

18.216 /H/03



RANCANG BANGUN PENGENDALIAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA BUDIDAYA JAMUR MERANG BERBASIS PC

TUGAS AKHIR



RSF
681.76
Hab
F-1
2003

Oleh :

ARIAWAN HABIBI
NRP : 2499 030 032

PERPUSTAKAAN I T S	
Tgl. Terima	8 - 4 - 2003
Terima Dari	H
No. Agenda Prn.	216946

PROGRAM STUDI D III TEKNIK INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2003

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN
TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA
BUDIDAYA JAMUR MERANG BERBASIS PC**

TUGAS AKHIR

Oleh :

ARIAWAN HABIBI
NRP : 2499 030 032

Surabaya, 6 pebruari 2003

Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing



HENDRA CORDOVA, ST, MT
NIP. 132 125 672

Ketua Jurusan

Teknik Fisika FTI – ITS



IR. YA'UMAR, MT.
NIP. 130 937 708

Koordinator Program Studi

D3 Tenik Instrumentasi



IR. SYAMSUL ARIFIN,MT.
NIP. 131 835 487

ABSTRAK

ABSTRAK

Dengan di rancangnya suatu prototype Pengendalian Temperature dan Kelembaban yang mempunyai nilai keakuratan yang cukup tinggi, peneliti berharap para petani Jamur di Indonesia tidak perlu lagi susah – susah dalam menjaga pertumbuhan jamur, hanya dengan menggunakan satu unit komputer saja kita bisa mengendalikan pertumbuhan Jamur dengan baik. Alat ini menggunakan dua sensor suhu LM 35, yang masing – masing mempunyai linieritas sebesar 99,97 dan 99,77, ADC 0804 dengan linieritas 99,85, Konverter V/I dengan linieritas 99,58. Dari kedua sensor suhu tersebut, maka dapat di temukan besarnya nilai kelembaban relative dengan error pembacaan yang cukup kecil, yaitu 0,3 %. Sedangkan error yang terdapat pada rangkaian sensor kelembaban adalah sebesar 1,967%. Dengan adanya nilai error yang kecil ini di harapkan mampu meningkatkan produksi Jamur merang dengan baik, dan merekapun tidak lagi bergantung pada iklim yang ada , karena pelaksanaannya di lakukan di dalam ruangan.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Sesungguhnya segala puji bagi Allah SWT, yang Maha Terpuji, tempat kami meminta pertolongan, Maha Pandai, pengatur seluruh alam semesta, pemberi kesabaran kepada orang-orang yang dikehendaki dan kami memohon ampun kepadanya. Rasa syukur selalu kami panjatkan kepada-Nya yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah dan memberikan ketenangan serta kesabaran dalam diri penulis hingga dapat menyelesaikann tugas akhir yang berjudul :

“ RANCANG BANGUN PENGENDALIAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA BUDIDAYA JAMUR MERANG BERBASIS PC “

Yaa Allah, semoga Engkau limpahkan shalawat dan salam sepanjang zaman atas kekasih-Mu, junjungan dan tauladan terbaik kami, Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikut beliau.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi suatu persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar Diploma III Teknik Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika , FTI - ITS.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas selesaiannya Tugas Akhir ini, penulis ingin ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penggerjaan tugas akhir ini, antara lain kepada :

1. Bapak Ir. Ya'umar, MT selaku Dosen Wali dan Ketua Jurusan Teknik Fisika FTI - ITS.

2. Bapak Hendra Cordova, ST, MT selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, serta nasehat-nasehat bijaknya yang membuat penulis menatap masa depan dengan lebih baik.
3. Bapak Ir. Syamsul A., MSc selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Instrumentasi FTI – ITS.
4. Bapak Totok Suhartanto selaku Kasie Workshop Instrumentasi yang memberikan arahan dan petunjuk mengenai pengalaman – pengalaman instrumentasi di lapangan.
5. Ibunda dan Ayahanda (Almarhum), atas semua pengorbanan – pengorbanan tanpa pamrihnya yang diberikan selama ini, kesabaran dan do'a sucinya, tanpa kalian berdua saya tidak akan pernah bisa hadir di dunia dan menuliskan kata-kata ini.
6. Rekan-rekan senasib dan seperjuangan Workshop Instrumentasi, Bobby, Hendra(Batman pembasmi kejahatan), Emon, Alex (Telur), Hamzah, Jetto, Kusno,Hadi ,Dido ,Gendhis,Tengsar-Tengcil, afif,gembrot , dan teman-teman semua yang setia menemaniku di saat suka dan duka, tanpa kehadiran kalian langkahku akan terasa berat, teruskan perjuangan kalian, kebersamaan kita akan menjadi sebuah kisah klasik untuk masa depan.
7. Kaum Hawa di Blok U 168 (Ari-nyamuk,Ruri-Dian, Dani-Angga, Rahmat,Sandra,Bapak&Ibu kos(Iam Sorry), yang selalu memberi semangat untuk ngerjain Tugas akhir ini ,meskipun ngempritnya juga masih tetap semangat.(spesial Thank's to : Risa Puspitaningrum Alias EMPRIT).

8. Punggawa-punggawa Workshop Instrumentasi, Mas Sinom, Bang Iwan, Mas Kelik, Hari Sukondang, Teguh, AndreBang Hanif....yang banyak memberiku “pelajaran yang berarti”, teruskan perjuangan kalian !.
9. Pipit, Mahardika, Lely, Ningssih & Kumis(Iam Sorry : belum bisa membantu)
10. Jenih, Rilie, Cecil, Dita, Mak-nyak, Zimba, Lees, Lee, Tessa, dan seluruh rekan-rekan D3-Instrumentasi yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu yang telah memberi warna pada kehidupanku.
11. Endi Kristanto (Makasih atas software_nya) dan Yunan (Semoga amal kalian di terima oleh Allah SWT)
12. Mas Setyo, Benny dan keluarga kertajaya, atas ide-ide gemilang dan tempat teduhnya yang telah memberiku semangat untuk terus berkarya. Terima kasih banyak.
13. Dan masih banyak orang – orang yang ada disekitarku (yang belum tercantum namanya) yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini semoga Tuhan membalas kebaikan – kebaikan kalian. Amin.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN

Halaman Judul.....	.i
Lembar Pengesahan.....	.ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Laporan	3

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Kelembaban Relatif.....	4
2.1.1 Perpindahan gabungan kalor dan massa serta hokum garis lurus (straight line law)	4
2.1.2 Perpindahan kalor sensibel dan kalor laten pada	

permukaan basah.....	6
2.1.3 Penjenuhan Adiabatik dan Suhu Bola Basah Termodinamik.....	8
2.2 Temperatur	10
2.2.1 Sensor Temperatur LM 35.....	11
2.3 Successsive Approximation ADC.....	12
2.4 DAC (Digital to Analog Converter).....	16
2.5 Signal Conditioning	23
2.6 Programamable Periperal Interface (PPI 8255)	25
2.7 Pengantar Budi Daya Jamur Merang	33
2.7.1 Teknik Budi Daya Jamur Merang	33
2.7.1.1 Budi Daya Secara tradisional.....	34
2.7.1.2 Budi Daya Jamur Merang Secara Modern ..	35
2.8 Control Valve	42

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan dan pembuatan alat.....	44
3.2 Rangkaian Sensor	45
3.2.1 Sensor Kelembaban.....	46
3.3 Rangkaian ADC 0804	47
3.4 Rangkaian Interface PPI 8255 A.....	48
3.5 Control Valve	49
3.6 Perancangan I/V dan V/I	52
3.7 Pembuatan Program	54

