2.471	0.857	3.429
4	2.471	0.857	3.429
5	2.471	0.857	3.429
6	2.471	0.857	3.429
7	2.471	0.857	3.429
8	2.471	0.857	3.429
9	2.529	0.873	3.493
10	2.529	0.873	3.493
11	2.647	0.906	3.625
12	2.824	0.958	3.832
13	2.941	0.994	3.976
14	3.118	1.039	4.157
15	3.588	1.196	4.784
16	3.882	1.294	5.176
17	4.176	1.392	5.569
18	4.647	1.549	6.196
19	5.235	1.745	6.980
20	5.529	1.843	7.373

██████████ Tekan Enter Untuk melanjutkan ! ██████████

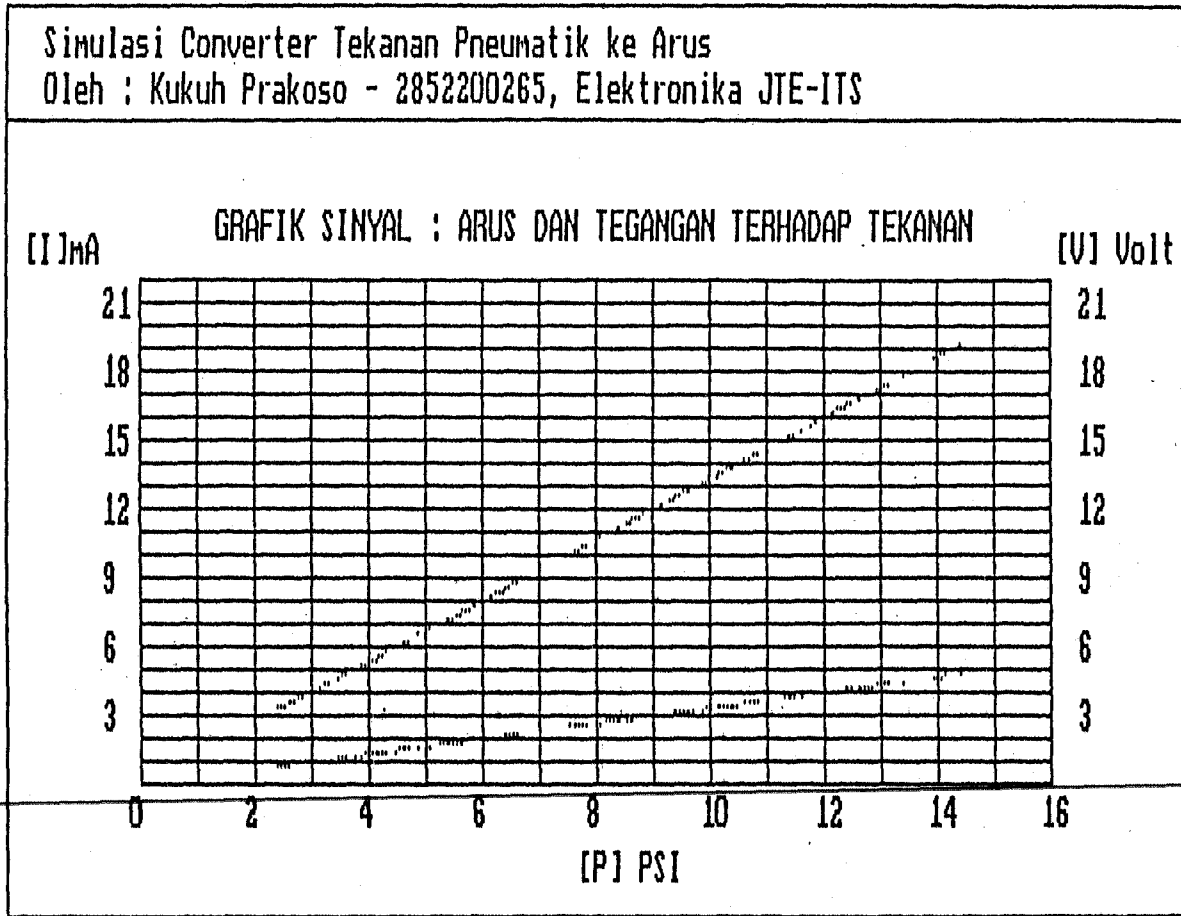
Lanjutan Tabel 5.3

Data Ke	P [psi]	V [Volt]	I [mA]
21	5.529	1.843	7.373
22	5.765	1.922	7.686
23	5.882	1.961	7.843
24	6.176	2.059	8.235
25	6.471	2.157	8.627
26	6.588	2.196	8.784
27	7.824	2.608	10.431
28	8.294	2.765	11.059
29	8.588	2.863	11.451
30	9.118	3.039	12.157
31	9.412	3.137	12.549
32	9.882	3.294	13.176
33	10.235	3.412	13.647
34	10.471	3.490	13.961
35	11.294	3.765	15.059
36	11.765	3.922	15.686
37	12.471	4.157	16.627
38	15.000	5.000	20.000
39	15.000	5.000	20.000
40	15.000	5.000	20.000

██████████ Tekan Enter Untuk melanjutkan ! ██████████

GRAFIK HUBUNGAN P/I CONVERTER LEWAT HARDWARE

Gambar 5.3



Gambar 5.3 memperlihatkan hubungan P/I Converter yang disimulasikan lewat hardware.

Tabel 5.4 memperlihatkan 40 data hasil konversi I/P yang disimulasikan perangkat keras.

TABEL 5.4 : 40 DATA HASIL KONVERSI I/P DARI PERANGKAT KERAS

Data ke	I [mA]	V [Volt]	P [Psi]
1	3.137	0.784	2.566
2	3.137	0.784	2.566
3	3.137	0.784	2.566
4	3.216	0.804	2.601
5	3.216	0.804	2.601
6	3.216	0.804	2.601
7	3.451	0.863	2.712
8	4.157	1.039	3.118
9	4.392	1.098	3.294
10	4.627	1.157	3.471
11	4.863	1.216	3.647
12	5.020	1.255	3.765
13	5.176	1.294	3.882
14	5.098	1.275	3.824
15	5.647	1.412	4.235
16	6.353	1.588	4.765
17	6.902	1.725	5.176
18	6.980	1.745	5.235
19	7.529	1.882	5.647
20	8.157	2.039	6.118

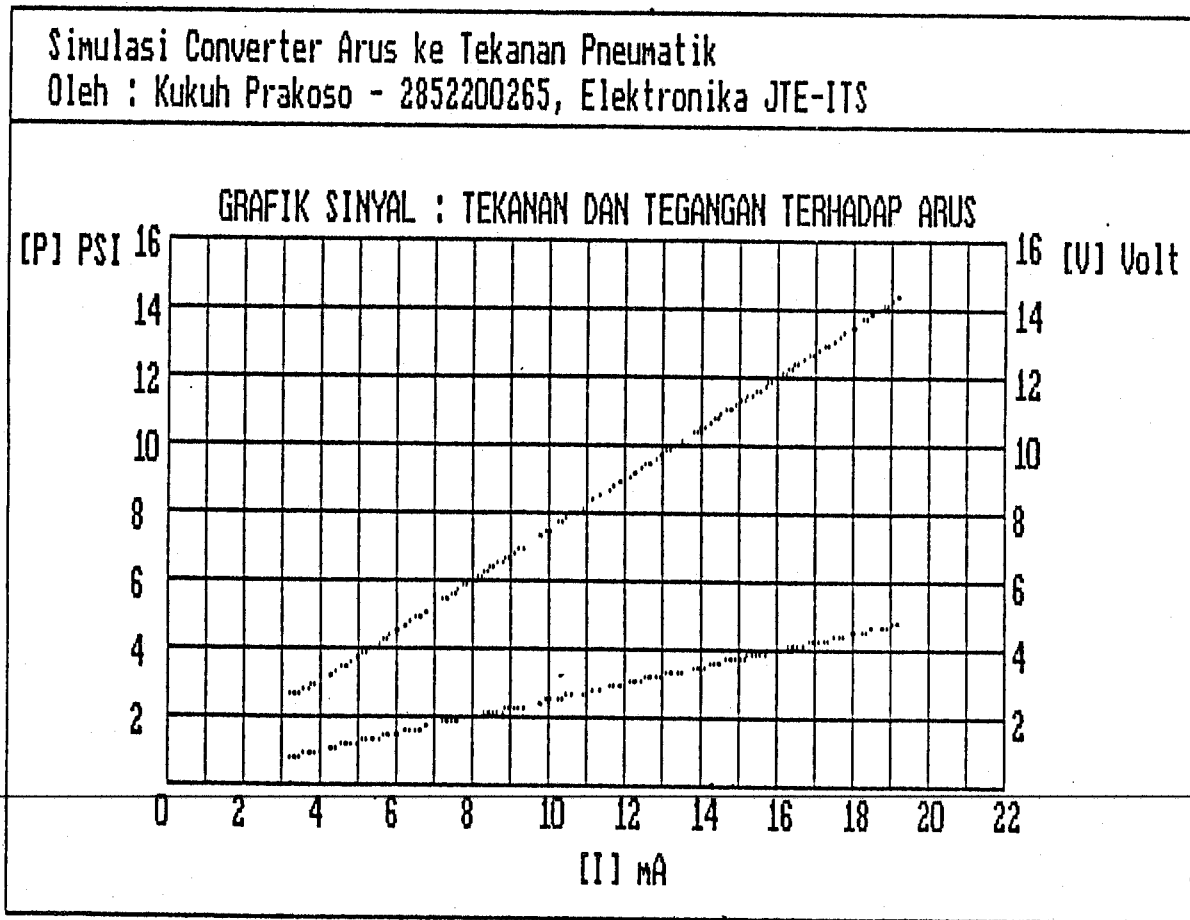
██████████ Tekan Enter Untuk melanjutkan ! ██████████