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor.....	56
4.1.1 Pengujian IC LM 35.....	56
4.2 Pengujian Signal Conditioning.....	59
4.2.1 Pengujian Signal Conditioning IC LM 35	59
4.3 Pengujian dan kalibrasi ADC 0804	60
4.4 Pengujian V/I Converter.....	62
4.5 Pengujian Alat Ukur Temperatur dan Kelembaban	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA

xiii

Lampiran

DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Garis kelembaban Relatif	4
Gambar 2.2 dara melewati permukaan basah..	4
Gambar 2.3 Kondisi udara yang bergerak ke arah titik jenuh Yang bersuhu permukaan basah	5
Gambar 2.4 Perpindahan kalor dan masa antara udara dan permukaan basah.	6
Gambar 2.5 Penjenuhan Adiabatik	8
Gambar 2.6 Garis suhu bola basah termodinamik	9
Gambar 2.7 termometer gelas.	11
Gambar 2.8 Susunan Pena IC sensor LM 35	11
Gambar 2.9 Blox Diagram SAC ADC	13
Gambar 2.10 Diagram Pena IC ADC 0804	14
Gambar 2.11 Contoh Pengoperasian IC ADC 0804	16
Gambar 2.12 DAC 0808 National Semiconductor	17
Gambar 2.13 Rangkaian I/V Converter (I/V Konverter)	24
Gambar 2.14 Konfigurasi Kaki IC PPI 82 55A	
Gambar 2.15 Control Word Program	30
Gambar 2.16 Blok Diagram PPI Card 8255A .	32
Gambar 2.17 Media Tumbuh Jamur Merang Yang disusun melintang.	36
Gambar 2.18 Kumbung Jamur Merang yang terbuat dari anyaman bambu	37
Gambar 2.19 Pembangkit Uap pada jamur merang	38
Gambar 2.20 Jamur Merang Saat dipanen	39

Gambar 2.21 Jamur merang saat stadia kancing	40
Gambar 2.22 Gambar Sealed bellow valve	42
Gambar 3.1 Diagram Blok rancang bangun Pengendalian temperature dan kelembapan	45
Gambar 3.2 Rangkain sensor temperature	46
Gambar 3.3 Bentuk sensor alat ukur kelembaban relatif udara	47
Gambar 3.4 Rangkain ADC ...	47
Gambar 3.5 Control Word Program ...	49
Gambar 3.6 Sealed Bellows valve .	51
Gambar 3.7 Rangkaian Suplai Daya	52
Gambar 3.8 Rangkaian I/v	52
Gambar 3.9 Rangkain I/V Converter dengan rangkaian penguatan	53
Gambar 3.10 Rangkaian V/I dengan rangkaian penguatan	53
Gambar 3.11 Flowchart dari bahasa pemrograman	55
Gambar 4.1 Grafik Hasil pengujian IC LM35 Bola Kering	57
Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian IC LM35 Bola Basah	58
Gambar 4.3 Grafik hasil Pengujian sinyal kondisioning LM35	60
Gambar 4.4 Grafik Hasil pnegujian ADC 0804	61
Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan dan arus pada V/I	63
Gambar 4.6 Tampilan Dari Program	64

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi kaki IC	28
Tabel 4.1 Hasil pengujian karakteristik IC LM 35 Bola Kering	57
Tabel 4.2 Hasil pengujian karakteristik IC LM 35 Bola Basah	58
Tabel 4.3 Hasil pengujian sinyal condisioning LM 35	59
Tabel 4.4 Hasil pengujian Linieritas ADC 0804	61
Tabel 4.5 Hasil Pnegujian V/I converter	62
Tabel 4.6 Suhu ruangan Jamur Merang	65
Tabel 4.7 Perfomansi alat ukur dengan sensor LM 35	66
Tabel 4.8 Pengukuran kelembaban relatif pada ruangan jamur	68

ВАВ I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era pembangunan saat ini banyak di warnai oleh pemakaian dan pemanfaatan teknologi canggih di berbagai bidang . Hal ini di maksudkan untuk mencapai hasil yang lebih baik dengan efisiensi dan efektivitas yang lebih tinggi .Kemajuan di bidang elektronika mendominasi dari berbagai kemajuan yang ada . Salah satunya adalah pemakaian komputer secara optimal.

Industrialisasi yang meliputi industri berat dan ringan , industri padat modal , industri padat teknologi maupun industri padat karya adalah kegiatan terbesar dalam proses pembangunan .Pemakaian komputer secara optimal dalam industrialisasi salah sutanya adalah sebagai pengontrol proses.

1.2. Permasalahan

Untuk menghasilkan jamur merang yang baik ,sangat bergantung pada temperatur dan kelembaban yang di berikan .Masalah-masalah yang saya hadapi dalam merancang Pengendalian Suhu dan Kelembaban adalah:

- Bagaimana merancang pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Jamur Merang.
- Bagaimana menampilkan rancangan Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Jamur Merang dalam Personal Computer.

1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merancang Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Jamur Merang berbasis Personal Komputer

I.4. Batasan Masalah

Tugas Akhir ini adalah Rancang Bangun Pengendalian Temperatur dan Kelembaban berbasis PC , oleh karena itu beberapa parameter alat tersebut telah disesuaikan dengan parameter yang ada pada proses pengolahan jamur merang .

Parameter tersebut untuk menentukan jenis Tranduser yang sesuai dengan rentang pengukuran parameter yang ada .Untuk temperatur pemeliharaan pertumbuhan micellia jamur berkisar 32°C sampai 38°C , dengan suhu optimum sekitar 35°C dan untuk kelembaban relatif berkisar 80% sampai 85% untuk pembentukan tubuh buah, 65% untuk produksi optimum. Pengambilan data ini saya lakukan dengan cara melihat buku-buku pembudidayaan Jamur Merang.

Pengontrolan temperatur akan dilaksanakan secara kontinyu dan proporsional , sedangkan untuk kelembaban relatif secara diskontinyu , dan untuk membantu analisa proses selanjutnya , software tersebut akan memberikan fasilitas untuk menampilkan serta menyimpan data dan grafik .

I.5. Metodologi

Perencanaan alat ini berdasarkan beberapa pertimbangan dan pendekatan pada permasalahan , yaitu :

- Jamur merang merupakan salah satu komoditi agroindustri yang cukup berpotensi bagi negara .
- Proses pengolahan jamur konvensional membutuhkan waktu yang cukup lama dan sangat bergantung pada iklim setempat.

Untuk mencapai solusi bagi permasalahan diatas , maka metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

Studi literatur tentang pengolahan jamur merang dari buku referensi .

- menyusun beberapa alternatif untuk mendapatkan solusi yang diperkirakan paling sesuai .
- Pembuatan hardware dan software sampai selesai
- Menganalisa data dan memadukannya dengan alternatif yang ada sehingga dapat menentukan metode yang di pakai sebagai solusi.

1.6. Sistematika

Pembahasan masalah dibagi menjadi beberapa bab, dengan bab I pendahuluan, Bab II berisi tentang teori penunjang, Bab III berisi tentang perancangan, Bab IV membahas pengujian alat dan analisa, Bab V penutup berisi kesimpulan dan saran.

BAB II
TEORI PENUNJANG

BAB II

DASAR TEORI

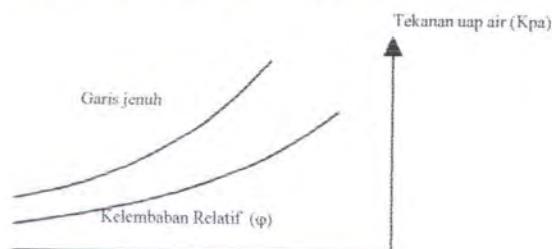
2.1 Kelembaban Relatif (ϕ)

Kelembaban relatif didefinisikan sebagai perbandingan tekanan parsial uap air di dalam udara basah terhadap tekanan uap air jenuh pada suhu dan tekanan yang sama.

Garis-garis kelembaban relatif yang konstan dapat digambarkan pada bagan seperti pada gambar 2.1, dengan mengukur jarak vertikal antara garis jenuh dan alas bagan, misalnya untuk kelembaban relatif 0,50, ordinatnya sama dengan separuh tinggi garis jenuh pada suhu yang sama.

Dari hubungan untuk gas ideal, ϕ dapat dinyatakan sebagai;

$$\phi = \frac{\text{tekanan uap air parsial}}{\text{tekanan jenuh air murni pada suhu yang sama}} \dots \dots (2.1)$$



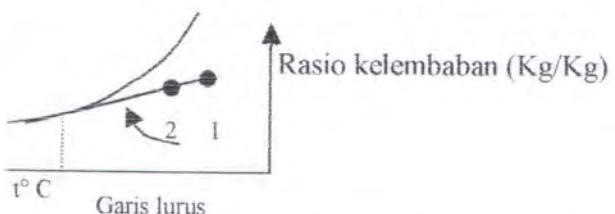
Gambar 2.1, Garis Kelembaban Relatif^[11]

2.1.1 Perpindahan gabungan kalor dan massa serta hukum garis lurus (straight line law)



Gambar 2.2 Udara melewati permukaan basah^[11]

Sifat psikrometrik lain yang dibahas adalah suhu bola basah, tetapi untuk membuktikan pengertian kita tentang sifat-sifat ini, akan diberikan tinjauan singkat yang mengarah pada penggabungan proses perpindahan kalor dan massa serta mengenalkan hukum garis lurus. Hukum ini menyatakan bahwa apabila udara memindahkan kalor dan massa (air) ke atau dari suatu permukaan basah, maka keadaan udara yang terlihat pada bagan psikrometri bergerak kearah garis jenuh pada suhu permukaan basah tersebut. Bila udara mengalir di atas suatu permukaan basah, seperti yang dilukiskan pada gambar 2.2, maka udara yang melewati daerah differensial dA pada gambar 2.3 berubah dari keadaan 1 ke keadaan 2.



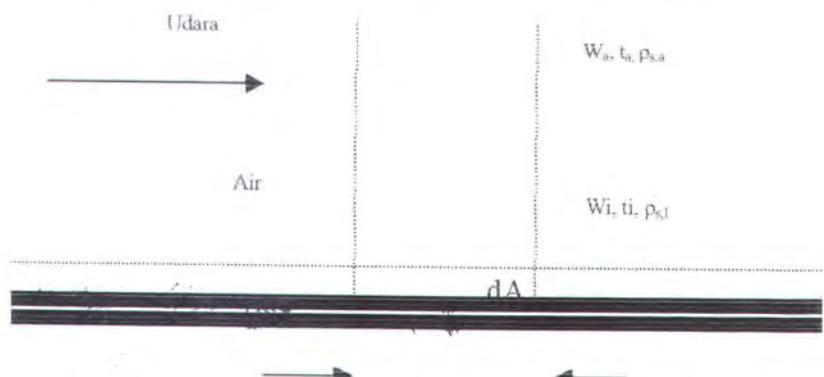
Gambar.2.3 kodisi udara yang bergerak ke arah titik jenuh yang bersuhu

permukaan basah^[11]

Hukum garis lurus menyatakan bahwa titik-titik yang terletak pada garis lurus yang ditarik dari titik 1 kearah kurva jenuh yang bersuhu permukaan basah.

Tidak mengherankan bahwa udara hangat pada keadaan 1 akan turun suhunya bila bersentuhan dengan air yang bersuhu t_w . Diharapkan juga pada titik 1 yang bertekanan uap lebih tinggi dari cairan yang bersuhu t_w akan memindahkan massa dengan cara mengembunkan sejumlah uap air dan menurunkan rasio kelembaban udara tersebut. Yang menarik laju perpindahan kalor dan massa begitu berkaitan, perubahannya merupakan garis lurus yang mengarah ke garis jenuh yang bersuhu bola basah.

2.1.2 Perpindahan kalor sensibel dan kalor laten pada permukaan basah



Gambar 2.4 Perpindahan kalor dan massa antara udara dan permukaan basah^[11]

Jika udara melewati suatu permukaan basah seperti pada gambar 2.4, akan terjadi perpindahan kalor sensibel dan kalor laten secara bersamaan. Bila terdapat perbedaan suhu antara udara (t_a) dan permukaan basah tersubut (t_i) maka kalor akan dipindahkan. Bila terdapat beda tekanan parsial uap air di udara ($\rho_{s,a}$) dan tekanan di air ($\rho_{s,l}$) akan terjadi perpindahan massa (air). Perpindahan massa air ini menyebabkan perpindahan energi panas juga, karena pada saat uap air mengembun, kalor laten harus dikeluarkan dari air tersebut. Sebaliknya jika sejumlah cairan menguap dari lapisan air , harus diberikan kalor penguapan pada air yang menguap tersebut.

Laju perpindahan kalor sensibel dari muka air ke udara (q_s) dapat dihitung dengan persamaan konveksi,

Dimana :

q_s = laju perpindahan kalor sensibel, W

h_c = koefisien konveksi. $\text{W/m}^2 \text{ K}$

$$A = \text{luas permukaan} \cdot m^2$$

Laju perpindahan massa dari permukaan basah /air ke udara sebanding dengan beda tekanan $\rho_{s,i} - \rho_{s,a}$. Karena rasio kelembaban hampir sebanding dengan beda tekanan uap, sehingga dapat dibuat suatu hubungan keseimbangan,

Laju perpindahan massa = $h_D dA (w_i - W_a)$ kg/det

Dengan :

h_D = tetapan keseimbangan, kg/m²

W_1 = rasio kelembaban udara jenuh pada suhu permukaan basah.

Oleh karena perpindahan massa ke atau dari air menyebabkan terjadinya perpindahan kalor , sebagai akibat pengembunan atau penguapan, maka:

dimana:

q_L = laju perpindahan kalor laten, W

h_{fg} = kalor laten air pada suhu t_1 , J/kg

Agaknya memang sulit untuk menentukan harga-harga koefisien konveksi h_c yang tepat bagi keadaan-keadaan khusus, karena itu diperlukan lebih banyak data untuk menentukan koefisien konveksi perpindahan kalor sensibel dari pada koefisien kesebandingan perpindahan massa (h_D). Untungnya mekanisme perpindahan dipermukaan air yang mengatur laju perpindahan kalor sensibel sama dengan yang mengatur laju perpindahan massa tersebut. Jadi mesti ada hubungan yang sebanding antara h_D dan h_c .

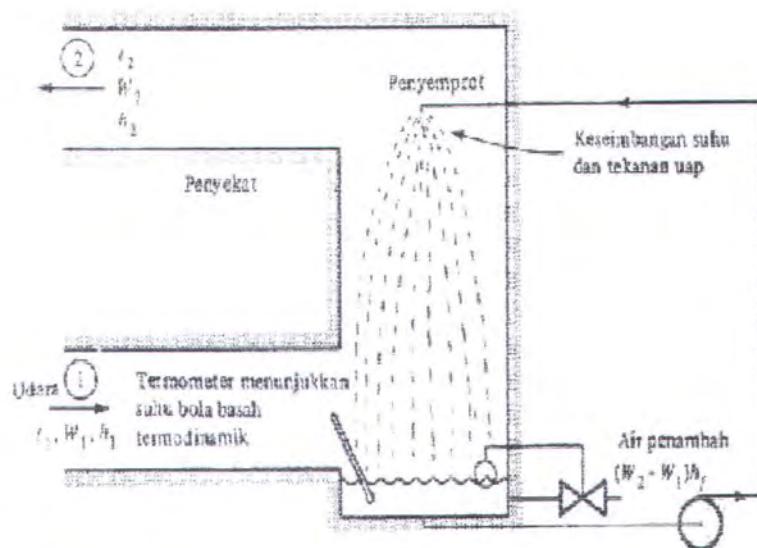
dimana:

c_{pm} = kalor spesifik udara basah, J/kg.K

Kalor spesifik udara basah ini didasarkan pada 1 kg udara kering sehingga merupakan jumlah dari kalor spesifik udara kering dan kalor spesifik uap air.