Lanjutan Tabel 5.4

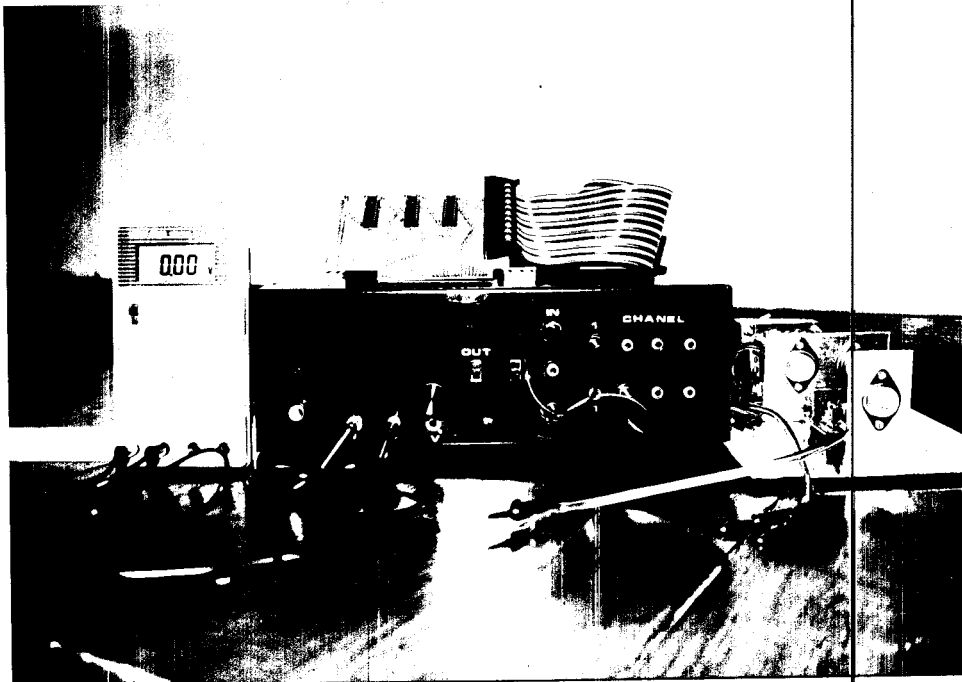
Data Ke	I [mA]	V [Volt]	P [Psi]
21	8.549	2.137	6.412
22	9.098	2.275	6.824
23	9.490	2.373	7.118
24	9.882	2.471	7.412
25	10.196	2.549	7.647
26	10.667	2.667	8.000
27	11.059	2.765	8.294
28	11.529	2.882	8.647
29	12.000	3.000	9.000
30	12.706	3.176	9.529
31	13.490	3.373	10.118
32	14.118	3.529	10.588
33	14.824	3.706	11.118
34	15.765	3.941	11.824
35	17.882	4.471	13.412
36	19.059	4.765	14.294
37	19.059	4.765	14.294
38	19.059	4.765	14.294
39	19.059	4.765	14.294
40	19.059	4.765	14.294

Tekan Enter Untuk melanjutkan !

Gambar 5. 4



Gambar 5. 4 memperlihatkan hubungan I/P Converter yang disimulasikan lewat perangkat keras.



Gambar 5. 5

PERALATAN P/I DAN I/P CONVERTER YANG DIBUAT

BAB VI

P E N U T U P

Dari pembahasan dan perencanaan, pembuatan serta pengukuran yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Pemanfaatan teknik interfacing pada IBM PC-XT memberi beberapa keuntungan antara lain keluwesan yang tinggi karena perangkat lunak yang mendukungnya, tampilan yang memikat, data hasil pengamatan dapat disimpan pada diskette, dapat dicetak pada kertas serta proses konversi dapat lebih cepat.
- b. Proses konversi tekanan pneumatik ke arus atau dari arus ke tekanan pneumatik dalam pengaturan dan pengukuran proses pengolahan minyak memungkinkan dilakukannya pengembangan sistem yang lebih andal dengan pengontrolan dan pengukuran secara mikroelektronis.
- c. Dengan mempelajari simulasi converter tekanan pneumatik ke arus dan sebaliknya dapat diketahui bahwa hubungan arus, tegangan dan tekanan pneumatik adalah linier pada daerah operasi 3 psi - 15 psi, 4 mA - 20 mA dan 1 Volt - 5 Volt.
- d. Alat yang dibuat ini dapat dikembangkan lebih

lanjut untuk beberapa saluran yang masing-masing dapat disimulasikan.

- e. Dengan merubah perangkat lunak dan sedikit penambahan hardware akan dapat disimulasikan variabel lain, misalnya : tinggi level cairan, Kecepatan aliran, temperatur dan lain-lain.

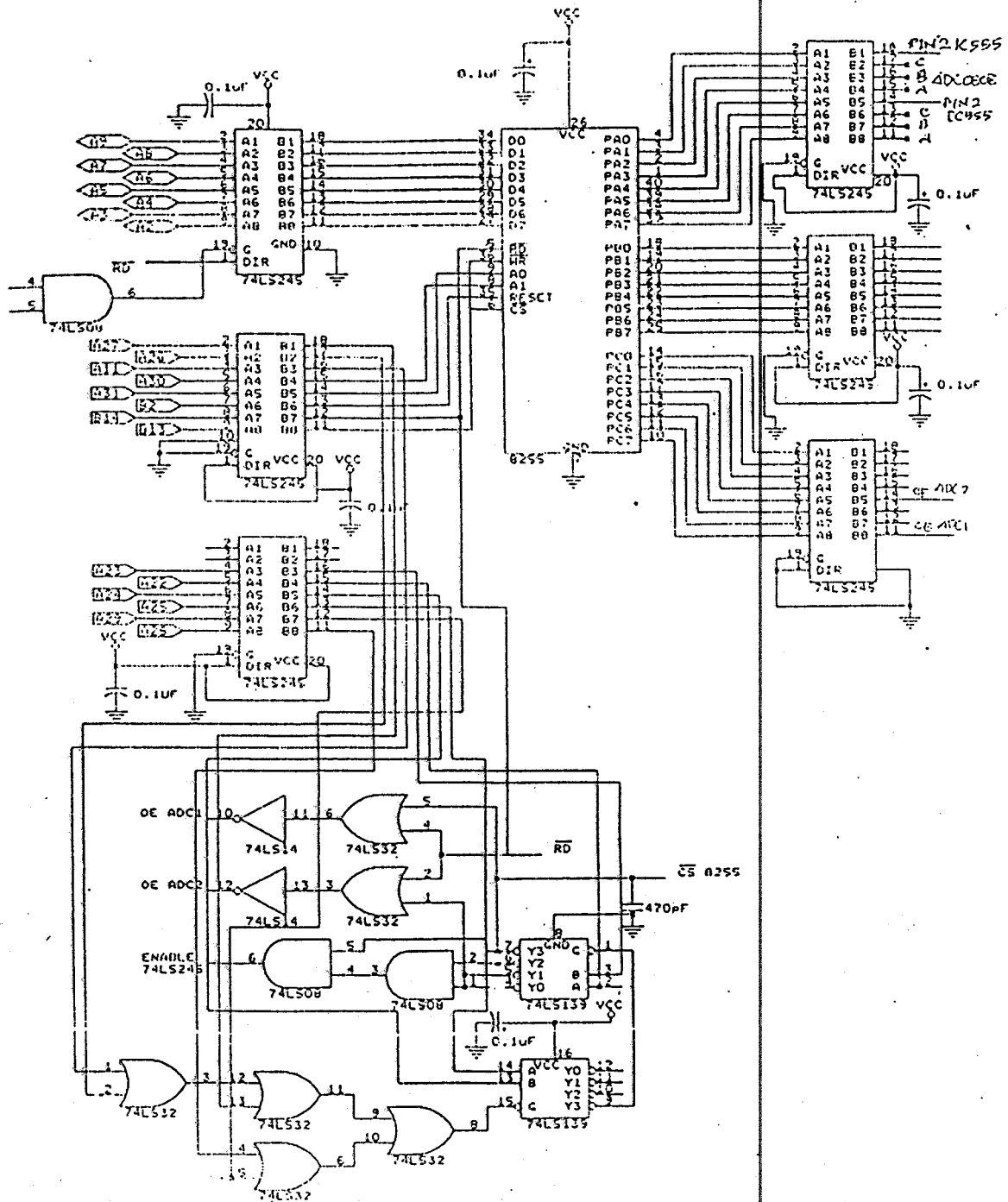
DAFTAR PUSTAKA

- Coffron, James W., *The IBM PC Connection*, Sybex.
- Eggebrecht, Lewis C., *Interfacing to the IBM Personal Computer*, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, Indiana, 1983.
- Goldbrough, Paul F., *Microcomputer Interfacing With the 8255 PPI Chip*, Howard W. Sams & Co. Inc., Indianapolis, Indiana, 1979.
- Hall, Douglas V., *Microprocessors and Interfacing Programming and Hardware*, McGraw-Hill, Singapore, 1986.
- Kennet L. Short, *Microprocessors and Programmed Logic*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1981.
- Jogiyanto H.M., *Teori dan Aplikasi Program Komputer Bahasa Pascal*, Penerbit Andi Offset Yogyakarta, 1989.
- Daniel H. Sheingold, *Analog-digital Conversion Notes*, Analog Devices, Inc., 1977.
- IC Applications Staff of Texas Instruments Incorporated, *Designing with TTL Integrated Circuits*, McGraw-Hill International Book Company, Tokyo, 1989.
- Petroleum Extention Service The University of Texas-Division of Extention Austin, *Basic Instrumentation*, Texas Education Agency, Texas, 1964.
- Shouthern Alberta Institut of Technology *Industrial Instrumentation Correspondence Course*, Calgary, Alberta, -.
- Division of ITT Grinnell Valve Co. Inc, *Instruction and Maintenance Manual I/P Transducer GT28, GT48, GT68, GT25, GT45, GT65*, Conoflow Regulators and Controls, Santa George, S. C.29477, -.
- Division of ITT Grinnel Valve Co. Inc, *Pneumatic to Electronic Converter Model 5553-4 style B*,

Conoflow Regulators and Controls, Santa George,
S. C294.

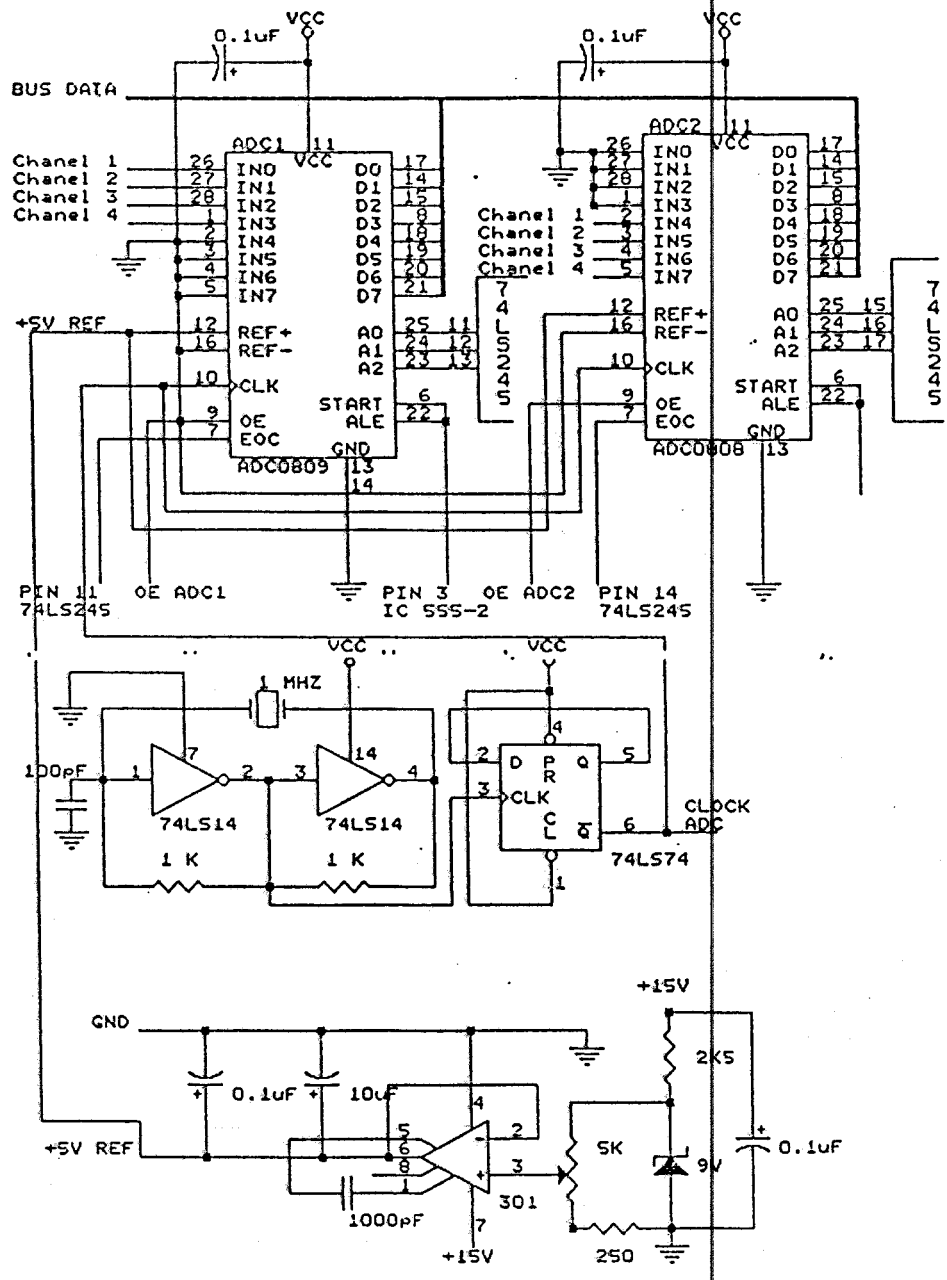
-----, *IBM PC/XT Technical Reference*, IBM.

-----, *Linier Data Book*, National Semiconductors Co.,
Santa Clara, 1882.



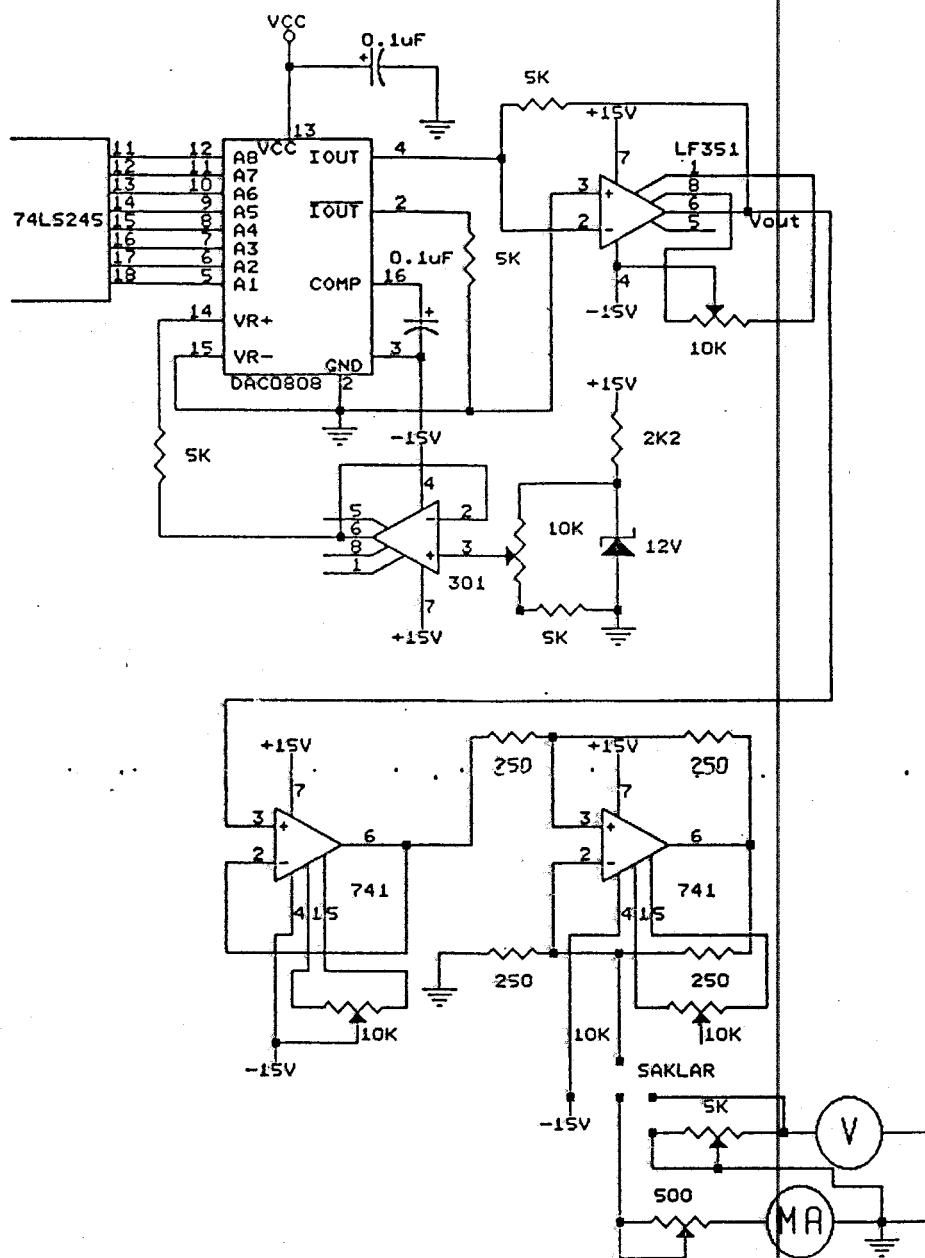
Gambar (a)