2.1.3 Penjenuhan Adiabatik dan Suhu Bola Basah Termodinamik

Alat penjenuhan adiabatik pada gambar 2.7, adalah suatu peralatan yang mengalirkan udara melewati percikan atau semprotan air. Air tersebut didaurkan secara terus-menerus, oleh karena penyemprotan menciptakan luas permukaan basah yang sangat banyak, maka udara yang meninggalkan ruang penyemprotan berada dalam keseimbangan dengan air tersebut dalam hal suhu dan tekanan uapnya.



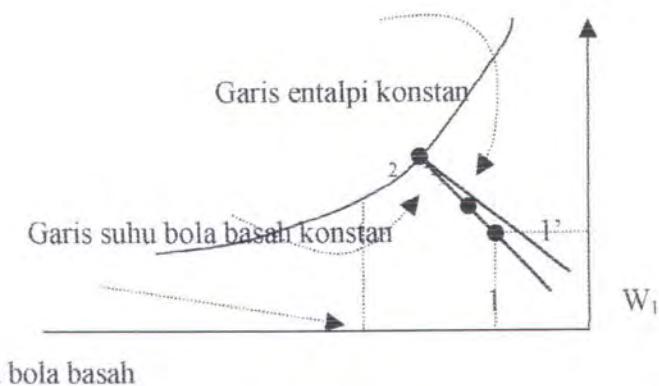
Gambar. 2.5. Penjenuhan Adiabatik¹¹¹

Alat ini bersifat adiabatik karena dindingnya diberi penyekat kalor dan tidak ada kalor yang ditambahkan dan dilepaskan. Untuk membuat proses berjalan terus-menerus, perlu dilakukan penambahan air untuk mengganti jumlah air yang dilepaskan ke udara. Suhu air penambah ini diatur supaya sama dengan suhu air dalam bak penampung.

Setelah penjenuhan ini berada dalam keadaan mantap, maka suhu yang terbaca pada termometer yang dicelupkan pada bak adalah suhu bola basah termodinamik. Penggabungan tertentu kondisi udara akan menghasilkan suhu-suhu bak tertentu dan dapat didefinisikan dengan persamaan keseimbangan energi dalam alat penjenuhan (saturator).

Keseimbangan energi ini didasarkan pada satuan aliran massa udara dengan h_f adalah entalpi cairan jenuh dalam bak penampung yang bersuhu bola basah termodinamik.

$$h_l = h_2 - (W_2 - W_1) h_f \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (2.6)$$



Suhu bola basah

Gambar 2.6 Garis suhu bola basah termodinamik konstan^[11]

Di dalam bagan psikrometri pada gambar. 2.6, titik 1 terletak di bawah garis entalpi konstan yang melewati titik 2. Setiap kondisi udara lain yang menghasilkan suhu bak yang sama seperti titik 1', mempunyai suhu bola basah yang sama. Garis ini lurus karena mengikuti hukum garis lurus yang menyatakan bahwa udara yang masuk melalui titik 1 bergerak kearah garis jenuh yang bersuhu permukaan basah. Garis lurus antara titik 1 dan 2 menunjukkan lintasan udara pada saat melewati ruang penjenuhan.

Garis-garis pada suhu bola basah konstan terdapat dalam bagan psikrometri seperti pada gambar 2.1, tetapi garis garis entalpi konstan jarang diperlihatkan. Skala entalpi-entalpi yang disebelah kiri garis jenuh berlaku untuk udara jenuh. Untuk udara yang tidak jenuh, skala entalpi yang disebelah kiri ini harus ditambahkan dengan entalpi yang ditulis disebelah kanan dan atas bagan.

2.2 Temperatur

Temperatur adalah tingkatan panas (level of heat), dimana panas (heat) bisa dikategorikan sebagai energi dalam bentuk pergerakan dari molekul, pergerakan dari molekul tidak berhenti bahkan sampai temperatur -460°F . Bahkan energi masih tetap terdapat pada suatu substansi (zat/materi/bahan) pada level temperatur yang lebih rendah. Energi ini berhubungan erat dengan substansi lain yang berada pada temperatur yang rendah juga, sebagai contoh jika 2 substansi pada temperatur yang rendah bergerak mendekati secara bersamaan, panas akan dipindahkan dari substansi yang lebih panas ke substansi yang lebih dingin. Jadi panas bisa dikatakan mengalir secara *downhill*.

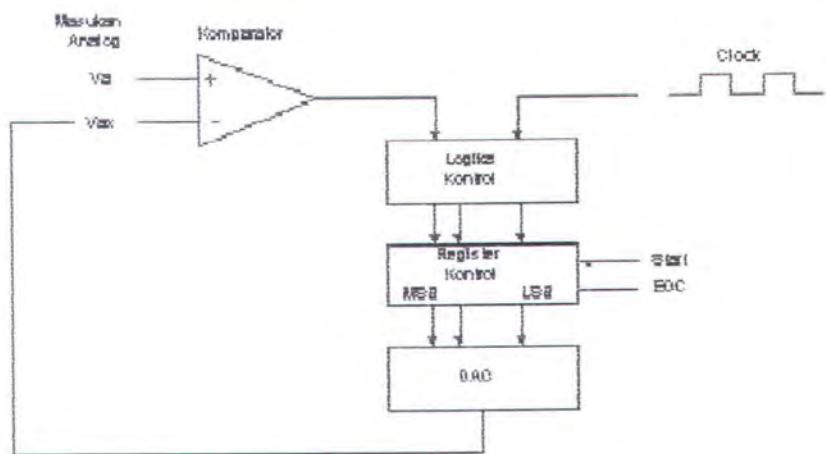


2.3 Successive Approximation ADC

Karena dalam basis komputer bersifat diskrit / digital, sedangkan besaran fisis seperti temperatur, tekanan, dan lain – lain bersifat analog, maka diperlukan suatu konverter dari analog ke digital atau biasa disebut ADC yang sering digunakan dan mudah mendapatkan komponennya adalah jenis Successive Approximation ADC (SAC ADC).

Blok diagram SAC ADC diperlihatkan pada gambar 2.9. Adapun cara kerjanya dapat diuraikan sebagai berikut. Sebuah SAC ADC tidak menggunakan pencacah (counter), tetapi menggunakan register kontrol (juga disebut Successive Approximation Register, SAR) yang isinya dapat diubah bit demi bit oleh suatu logika kontrol.

Proses konversi dimulai dengan memberikan pulsa start. Akibat pulsa start ini, logika kontrol akan mereset semua bit dalam register kontrol, sehingga keluaran register semuanya sama dengan nol dan Vax sama dengan 0 volt. Karena itu $V_{ax} < V_a$, sehingga keluaran komparator akan tinggi (logika 1). Karena logika 1 ini, logika kontrol akan menset MSB (Most Significant Bit atau bit yang paling akhir) register kontrol menjadi logika 1. Dengan demikian sekarang V_{ax} akan sama dengan bobot MSB dikalikan step size DAC. Kalau sekarang ternyata $V_{ax} > V_a$, maka keluaran komparator akan berubah menjadi logika 0. Akibatnya logika kontrol akan mereset MSB tadi menjadi logika 0. Kemudian logika kontrol akan menset bit berikutnya (MSB kedua) menjadi logika 1.



Gambar 2.9 Blok Diagram SAC ADC^[14]

Sebaliknya jika $V_{in} \leq V_a$, keluaran komparator akan berlogika 1, sehingga logika kontrol akan tetap membiarkan MSB berlogika 1. Logika kontrol kemudian akan menset bit berikutnya (MSB kedua) menjadi berlogika 1. Proses diatas diulang sampai semua bit dicoba, mulai dari MSB, kemudian MSB kedua, MSB ketiga, dan seterusnya sampai LSB. Setelah LSB dicoba, maka proses konversi selesai dan logika kontrol akan mengeluarkan sinyal EOC (End Of Conversion). Setelah konversi selesai, register kontrol berisi bilangan biner yang ekivalen dengan sinyal analog V_a .

2.3.1 ADC 0804

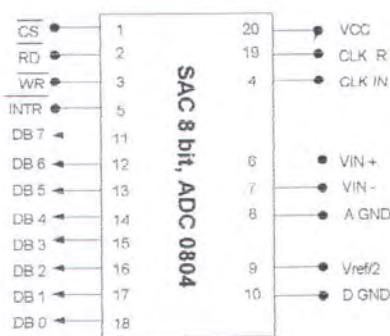
Sebagai contoh ADC jenis SAC, yaitu IC SAC 8 bit CMOS dalam kemasan 20 pena, yaitu ADC 0804. Gambar dibawah memperlihatkan diagram pena berikut fungsinya masing – masing.

IC ADC 0804 mempunyai 2 masukan analog, yaitu $V_{in(+)}$ dan $V_{in(-)}$, sehingga dapat menerima masukan deferensial (tegangan selisih). Jadi masukan analog sesungguhnya, yaitu V_{in} , akan sama dengan selisih antara tegangan – tegangan yang dihubungkan kedua pena masukan ini, yaitu: $V_{in(+)}$ dan $V_{in(-)}$. Jika

masukan analog berupa tegangan tunggal, maka tegangan ini harus dihubungkan ke $V_{in(+)}$, dan $V_{in(-)}$ harus ke ground analog. Untuk operasi normal, ADC 0804 menggunakan Vcc (tegangan supply) sebesar +5 volt sebagai tegangan referensi, dalam hal ini jangkauan masukan analog mulai dari 0 volt sampai +5 volt (skala penuh). Karena IC ini adalah ADC 8 bit, maka ukuran step adalah 19,6 mV dan persentase resolusi 0,39 %.

ADC 0804 memiliki generator clock internal yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pena CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK IN dan ground digital. Maka frekuensi clock yang digunakan akan sama dengan:

$$f = \frac{1}{1,1xRxC} \quad \dots \dots \dots \quad (2.8)$$



Gambar 2.11 Diagram pena IC ADC 0804^[14]

Sedangkan fungsi – fungsi pena lainnya akan dijelaskan secara singkat sebagai berikut :

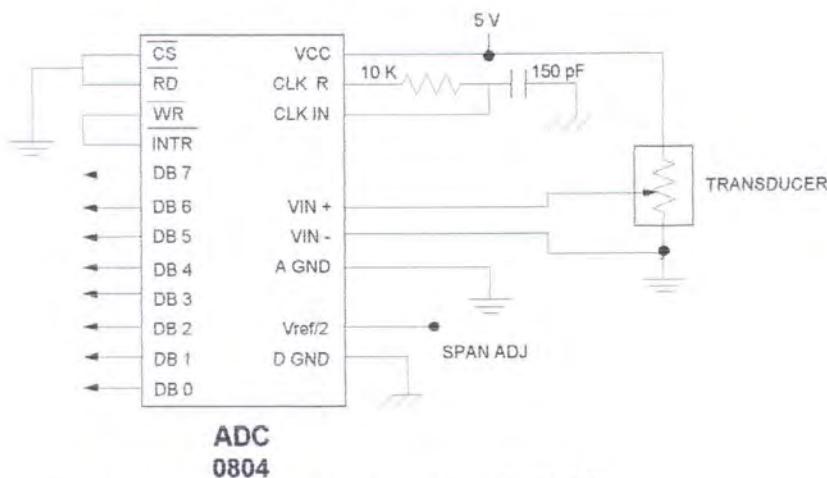
- Masukan CS (Chip Select) aktif rendah.
 - Digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804 jika CS berlogika 0. Jika CS berlogika 1 ADC 0804 tidak aktif.

- Masukan RD (Read atau Output Enable).
- Digunakan untuk mengaktifkan keluaran digital ADC 0804. Jika CS = RD = 0, maka kondisi logika di pena D0 – D7 akan mewakili hasil konversi A/D terakhir dan dapat dibaca oleh microprosessor atau komputer.
- Masukan WR (Write atau Start Convetion).
- Digunakan untuk memulai proses konversi. Untuk itu WR harus diberi pulsa logika 0.
- Keluaran INTR (Interrupt atau End of Convetion).
- Adalah pena yang berfungsi untuk memberikan tanda bahwa konversi telah selesai. Pada saat konversi dimulai INTR akan berubah berlogika 1 dan di akhir konversi INTR kembali ke logika 0.
- Masukan Vref/2

Digunakan untuk mengurangi tegangan referensi internal, yang berarti mengubah jangkauan analog yang dapat ditangani oleh ADC 0804. Jika masukan Vref/2 tidak dihubungkan, maka jangkauan masukan analog adalah 0 volt sampai +5 volt. Jika dihubungkan ke suatu tegangan eksternal sebesar V_x volt, maka jangkauan masukan analog akan menjadi $0 - (2 V_x)$ volt. Contoh jika Vref dihubungkan ke tegangan +2 volt, maka jangkauan masukan analog adalah 0 volt sampai +4 volt.

Secara umum algoritma pengoperasian ADC 0804 adalah sebagai berikut :

- Memberikan pulsa logika 0 ke CS.
- Memberikan pulsa logika 0 ke WR.
- Setelah mendeteksi adanya perubahan logika dari logika 1 ke 0 pada keluaran INTR yang menandai berakhirnya proses konversi, maka pada CS dan RD diberi pulsa logika 0.
- Membaca data digital hasil konversi pada D0 – D7.



Gambar 2.12 Contoh Pengoperasian IC ADC 0804^[14]

2.4 DAC (Digital To Analog Converter)

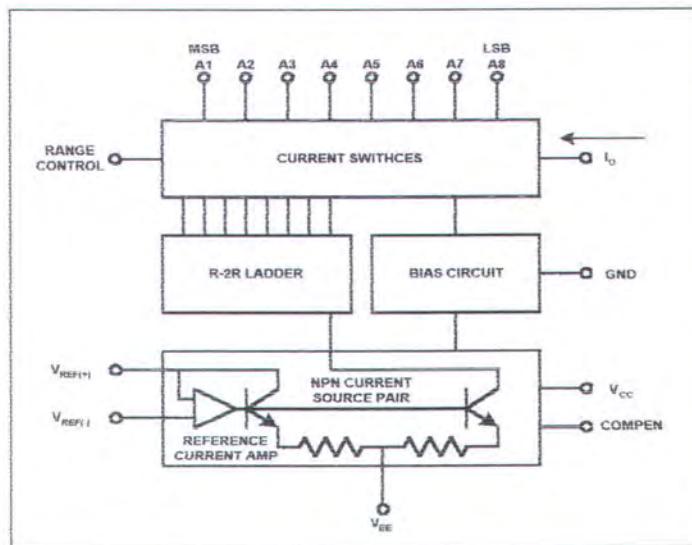
Pengubah digital ke analog (DAC) mempunyai fungsi kebalikan dari pengubah analog ke digital (ADC). DAC berfungsi untuk merubah besaran-besaran digital yang berasal dari komputer menjadi besaran analog yang dalam hal ini dipergunakan untuk menggerakkan aktuator. Converter Digital ke Analog mempunyai penggunaan yang berdiri sendiri, seperti *digitally controlled display driver* atau *servo positioning system*, tetapi penggunaannya yang utama adalah hubungan dengan rangkaian lain yang membutuhkan suatu konversi A/D yang

mempunyai ketetapan yang tinggi. Sampai batasan tertentu, suatu penampilan sistem A/D ditentukan oleh penampilan dari *converter D/A*.