Rangkaian Buffer, Decoder dan PPI 8255



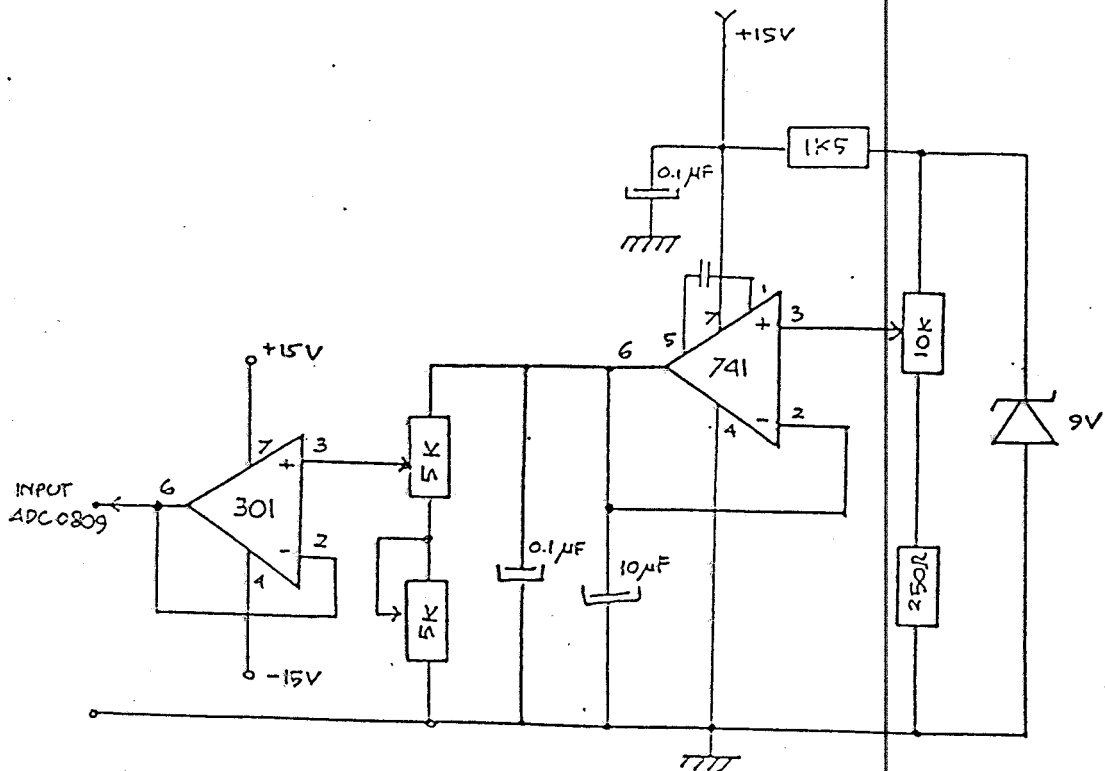
Gambar

Rangkaian ADC, Rangkaian Clock
dan Rangkaian Tegangan Referensi



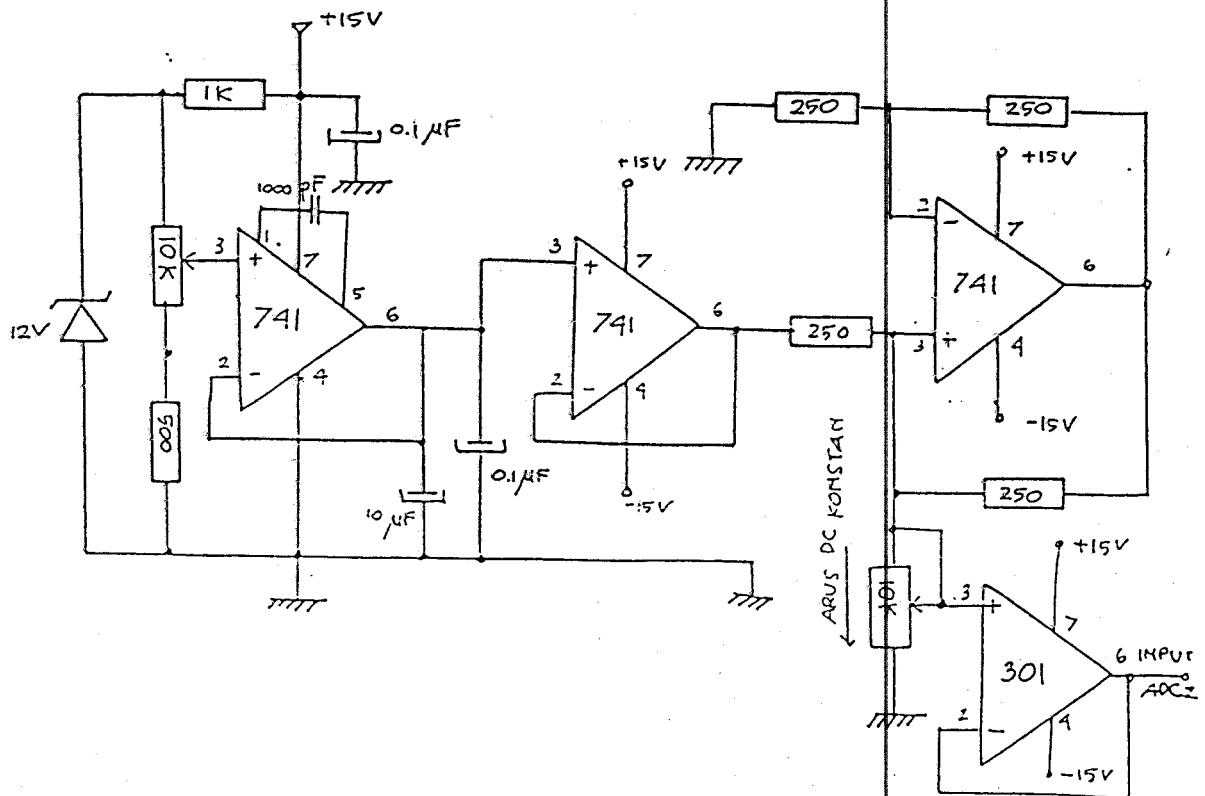
Gambar (c)

Rangkaian DAC0808 Beserta Rangkaian Penghasil Arus DC Konstan



Gambar

Rangkaian Pengganti P/I Converter Model 5553-4



Gambar $\langle d \rangle$

Rangkaian Pengganti I/P Transducer GT68

USULAN TUGAS AKHIR

1. JUDUL TUGAS AKHIR : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SIMULASI CONVERTER TEKANAN PNEUMATIK KE ARUS DAN ARUS KE TEKANAN PNEUMATIK DIINTERFACEKAN PADA IBM PC-XT.
2. BIDANG STUDI : Elektronika
3. RUANG LINGKUP :- Elektronika Digital
- Elektronika Analog
- Bahasa Pemrograman Komputer
- Aplikasi elektronika dalam Industri terutama tentang pengaturan tekanan pneumatik.
4. LATAR BELAKANG : Perkembangan teknologi elektronika pada saat ini amat pesat terutama di bidang mikroelektronika. Kehadiran mikrokomputer sebagai perangkat mikroelektronika menjadi amat diperlukan dalam aplikasinya di berbagai bidang utamanya di bidang industri.
Teknologi control dan instrumentasi proses dalam suatu sistem yang dikendalikan dengan komputer merupakan tuntutan dalam menghasilkan produk yang memiliki standard

teknis dan nilai ekonomis yang andal. Andal dalam kepresisiannya, kecepatan proses, kemudahan pengendalian sistem sehingga didapatkan performance produk yang lebih baik dan produktivitas yang tinggi serta secara ekonomis menguntungkan.