Beberapa *converter D/A* adalah :

- Weighted Current Source
- R – 2R Ladder Network
- Settling Time

DAC 0808 merupakan konverter 8-bit digital ke analog monolitik dengan inputan TTL dan CMOS *compatible* yang memiliki waktu settling sebesar 150 ns dengan konsumsi daya 33 mW pada catu daya ± 5 volt dengan tingkat keakurasaian relatif adalah ± 0,19%.



Gambar 2.13 DAC 0808 National Semiconductor^[14]

DAC menerima informasi digital dan menstarnsformasikan menjadi tegangan analog. Inforasi digital tersebut dalam bentuk bilangan biner dalam digit yang sesuai. Sebernarnya ketika dikoneksikan dengan komputer bilangan biner ini

dinamakan kata biner atau kata komputer. Sedangkan digit dinamakan bit. Maka dari itu 8 bit kata dalam bilangan biner memiliki 8 digit. Seperti 10110110_2 . D/A Converter mengkonversi kata digital menjadi tegangan analog dengan skala analog output jika seluruh bit adalah nol dan nilai maximum dari keseluruhan bit adalah satu. Hal ini dapat dinyatakan dalam sistem matematis bila bilangan biner dinyatakan dalam bilangan yang sangat kecil. Dalam hal ini keluaran dari D/A Converter dapat didefinisikan dengan persamaan dengan menggunakan skala dari tegangan referensi.

$$V_{out} = V_R [b_1 2^{-1} + \dots + b_n 2^{-n}] \quad \dots (2.7)$$

Dimana : V_{out} : output tegangan analog

V_R : tegangan referensi

$b_1 b_2 \dots b_n$: kata biner n bit

V_{out} minimum adalah nol dan maximum adalah determinasi dari ukuran kata biner karena keseluruhan set bits menjadi satu dan pendekatan V_R ekivalensi desimal sebagai penambahan bit dari bilangan. Oleh karena itu bilangan 4 bit V maximum :

$$V_{max} = V_R [2^{-1} + b_2 2^{-2} + \dots + b_n 2^{-n}] \quad \dots (2.8)$$

Dan kata 8 bit mempunyai nilai maximum :

$$\begin{aligned} V_{max} &= V_R [2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3} + 2^{-4} + 2^{-5} + 2^{-6} + 2^{-7} + 2^{-8}] \\ &= 0,9961V_R \end{aligned} \quad \dots (2.9)$$

Resolusi Konversi

Resolusi konversi juga merupakan fungsi dari bit dari suatu kata, bit yang lebih banyak dengan perubahan yang lebih kecil pada output analog dari

perubahan satu bit dalam bilangan biner dengan resolusi yang lebih tinggi.

Kemungkinan perubahan terkecil adalah sebagai berikut :

$$\Delta V_{out} = V_R 2^{-n} \quad \dots(2.10)$$

Dimana : ΔV_{out} : perubahan output terkecil

V_R : tegangan eferensi

n : nomer dari kata bit

➤ Spesifikasi DAC

Beberapa spesifikasi dari DAC yaitu diantaranya :

- Resolusi (*Step Size*)

Resolusi ditentukan sebagai perubahan terkecil yang dapat terjadi pada keluaran analog sebagai hasil dari perubahan pada masukan digital. *Resolution* adalah 1V, karena V_{out} tidak dapat berubah lebih kecil dari 1 V bila mengubah nilai digital. Resolusi selalu sama dengan timbangan dari LSB dan juga diacu sebagai *step size*, karena ia merupakan besarnya V_{out} yang berubah pada saat masukan digital berubah dari 1 *step* ke *step* berikutnya. Keluaran dari sebuah *counter* biner 4 bit menyediakan masukan untuk DAC. Selama *counter* melalui siklus 16 tahap yang diatur oleh sinyal *clock*, maka keluaran DAC merupakan sebuah gelombang *staircase* yang membentuk 1 V per *step*. Bila *counter* berada pada keadaan 1111, keluaran DAC berada pada nilai maksimumnya sebesar 15 V, yakni pada keluaran skala penuhnya. Bila siklus *counter* kembali pada keadaan 0000, keluaran DAC kembali ke 0 V. Jadi resolusinya adalah 1 V.

Hal yang perlu diperhatikan bahwa *staircase* mempunyai 16 level yang berhubungan dengan 16 tahap, tetapi hanya ada 15 step atau lompatan antara level 0 V dan skala penuh.

Jadi rumus umumnya adalah :

Jumlah level adalah 2^N

Jumlah step adalah $2^N - 1$

Jadi didapatkan bahwa *resolution (step size)* adalah sama dengan faktor proporsi dari hubungan masukan / keluaran DAC.

$$\text{Keluaran analog} = k \times \text{masukan digital} \quad \dots \dots \dots \quad (2.11)$$

dimana :

k = jumlah tegangan (atau arus) per *step*

- Persen Resolusi

Walaupun resolusi dapat diekspresikan sebagai jumlah tegangan atau arus per step, akan dapat berguna apabila kita mengekspresikannya sebagai persen dari keluaran skala penuh. Jika keluaran skala penuh maksimum adalah 15 V ukuran *step* adalah 1 V, maka persen resolusinya adalah :

$$\% \text{ resolusi} = \frac{\text{step size}}{\text{skala penuh}} \times 100 \% \quad \dots \dots \dots \quad (2.12)$$

$$= \frac{1 \text{ V}}{15 \text{ V}} \times 100 \% = 6,67 \%$$

Misalkan bila sebuah DAC 10 bit mempunyai ukuran step 10 mV. Untuk menentukan skala penuh dan persen resolusinya yaitu dengan cara :

DAC 10 bit akan memberikan $2^{10} - 1 = 1023$ step sebesar 10 mV

Skala outputnya : $10 \text{ mV} \times 1023 = 10,23 \text{ mV}$ dan

$$\% \text{ resolusi} = \frac{10 \text{ mV}}{10,23 \text{ mV}} \times 100 \% \approx 0,1 \%$$

Hal ini menggambarkan bahwa persen resolusi akan bertambah kecil bila jumlah dari bit masukan bertambah. Persen resolusi juga dapat dihitung dengan cara :

$$\% \text{ resolusi} = \frac{1}{\text{Jumlah}} \times 100 \% \quad \dots \dots \dots \quad (2.10)$$

Untuk N bit jumlah stepnya adalah $2^N - 1$. Jadi untuk contoh diatas kita dapatkan :

$$\begin{aligned}\% \text{ resolusi} &= \frac{1}{2^{10}} \times 100 \% \\ &= \frac{1}{1023} \times 100 \% \\ &\approx 0,1 \%\end{aligned}$$

Hal ini berarti bahwa jumlah bit menentukan persen resolusinya. Maka besar jumlah bitnya resolusinya makin kecil.