Salah satu aplikasi dalam bidang industri adalah pengontrolan dan instrumentasi tekanan pneumatik dengan menggunakan komputer. Dan untuk keperluan tersebut akan diperlukan interface yang mampu menkonversikan tekanan pneumatik ke arus dan dari arus ke tekanan pneumatik.

Dengan dipakainya IBM PC secara luas diberbagai bidang, termasuk di bidang industri maka pemanfaatan IBM PC dalam pengontrolan dan instrumentasi tekanan pneumatik secara aplikatif akan relevan.

Jika dipakai di bidang industri, maka sesuai dengan standard, tekanan pneumatik yang dikonversikan adalah 0 - 15 psi menjadi arus sebesar 4 - 20 miliampere dan sebaliknya.

5. PENELAAHAN STUDI : Interface pengkonversi tekaanan

pneumatik ke arus dan arus ke tekaanan pneumatik pada IBM PC-XT dilakukan dengan cara meletakkan strain gage sebagai transducer pada aliran tekanan pneumatik. Strain gage akan menghasilkan tegangan yang selanjutnya akan dikonversikan ke arus. Tegangan yang dihasilkan akan dikuatkan dan dimasukkan pada ADC untuk dirubah menjadi nilai digitnya. Nilai digit yang dihasilkan akan merupakan data yang diinputkan pada IBM PC melalui I/O port. Kemudian dengan menjalankan routine program tertentu yang terdapat dalam memori IBM PC akan dapat dicari besar arus yang sesuai dengan nilai digit inputnya. Dan selanjutnya dioutputkan berupa tampilan di layar monitor.

Bila arus tertentu diinputkan melalui keyboard maka akan dapat ditentukan nilai digit sebagai data inputnya. Dan dengan menjalankan routine program tertentu yang terdapat dalam memori IBM PC akan dapat diatur gerakan membuka atau menutupnya valve pada saluran

tekanan pneumatik sampai didapatkan output berupa tekanan pneumatik yang sesuai dengan data arus yang diinputkan.

6. TUJUAN
- Menerapkan teori dan pengertian yang berhubungan dengan : Elektronika Digital, Elektronika Analog, Bahasa Pemrograman Komputer, dan Aplikasi Elektronika dalam industri.
 - Merencanakan dan membuat simulasi converter tekanan pneumatik ke arus dan arus ke tekanan pneumatik diinterfacekan pada IBM PC-XT.
7. LANGKAH-LANGKAH
- Studi Literatur
 - Perencanaan Peralatan
 - Pembuatan Peralatan
 - Penyusunan Naskah.
8. JADWAL KEGIATAN
- : Seluruh kegiatan direncanakan dapat diselesaikan dalam waktu enam bulan dengan jadwal sebagai berikut:

KEGIATAN	BULAN KE					
	1	2	3	4	5	6
Studi Literatur	██████████	██████████	██████████			
Perencanaan Peralatan		██████████	██████████	██████████		
Pembuatan Peralatan			██████████	██████████	██████████	
Penyusunan Naskah				██████████	██████████	██████████

9. RELEVANSI : Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat diterapkan di bidang industri untuk instrumentasi dan pengontrolan tekanan pneumatik dalam suatu sistem.


```
{ PROGRAM SIMULASI CONVERTER TEKANAN PNEUMATIK KE ARUS
  DAN ARUS KE TEKANAN PNEUMATIK DIINTERFACEKAN PADA
  IBM PC-XT
```

```
Oleh      : Kukuh Prakoso - 2852200265
           : Elektronika - Teknik Elektro FTI ITS
Pembimbing : Ir. Soetikno
```

```
}
```

```
Program Simulasi_IP_FI;
```

```
Uses
```

```
  Crt, Graph, Dos, Printer;
```

```
Type
```

```
  FileStr      = string;
```

```
Var
```

```
  Pilih, DriverGrafik, ModeGrafik : integer;
  FileDataSimulasiFI              : File of Real;
  n                                 : integer;
  f                                 : file;
  I, P, V                          : array[1..480] of real;
```

```
Procedure VidPop(CmdPhrase: String);
```

```
Const
```

```
  WriteTTY = $OE00;
  IntCall  = $10;
```

```
Var
```

```
  reg : registers;
  i   : integer;
```

```
begin
```

```
  CmdPhrase := chr(255) + chr(255) + CmdPhrase + '//';
```

```
  for i := 1 to length(CmdPhrase) do
```

```
  begin
```

```
    reg.ax := WriteTTY + ord(CmdPhrase[i]);
```

```
    intr(IntCall, reg);
```

```
  end;
```

```
end;
```

```
Procedure Bunyi1;
```

```
begin
```

```
  sound(2500); delay(100); nosound;
```

```
end;
```

```
Procedure Bunyi2;
```

```
begin
```

```
  sound(1000); delay(100); nosound;
```

```
  sound(2500); delay(100); nosound;
```

```
  sound(500) ; delay(100); nosound;
```

```
end;
```

```

Procedure DisplayJam ;
var
  H, M, S, SS : word;
begin
  GetTime (H, M, S, SS);
  Write ( H:2, ':', M:2, ':', S:2, '.', SS:2);
end;

Function FileAda(FileName : FileStr) : boolean;
begin
  {$I-}
  Assign(FileDataSimulasiPI, fileName);
  Reset (FileDataSimulasiPI);
  Close (FileDataSimulasiPI);
  {$I+}
  FileAda := (IOResult=0) and (FileName <> '');
end;

Procedure SimpanFileData(FileName : FileStr);
var
  No : word;
begin
  If FileAda(FileName)
  then Reset (FileDataSimulasiPI)
  else Rewrite(FileDataSimulasiPI);

  For No := 1 to 480 do
  begin
    Write (FileDataSimulasiPI, P [No] );
    Write (FileDataSimulasiPI, I [No] );
    Write (FileDataSimulasiPI, V [No] );
  end;
  Close(FileDataSimulasiPI);
end;

Procedure BacaFileData(FileName : FileStr);
var
  No : word;
begin
  Writeln;
  If FileAda(FileName)
  then begin
    Write (' Membaca dari disk. Tunggu. ');
    Reset (FileDataSimulasiPI);
    For No := 1 to 480 do
    begin
      Read (FileDataSimulasiPI, P [No] );
      Read (FileDataSimulasiPI, I [No] );
      Read (FileDataSimulasiPI, V [No] );
    end;
  end;

```

```

        Writeln;
        GotoXY (WhereX, WhereY-1);
        Write (' Selesai. Tekan Return. ');
        Readln;
        end
    else begin
        Write (' File Tidak Ada. Tekan Return. ');
        Readln;
        bunyi2;
        end;
end;

Procedure SimpanDisk (MyFile : FileStr);
var
    simpan : char;
begin
    TextBackground (red);
    TextColor (white);
    window (17, 10, 63, 15);
    ClrScr;
    gotoXY (2, 3);
    write ('Apakah Ingin Disimpan di Diskette [Y/T] ? ');
    readln (simpan);
    if UpCase (simpan) = 'Y' then
        begin
            ClrScr;
            TextColor (white+blink);
            gotoXY (2, 2); write ('Proses Simpan ke File ', MyFile);
            gotoXY (2, 3); write ('Tunggu..... ');
            SimpanFileData (Myfile);
            ClrScr;
            TextColor (white);
            gotoXY (2, 5);
            write ('Simpan Data Selesai. Tekan Enter ! ');
            readln;
        end;
Window (1, 1, 80, 25);
end;

Function AmbilFile (MyFile : FileStr) : boolean;
var
    Pilih : byte;
begin
    VidPop ('B: Init');
    TextBackGround (red);
    TextColor (white);
    window (20, 10, 60, 20);
    ClrScr;
    gotoXY (2, 2); write (' M E N U   A M B I L   D A T A ');
    gotoXY (2, 4);
    write ('[1] Ambil dari Disk ', '(' , MyFile, ') ');