- Akurasi

Untuk menetapkan akurasi ada beberapa cara yang paling banyak dipergunakan adalah kesalahan skala penuh (*full scale error*) dan kesalahan linearitas (*linearity error*) yang biasanya diekspresikan sebagai persen dari keluaran skala penuh.

Sebagai skala penuh adalah deviasi maksimal dari nilai idal DAC dan nilai idealnya dipresentasikan sebagai persen dari skala penuh.

Berdasarkan perhitungan diatas yang mempunyai akurasi 0,01 % F.S.

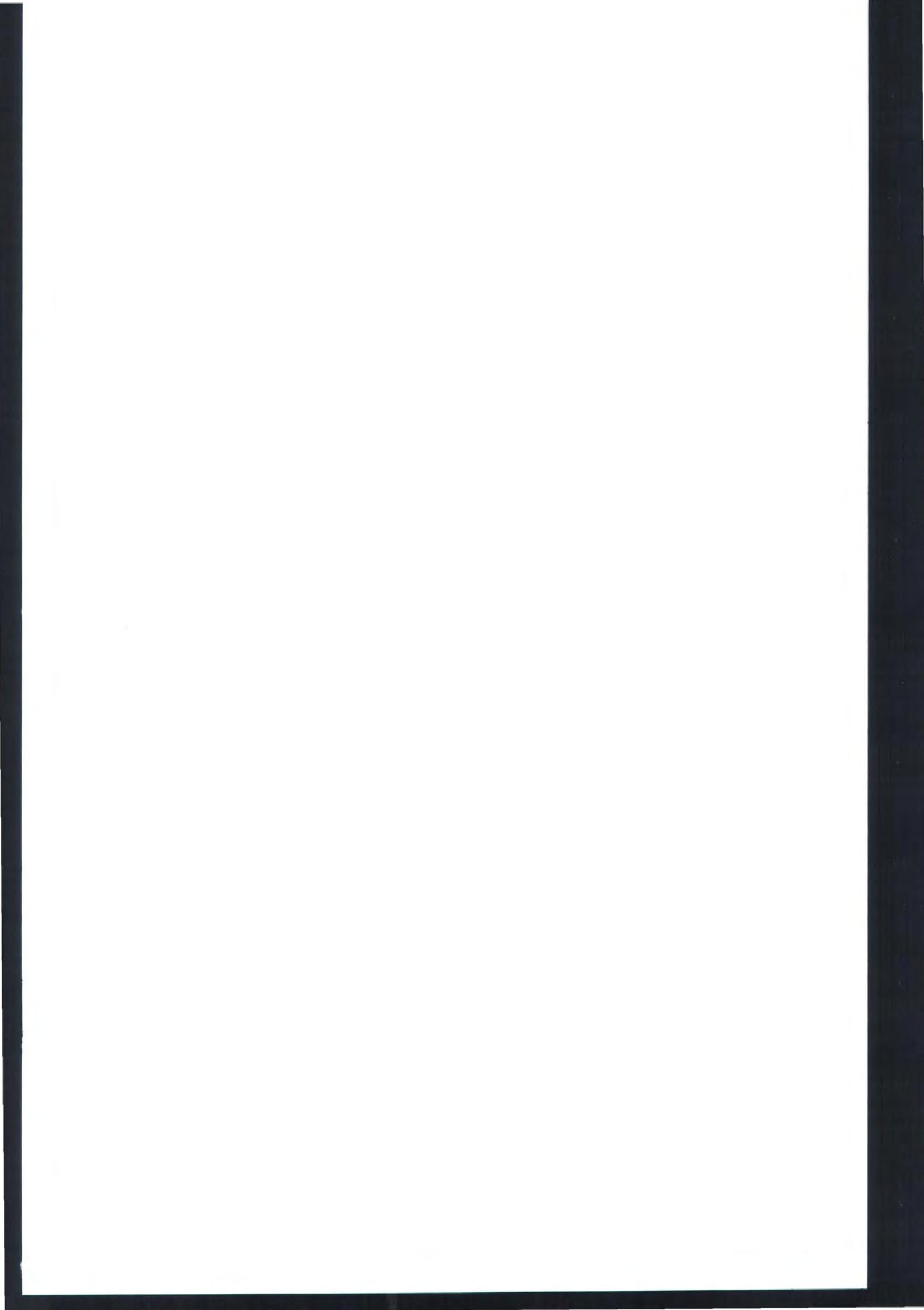
Karena konverter mempunyai skala penuh maka diperoleh :

$$\pm 0,01 \% \times 9,375 \text{ V} = \pm 0,9375 \text{ mV}.$$

Hal ini berarti bahwa keluaran DAC pada setiap saat dapat menyimpang sebesar 0,9375 mV dari nilai yang diharapkan.

DAC sederhana mempergunakan op amp *amplifier* penjumlah dengan *binary weighted resistor*. Kesalahan linearitas adalah deviasi maksimum dari ukuran *step* yang ideal. Beberapa DAC yang lebih mahal mempunyai kesalahan skala penuh dan kesalahan linieritas hingga serendah 0,001 % FS. Umumnya DAC mempunyai akurasi dalam daerah 0,01 hingga 0,1 persen. sehingga kita perlu mengerti betapa pentingnya kompatibilitas antara akurasi dan resolusi dari DAC. Sangat tidak logis kalau misalnya resolusi 1 % sedangkan akurasinya 0,1 % atau kebalikannya. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas sebuah DAC dengan suatu resolusi sebesar 1 persen dari keluaran skala penuh 10 V dapat menghasilkan tegangan keluaran analog dalam batasan 0,1 V dari tiap nilai yang dikehendaki, bila akurasinya sempurna. Tidak masuk akal bila mempunyai akurasi dengan ketepatan 0,01 % dari skala penuh (1 mV) yang tentunya sangat mahal, bila resolusinya sudah membatasi nilai yang diinginkan ke 0,1 V. Hal yang sama berlaku untuk resolusi yang terlalu kecil (banyak bit) sedangkan akurasinya buruk. Hal ini berarti membuang bit masuk.

Misalkan suatu DAC 8 bit mempunyai skala penuh dari 2 mV dan sebuah kesalahan skala penuh sebesar $\pm 0,5 \% \text{ FS}$. Untuk kemungkinan memperoleh daerah kerja keluaran untuk sebuah masukan 100000000 yaitu untuk ukuran *step* adalah $2 \text{ mA}/255 = 7,84 \mu\text{A}$.



Karena $10000000 = 128_{10}$, maka keluaran ideal adalah $128 \times 7,84 \mu\text{A} = 1004 \mu\text{A}$. Kesalahan yang terjadi dapat sebesar $\pm 0,5 \% \times 2 \text{ mA} = \pm 10 \mu\text{A}$.

Jadi keluaran aktual dapat berkisar antara 994 hingga 1014 μA .

2.5 Signal Conditioning

2.5.1 V / I Converter

Converter ini adalah converter yang berfungsi untuk mengkonversikan besaran sinyal yang berupa arus menjadi sinyal tegangan dan sebaliknya. Diperlukannya konverter jenis ini dikarenakan sinyal listrik yang digunakan sebagai sumber energi pada plant yang telah distandardkan menggunakan sinyal arus (4-20 mA), sedangkan sinyal sinyal yang dipakai oleh kontroller, dalam hal ini mikroprosesor pada komputer menggunakan sinyal-sinyal tegangan (0-5 V).