```

```

gotoXY(2, 6);
write(' [2] Ambil dari Hardware ');
repeat
    gotoXY(2, 8); ClrEol;
    write(' Pilih [1..2] ? ');
    readln(pilih);
until (pilih = 1) or (pilih = 2);

if pilih = 1
then begin
    BacaFileData( MyFile);
    AmbilFile := True;
end
else AmbilFile := False;
Window (1, 1, 80, 25);
end;

Procedure Inisialisasi_PPI;
const
    A = $03C0;
    B = $03C1;
    C = $03C2;
    CW = $89;
begin
    Port[$03C3] := CW;
end;

Procedure Set_Waktu;
var
    th, bl, tgl, jam, mnt, dtk : word;
begin
    ClrScr;
    TextColor(white);
    TextBackground(red);
    gotoXY(25, 6); write('Tahun : '); readln(th);
    gotoXY(25, 7); write('Bulan : '); readln(bl);
    gotoXY(25, 8); write('Tanggal : '); readln(tgl);
    gotoXY(25, 9); write('Jam : '); readln(jam);
    gotoXY(25, 10); write('Menit : '); readln(mnt);
    gotoXY(25, 11); write('Detik : '); readln(dtk);
    SetTime (jam, mnt, dtk, 0);
    setDate (th, bl, tgl);
end;

Procedure PrintScreen;
var
    Reg : registers;
begin
    Intr(5, reg);
end;

```

```

Procedure Inisialisasi_Grafik;
var
  ErrorCode : integer;
begin
  DriverGrafik :=CGA;
  ModeGrafik   :=CGAHi;
  InitGraph(DriverGrafik, ModeGrafik, '');
  ErrorCode := GraphResult;
  if ErrorCode <> grOK then
  begin
    clrScr;
    Writeln('Kesalahan Grafik : ', GraphErrorMsg(ErrorCode));
    readln;
    Halt(1);
  end;
  ClearDevice;
end;

Procedure Penutup_Grafik;
var
  dummy : char;
begin
  OutTextXY(20, 28, 'Apakah ingin dicetak [Y/T] ? ');
  Dummy := readkey;
  bunyi1;
  if UpCase(Dummy) = 'Y' then
  begin
    SetColor(black);
    OutTextXY(20, 28, 'Apakah ingin dicetak [Y/T] ? ');
    PrintScreen;
  end;
end;

Procedure BingkaiPI(Var PusatX, PusatY: integer);
var
  n, interval: Integer;
  skala : string;
begin
  Inisialisasi_Grafik;
  SetColor(white);
  SetBKColor(yellow);
  Line(PusatX, PusatY, PusatX+480, PusatY);
  Line(PusatX, PusatY, PusatX, PusatY-110);
  Line(550, PusatY, 550, 60);
  Rectangle(0, 0, GetMaxX-15, GetMaxY);
  Rectangle(0, 25, GetMaxX-15, GetMaxY);
  SetTextStyle(DefaultFont, HorizDir, 1);
  OutTextXY(300, 185, '[P] PSI');
  OutTextXY(10, 50, '[I]mA');
  OutTextXY(545, 50, '[V] Volt');
  OutTextXY(110, 45, 'GRAFIK SINYAL : ARUS DAN TEGANGAN
  TERHADAP TEKANAN');

```

```

For n := 1 to 16 do
begin
    interval := 70+n*10*3;
    Line(interval, 170, interval, 60);
end;
For n := 0 to 8 do
begin
    interval := 64+n*60;
    Str(n*2, skala);
    OutTextXY(interval, 173, skala);
end;
For n := 0 to 22 do
begin
    interval := 170-n*5;
    Line(70, interval, 550, interval);
end;
For n := 1 to 7 do
begin
    interval := 170-n*15-3;
    Str(n*3, skala);
    OutTextXY(50, interval, skala);
    OutTextXY(564, interval, skala);
end;
SetColor(white);
OutTextXY(20, 5, 'Simulasi Converter Tekanan Pneumatik
    Ke Arus');
OutTextXY(20, 15, 'Oleh : Kukuh Prakoso - 2852200265,
    Elektronika JTE-ITS');
end;

Procedure BingkaiIP(var PusatX, PusatY : integer);
var
    interval, n : integer;
    skala : string;
begin
    Inisialisasi_Grafik;
    SetColor(white);
    SetBKColor(yellow);
    PusatX := 84;
    PusatY := 170;
    Line(PusatX, PusatY, PusatX+440, PusatY);
    Line(PusatX, PusatY, PusatX, PusatY-120);
    Line(524, PusatY, 524, PusatY-120);
    Rectangle(0, 0, GetMaxX-15, GetMaxY);
    Rectangle(0, 25, GetMaxX-15, GetMaxY);
    SetTextStyle(DefaultFont, HorizDir, 1);
    OutTextXY(300, 185, '[I] mA');
    OutTextXY(50, 50, '[P] PSI');
    OutTextXY(545, 50, '[V] Volt');
    OutTextXY(110, 40, 'GRAFIK SINYAL : TEKANAN DAN TEGANGAN
        TERHADAP ARUS');

    For n := 1 to 22 do

```

```

        interval := 84+n*10*2;
        Line(interval, 170, interval, 50);
    end;
For n := 0 to 11 do
begin
    interval := 78+n*40;
    Str(n*2, skala);
    OutTextXY(interval, 173, skala);
end;
For n := 0 to 8 do
begin
    interval := 170-n*15;
    Line(84, interval, 524, interval);
end;
For n := 1 to 8 do
begin
    interval := 170-n*15-2;
    Str(n*2, skala);
    OutTextXY(64, interval, skala);
end;
    OutTextXY(528, interval, skala);
SetColor(white);
OutTextXY(20, 5, 'Simulasi Converter Arus Ke Tekanan
Pneumatik ');
OutTextXY(20, 15, 'Oleh : Kukuh Prakoso - 2852200265,
Elektronika JTE-ITS');
end;

Procedure CetakDataKonversi;
var
    n, k : integer;
begin
    n := 1;
    While n <= 480 do
    begin
        clrscr;
        gotoXY(10, 1); write('      Data Ke      P      [psi]
V [Volt]      I [mA]  ');
        gotoXY(10, 2); write('-----
-----');
        for k := 1 to 20 do
        begin
            gotoXY(11, k+2); write(n:3);
            gotoXY(23, k+2); write(P[n]:6:3);
            gotoXY(43, k+2); write(V[n]:6:3);
            gotoXY(63, k+2); write(I[n]:6:3);
            inc(n);
        end;
        gotoXY(18, 24); write('00000 Tekan Enter Untuk
melanjutkan ! 00000');
        readln;
    end;
end;
end;

```

```

Procedure PIHardware;
var
  A, B, C, CW, PusatX, PusatY, select : integer;
  Hasil : array [1..480] of integer;

Procedure ADC0809;
var
  chanel : integer;
  en_c, HexChan : byte;
begin
  Port[$03C3] := $89;
  Port[$03C0] := HexChan;
  Port[$03C0] := 00;
  repeat
  until (Port[$3C2] and $80) = $80;
end;

Procedure AmbilDataPI;
var
  HexChan : byte;
  N, Chanel : integer;
label
  Ulang ;

begin
  ClrScr;
  VidPop('B: Init');
  VidPop('B: LanjutPI'); bunyi2;
  TextBackGround(magenta);
  TextColor(yellow);

  ulang :
  gotoXY(31, 19); readln(chanel); bunyi1;
  if chanel < 1 then goto Ulang;
  if chanel > 4 then goto Ulang;
  begin
  case chanel of
    1 : hexchan := $10;
    2 : hexchan := $30;
    3 : hexchan := $50;
    4 : hexchan := $70;
  end;
  end;
  VidPop('B: TerusPI1');
  VidPop('B: LanjutPI2');
  gotoXY(31, 19); write(chanel);
  readln;
  readln; delay(200);
  VidPop('B: TerusPI2');
  TextBackGround(blue);
  TextColor(white);

```



```

For N := 1 to 480 do
  begin
    ADC0809;
    Hasil[n] := Port[$1C0];
    P[n] := 15/255*Hasil[n];
    gotoXY(43,20);
    write(' Tekanan Input ', '[' , n, ' ] : ', P[n]:6:3, '
          Psi ');
    delay(100);
  end;
For n := 1 to 480 do
  begin
    if P[n] < 3 then
      begin
        I[n] := 0.1778*P[n]*P[n] + 0.1999*P[n]
              + 1.85;
        V[n] := 1/4*I[n];
      end
    Else
      begin
        if P[n] > 15 then
          begin
            I[n] := -0.007*P[n]*P[n] +
                  2.235*P[n] - 157.75;
            V[n] := 1/4*I[n];
          end
        else
          begin
            I[n] := 4/3*P[n];
            V[n] := 1/4*I[n];
          end;
        end;
      end;
    end;
    VidPop('B:ProsendP');
    readln;
  end;

```

```

Procedure ConversiDataPI;

```

```

var

```

```

  Tekan : char;

```

```

  n : integer;

```

```

begin

```

```

  VidPop('B: Init');

```

```

  VidPop('B: Konvpi');

```

```

  TextBackGround(blue);

```

```

  TextColor(yellow);

```

```

  GotoXY (23,21);

```

```

  Write ('Bila Selesai 480 Data, Tekan Enter. ');

```

```

  For n := 1 to 480 do

```

```

    begin

```

```

      gotoXY(43,14);write(' [',n,' ] : ',P[n]:6:3,' Psi ');

```

```

        gotoXY(43,16);write(' [',n,'] : ',V[n]:6:3,' Volt ');
        gotoXY(43,18);write(' [',n,'] : ',I[n]:6:3,' mA ');
        vdelay(50);
    end;
    bunyi2;
    gotoXY(20,24);
    write(' Apakah Akan ditabelkan [Ya tekan Esc] ? ');
        Tekan := readkey;
        if tekan = #27 then
            begin
                CetakDataKonversi;
            end;
        SimpanDisk ('b:data-pi.dat');
end;

Procedure PlotGrafikPI;
var
    n                : integer;
    PusatX,PusatY   : integer;
begin
    PusatX := 70;
    PusatY := 170;
    BingkaiPI(PusatX,PusatY);
    For n := 1 to 480 do
        begin
            PutPixel(PusatX+round(P[n]*30),PusatY-round(I[n]*5),1);
            delay(25);
            PutPixel(PusatX+round(P[n]*30),PusatY-round(V[n]*5),1);
            delay(25);
        end;
        Penutup_Grafik;
        readln;readln;
    end;

Procedure OutputPI;
var
    k, hasil : integer;
    tunggu,en_c : byte;
    v,i,p      : real;

Procedure ADC0808;
Begin
    Port[$03C3] := $89;
    Port[$03C0] := $01;
    Port[$03C0] := $00;
        repeat
            until (Port[$3C2] and $10) = $10;
    Hasil := Port[$2C1];
    Port[$03C1]:=Hasil;
end;

Procedure ulang;

```

```

begin
  ADC0808;
  v := 5/254*Hasil;
  i := v*4;
  p := 3*v;
  gotoXY(43,14);write(' : ',P:6:3,' Psi ');
  gotoXY(43,16);write(' : ',V:6:3,' Volt ');
  gotoXY(43,18);write(' : ',I:6:3,' mA ');
  delay(200);
end;

begin
  clrscr;
  VidPop('B: Init');
  VidPop('B: Konvpi');
  gotoXY(21,21);write('          Data Simulasi Input Output. ');
  TextBackGround(blue);
  TextColor(yellow);
  repeat
  ulang;
  until Keypressed;
end;

begin
  ClrScr;
  while not Keypressed do
  begin
    clrscr;
    TextMode(C80);
    TextBackGround(blue);
    TextColor(white);
    Vidpop('B: Init');
    gotoXY(20,9);
    write(' ');
    gotoXY(20,10);
    write('          SIMULASI P/I SECARA HARDWARE ');
    gotoXY(20,11);
    write(' ');
    gotoXY(20,12);
    write(' [1] PENGAMBILAN 480 DATA ');
    gotoXY(20,13);
    write(' ');
    gotoXY(20,14);
    write(' [2] MELIHAT HASIL KONVERSI P/I ');
    gotoXY(20,15);
    write(' ');
    gotoXY(20,16);
    write(' [3] PLOT GRAFIK KONVERSI P/I ');
    gotoXY(20,17);
    write(' ');
    gotoXY(20,18);
    write(' [4] OUTPUTKAN ARUS KE PERAGA ');
  end;
end;

```

```

gotoXY(20, 19);
write(' ');
gotoXY(20, 20);
write(' [5] KE MENU UTAMA ');
gotoXY(20, 21);
write(' ');
gotoXY(20, 22);
write(' PILIHAN [1...5] ? ');
gotoXY(20, 23);
write(' ');
gotoXY(40, 22); readln(select);
case select of
1 : If not AmbilFile ('b:Data-pi.dat') then AmbilDataPI;
2 : ConversiDataPI;
3 : PlotGrafikPI;
4 : OutputPI;
5 : exit
end;
end;

Procedure IPHardWare;
var
select : integer;
P, I, V : array [0..40] of real;
Hasil : array [0..40] of integer;

Procedure ADC0808;
var
en_c, hexchan : byte;
begin
Port[$03C3] := $89;
Port[$03C0] := hexchan;
Port[$03C0] := $00;
repeat
until (Port[$3C2] and $10) = $10;
end;

Procedure OutputIP;
var
k, hasil : integer;
tunggu, en_c : byte;
v, i, p : real;

Procedure ADC0808;
Begin
Port[$03C3] := $89;
Port[$03C0] := $10;
Port[$03C0] := $00;
repeat
until (Port[$3C2] and $80) = $80;
Hasil := Port[$3C1];

```

```

    Port[$03C1]:=Hasil;
end;

Procedure ulang;
begin
    ADC0808;
    v := 5/254*Hasil;
    i := v*4;
    p := 3*v;
    gotoXY(43,14);write(' : ',P:6:3,' Psi ');
    gotoXY(43,16);write(' : ',V:6:3,' Volt ');
    gotoXY(43,18);write(' : ',I:6:3,' mA ');
    delay(200);
end;

begin
    clrscr;
    VidPop('B:Init');
    VidPop('B:Konvpi');
    gotoXY(21,21);write('      Data Simulasi Input Output. ');
    TextBackGround(blue);
    TextColor(yellow);
    repeat
        ulang;
    until keypressed;
end;

Procedure AmbilDataIP;
var
    n, chanel           : integer;
    en_c, hexchan      : byte;
    Tunggu, C          : byte;
    Hasil              : array [1..440] of integer;
Label
    Ulang;
begin
    VidPop('B:LanjutIP');bunyi2;
    TextBackGround(magenta);
    TextColor(yellow);
    Ulang:
    gotoXY(31,19);read(chanel);bunyi1;
    if chanel < 1 then goto Ulang;
        if chanel >4 then goto Ulang;
    begin;
    case chanel of
        1 : hexchan := $00;
        2 : hexchan := $03;
        3 : hexchan := $05;
        4 : hexchan := $07;
    end;
    end;
    VidPop('B:TerusIP1');

```

```

repeat until Keypressed;
VidPop('B:LanjutIP2');
gotoXY(31, 19);writeln(chanel);
VidPop('B:TerusIP2');readln;
delay(100);
TextBackGround(blue);
TextColor(white);
For N := 1 to 440 do
  begin
    delay(100);
    ADC0808;
    Hasil[n] := Port[$2C0];
    I[n] := 20/255*Hasil[n];
    gotoXY(45, 20);
    write('      Arus      Input      ', '['', n, ''] :
          ', I[n]:2:3, 'mA');
  end;
For n := 1 to 440 do
  begin
    if I[n] < 4 then
      begin
        P[n] := 0.06875*I[n]*I[n] + 0.0125*I[n]
              + 1.85;
        V[n] := 1/4*I[n];
      end
    Else
      begin
        if I[n] > 20 then
          begin
            P[n] := -0.00125*I[n]*I[n]
                  + 0.5525*I[n] - 45.5;
            V[n] := 1/4*I[n];
          end
        else
          begin
            P[n] := 3/4*I[n];
            V[n] := 1/4*I[n];
          end;
        end;
      end;
    end;
    VidPop('B:ProsEndI');bunyi2;
    readln;readln;
end;

Procedure ConversiData;
var
  n      : integer;
  Tekan  : Char;
begin
  ClrScr;
  VidPop('B:Init');
  VidPop('B:Konvip');

```

```

VidPop('B:Konvip');
TextBackGround(blue);
TextColor(yellow);
For n := 1 to 440 do
begin
gotoXY(35, 14);write(' [', n, ']' : ', I[n]:2:3, ' mA');
gotoXY(35, 16);write(' [', n, ']' : ', V[n]:2:3, ' Volt');
gotoXY(35, 18);write(' [', n, ']' : ', P[n]:2:3, ' Psi');
end;
bunyi2;
readln;
bunyi2;
gotoXY(20, 24);
write(' Apakah Akan ditabelkan [Ya tekan Esc] ? ');
Tekan := readkey;
    if tekan = #27
        then CetakDataKonversi;
        SimpanDisk ('b:data-ip.dat');
end;

Procedure Initalisasi_Printer;
var
    reg : registers;
begin
    reg.AH := 1;
    reg.DX := 0;
    Intr($17, reg);
end;

Procedure PlotGrafikIP;
var
    PusatX, PusatY, n          : integer;
begin
    PusatX := 70;
    PusatY := 170;
    BingkaiIP(PusatX, PusatY);
    For n := 1 to 440 do
        begin
            if I[n] < 4 then
                begin
                    P[n] := (0.06875*I[n]*I[n]
                        + 0.0125*I[n] + 1.85);
                    V[n] := 1/4*I[n];
                end
            Else
                begin
                    if I[n] > 20 then
                        begin
                            P[n] := (-0.00125*I[n]*I[n]
                                + 0.5525*I[n] - 45.5);
                            V[n] := 1/4*I[n];
                        end
                    end
                end
        end
    end
end

```

```

P[n] := 3/4*I[n];
V[n] := 1/4*I[n];
end;
end;
PutPixel (PusatX+Round (I[n]*20) , 170-Round (P[n]*7.5) , 1);
delay(25);
PutPixel (PusatX+Round (I[n]*20) , 170-Round (V[n]*7.5) , 1);
delay(25);
end;
bunyi2;
Penutup_Grafik;
readln;
readln;
closegraph;
end;

begin
ClrScr;
while not keypressed do
begin
clrscr;
TextMode(CSO);
TextBackground(blue);
TextColor(white);
Vidpop('B: Init');
gotoXY(20, 9 );
write(' ');
gotoXY(20, 10);
write(' SIMULASI I/P SECARA HARDWARE ');
gotoXY(20, 11);
write(' ');
gotoXY(20, 12);
write(' [1] PENGAMBILAN 440 DATA ');
gotoXY(20, 13);
write(' ');
gotoXY(20, 14);
write(' [2] MELIHAT HASIL KONVERSI I/P ');
gotoXY(20, 15);
write(' ');
gotoXY(20, 16);
write(' [3] PLOT GRAFIK KONVERSI I/P ');
gotoXY(20, 17);
write(' ');
gotoXY(20, 18);
write(' [4] OUTPUTKAN DATA KE PERAGA ');
gotoXY(20, 19);
write(' ');
gotoXY(20, 20);
write(' [5] KE MENU UTAMA ');
gotoXY(20, 21);
write(' ');
gotoXY(20, 22);

```



```

write(' PILIHAN [1...5] ? ');
gotoXY(20,23);
write(' ');
gotoXY(40,22);readln(select);
case select of
1 : If not AmbilFile ('b:Data-ip.dat') then AmbilDataIP;
2 : ConversiData;
3 : PlotGrafikIP;
4 : OutputIP;
5 : begin
        exit;
    end;
end;
end;
end;
end;

```

```

Procedure PlotGrafikFIS;

```

```

var
    Pilih : 1..3;
    PusatX, PusatY, n           : integer;
    VY, IY, Data                : array[1..160] of integer;
    YI, YV, P, I, V            : array[1..160] of real;
begin
    PusatX := 70;
    PusatY := 170;
    BingkaiPI(PusatX, PusatY);
    For n := 0 to 160 do
        begin
            Data[n] := n;
            P[n] := Data[n];
            if Data[n] < 30 then
                begin
                    I[n] := 0.001778*P[n]*P[n] + 0.01999*P[n] + 1.8;
                    V[n] := 1/4*I[n];
                end
            else
                begin
                    if Data[n] > 150 then
                        begin
                            I[n] := -0.007*P[n]*P[n] + 2.235*P[n] - 157.75;
                            V[n] := 1/4*I[n];
                        end
                    else
                        begin
                            I[n] := 4/30*P[n];
                            V[n] := 1/4*I[n];
                        end
                    end;
                end;
        end;
    end;
end;

```

```

        end;

    For n := 0 to 160 do
        begin
            YI[n] := I[n];
            YV[n] := V[n];
            IY[n] := 170-round(YI[n]*5);
            VY[n] := 170-round(YV[n]*5);
            PutPixel (PusatX+n*3, IY[n], 1); delay(25);
            PutPixel (PusatX+n*3, VY[n], 1); delay(25);
        end;
    bunyi2;
    Penutup_Grafik;
    readln;readln;
    closegraph;
end;

Procedure PlotGrafikIPS;
var
    PusatX, PusatY, n           : integer;
    I, P, V                     : array [1..220] of real;
    dataI                       : array [1..220] of integer;
begin
    PusatX := 70;
    PusatY := 170;
    BingkaiIP(PusatX, PusatY);
    For n := 1 to 220 do
        begin
            dataI[n] := n;
            I[n]     := dataI[n];
            if I[n] < 40 then
                begin
                    P[n] := (0.0006875*I[n]*I[n]
                        + 0.00125*I[n] + 1.85)*7.5;
                    V[n] := 1/4*I[n]/20*15;
                end
            Else
                begin
                    if I[n] > 200 then
                        begin
                            P[n] := (-0.00125*I[n]*I[n]
                                + 0.5525*I[n] - 45.5)*7.5;
                            V[n] := 1/4*I[n]/20*15;
                        end
                    else
                        begin
                            P[n] := 3/4*I[n]/10*7.5;
                            V[n] := 1/4*I[n]/20*15;
                        end
                    end;
                end;
            PutPixel (PusatX+n*2, 170-Round(P[n]), 1);
            delay(25);
        end;
    end;
end;

```

```

        bunyi2;
        Penutup_Grafik;
    readln;
    readln;
    closegraph;
end;

Procedure Software;
var
    select : integer;
begin
    ClrScr;
    while not keypressed do
    begin
        clrscr;
        TextMode(C80);
        TextBackGround(blue);
        TextColor(white);
        vidpop('b: init');
        gotoXY(20, 9 );
        write(' ');
        gotoXY(20, 10);
        write(' SIMULASI MELALUI SOFTWARE ');
        gotoXY(20, 11);
        write(' ');
        gotoXY(20, 12);
        write(' [1] SIMULASI TEKANAN PNEUMATIK KE ARUS ');
        gotoXY(20, 13);
        write(' ');
        gotoXY(20, 14);
        write(' [2] SIMULASI ARUS KE TEKANAN PNEUMATIK ');
        gotoXY(20, 15);
        write(' ');
        gotoXY(20, 16);
        write(' [3] KEMBALI KE MENU UTAMA ');
        gotoXY(20, 17);
        write(' ');
        gotoXY(20, 18);
        write(' PILIHAN [1..2] ? ');
        gotoXY(20, 19);
        write(' ');
        gotoXY(40, 18); readln(select); bunyi1;
        case select of
            1 : PlotGrafikPIS;
            2 : PlotGrafikIPS;
            3 : begin
                    exit;
                end;
        end;
    end;
end;
end;
end;

```

```

end;
end;

Procedure MenuUtama;
begin
  ClrScr;
  TextMode(C80);
  TextBackGround(red);
  TextColor(white);
  VidPop('B: init');
  gotoXY(25, 9);
  write('
  write('
gotoXY(25, 10);
write('          M E N U   U T A M A      ');
gotoXY(25, 11);
write('
gotoXY(25, 12);
write(' [1] SET WAKTU                        ');
gotoXY(25, 13);
write(' [2] SIMULASI SECARA SOFTWARE        ');
gotoXY(25, 14);
write(' [3] SIMULASI P/I SECARA HARDWARE     ');
gotoXY(25, 15);
write(' [4] SIMULASI I/P SECARA HARDWARE    ');
gotoXY(25, 16);
write(' [5] KELUAR                            ');
gotoXY(25, 17);
write('
gotoXY(25, 18);
write(' PILIHAN [1..5] ?                      ');
gotoXY(25, 19);
write('
gotoXY(43, 18); read(pilih); bunyi1;
end;

Begin
  ClrScr;
  Inisialisasi_PPI; ClrScr;
  VidPop('B: Spesifik'); bunyi2; readln;
  While not Keypressed do
  begin
    ClrScr;
    MenuUtama;
    case Pilih of
    1 : Set_Waktu;
    2 : Software;
    3 : PIHardware;
    4 : IPHardware;
    5 : begin
          VidPop('B: Keluar'); delay(500);
          exit; end;
        end;
    end;
  end;
End.

```

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 6 Januari 1966 sebagai anak ketiga dari lima bersaudara, dari Ibu H. Cut Noerhajati Bakri dan Ayah H. Ach. Syamsul Barry.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar pada tahun 1979 di Sekolah Dasar Negeri Suwandak, Lumajang, Jawa Timur. Tahun 1979 penulis mengikuti pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) 1 Negeri, Lumajang, Jawa Timur, dan lulus tahun 1982. Kemudian mulai tahun yang sama melanjutkan ke Sekolah Menengah Pembangunan Persiapan (SMPP) Negeri, yang sekarang dinamakan Sekolah Menengah Atas (SMA) 2 Negeri, Lumajang, Jawa Timur dan lulus tahun 1985. Tendaftar pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya sejak tahun 1985 melalui jalur PMDK pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri yang kemudian mengambil bidang studi Elektronika untuk keahliannya.

Pengalaman akademis yang pernah didapat adalah : Kerja Praktek Elektris I pada PT Panggung Electronik, Waru, Sidoarjo, Jawa Timur dan Kerja Praktek Elektronik II pada PPT Migas Cepu, Jawa Tengah. Penulis juga aktif menjadi asisten di Laboratorium Bidang Studi Elektronika JTE FTI ITS selama kuliah di tahap sarjana.