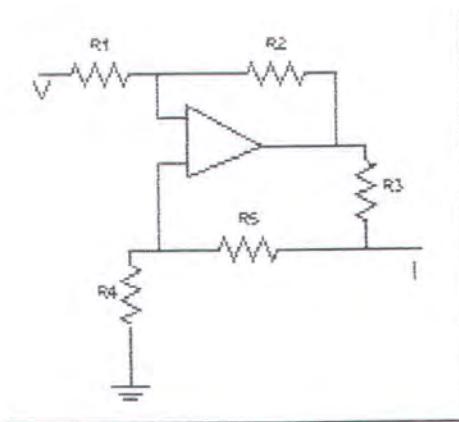
Untuk mendapatkan konverter ini diperlukan suatu rangkaian yang menggunakan op-amp untuk menghasilkan hasil pengkonversian yang linear. Rangakaian Op-Amp yang menghasilkan fungsi tersebut dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.** Analisa dari rangakaian menunjukkan hubungan dari arus dan tegangan sebagai berikut

$$I = -\frac{R_2}{R_1 R_3} V_{in}$$

dan dengan perbandingan resistansi

$$R_1 (R_3 + R_5) = R_2 R_4$$

2.5.2 Current to Voltage Converter (I/V konverter)



Gambar 2.14 Rangkaian I/V Converter^[1]

Agar sinyal yang dikeluarkan oleh transmitter dapat diolah oleh kontroller maka sinyal arus dari transmitter harus dirubah dulu menjadi sinyal tegangan. Rangkaian pada dapat memberikan pengkonversian tersebut. Dikarenakan analisa dari rangkaian tersebut menghasilkan formula :

$$V_{out} = -I \cdot R \quad \dots(2.15)$$

Pada setiap pengukuran selalu diperlukan pengkondisian sinyal, tergantung pemilihan jenis sensor dan sistem secara keseluruhan. Karena sinyal dalam suatu proses kontrol tergantung dari spesifikasi yang dibutuhkan, maka diperlukan suatu petunjuk umum untuk merancang suatu pengkondisian sinyal, yaitu : menentukan obyek pengukuran (parameter / variabel proses, *range* pengukuran dari variabel proses, akurasi yang diperlukan dari pembacaan sensor, *noise/gangguan* dari proses pengukuran), pemilihan sensor (parameter *output*, fungsi transfer, respon terhadap waktu, *range output*), perancangan pengkondisian

sinyal (parameter *output*, *range output* yang diperlukan, impedansi *input* yang diperlukan, impedansi *output*)

Pada perancangan ini kita membutuhkan suatu konverter yang akan merubah sinyal arus menjadi tegangan dan sebaliknya. Hal ini diperlukan karena I/O dari kontroler adalah tegangan sedangkan I/O elemen pendukung lainnya adalah arus listrik. Disini suatu sinyal yang non standar perlu distandardkan ($4 - 20\text{mA}$, $0 - 5\text{V}$) dan dilinearakan.

2.6 Programmable Peripheral Interface (PPI) 8255A

Untuk menghubungkan komputer dengan dunia luar atau peralatan lain digunakan suatu interface (antar muka). PPI 8255 adalah chip yang dirancang untuk berbagai keperluan interfacing pada sistem mikroprosesor. Transfer data secara paralel merupakan transfer data yang relatif lebih mudah dan lebih cepat dibandingkan transfer data secara serial. Walaupun demikian, transfer data ini masih dapat dibagi lagi menjadi 4 tata-cara komunikasi yaitu :

- **Basic Simple I/O (Input/output).**

Contoh transfer data kelompok ini adalah jika kita akan mengeluarkan data ke peraga led atau untuk memasukkan data dari sensor, yang senantiasa ada dan siap untuk digunakan. Led maupun sensor tidak memerlukan sinyal khusus yang menandakan telah terjadi transfer data.

- **Sinyal Strobe I/O.**

Ada kalanya data valid pada rangkaian luar hanya ada pada saat-saat tertentu dan harus dibaca pada saat itu juga. Contohnya adalah data keyboard. Data hanya ada jika keyboard ditekan. Pada saat ditekan, keyboard mengeluarkan sinyal strobe yang menandakan adanya data valid di rangkaian output. Dengan

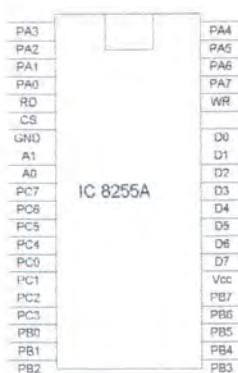
adanya sinyal strobe ini, mikroprosesor dipersilahkan untuk mengambil data valid yang telah tersedia.

➤ Single Handshake I/O.

Contoh transfer data jenis ini adalah printer paralel. Mikroprosesor mengeluarkan sinyal strobe ke printer, seolah-olah mengatakan ke printer bahwa ada data untuknya. Jika printer siap, maka printer akan menerima data tersebut. Setelah data diterima printer memberitahu mikroprosesor bahwa data-data telah sampai diterima, dan mempersilahkan mikroprosesor untuk mengirim data lainnya. “Percakapan” antara printer dan mikroprosesor inilah yang disebut handshake I/O.

➤ Double Handshake Data Transfer.

Transfer data ini hampir sama dengan single handshake I/O. Perbedaannya adalah setelah mikroprosesor memberitahu penerima bahwa ada data, maka penerima akan memberitahu ke mikroprosesor bahwa dirinya siap menerima data tersebut. Kemudian mikroprosesor kembali memberitahu ke penerima bahwa data telah dikirim. Transfer data ini kemudian diakhiri setelah si penerima memberitahu mikroprosesor bahwa data telah diterima dan siap menerima data lainnya.



Gambar 2.15 Konfigurasi kaki IC PPI 8255A^[14]

Interfacing ke mikroprosesor (komputer) pada dasarnya adalah menghubungkan IC – IC peripheral (misalnya: RAM, PPI 8255 dll.) ke mikroprosesor. Umumnya interfacing selalu dihubungkan dengan perlakuan “antarmuka” antara suatu sistem mikroprosesor dengan suatu sistem rangkaian luar. Jelasnya, interfacing adalah usaha untuk menghubungkan antara dunia mikroprosesor dengan dunia luar mikroprosesor (rangkaian luar). Interfacing ke PC dilakukan melalui salah satu slotnya yang dihubungkan piranti / unit I/O. Pada teknik interfacing ada hal yang penting yaitu : dekoding. Dekoding digunakan untuk menghasilkan sinyal pemilihan unit I/O mana yang akan diaktifkan dengan berkomunikasi dengan komputer.

Setiap piranti I/O memiliki alamat yang unik yaitu yang disebut alamat port I/O. Jadi unit I/O akan berada pada alamat mikroprosesor yang telah ditentukan. Pada PC kita dapat menggunakan alamat yang tidak terpakai oleh sistem untuk mengakses PPI 8255, misalnya pada alamat 300_{H} - $301_{\text{F}}_{\text{H}}$.

Pin – pin yang terdapat pada PPI 8255 adalah sebagai berikut :

- CS (Chip Select), merupakan sinyal aktif rendah yang berarti jika sinyal ini berlogika “0”, maka PPI 8255 dapat berkomunikasi dengan CPU komputer.
- D0 – D7, pin ini merupakan jalur data dua arah (input/output).
- RD (Read), merupakan sinyal aktif rendah. Bila pin RD diberi logika “0” dan pin CS diberi logika “0”, maka PPI 8255 dapat mengirim data ke CPU atau memungkinkan CPU melakukan pembacaan data dari PPI 8255.

- WR (Write), merupakan sinyal aktif rendah. Bila pin WR diberi logika “0” dan pin CS diberi logika “0”, maka PPI 8255 dapat menerima data atau control word dari CPU.
- A0 dan A1, merupakan sinyal yang digunakan untuk menentukan salah satu pilihan kombinasi dari tiga port Input/Output dan satu control word.
- Reset, sinyal aktif tinggi yang digunakan untuk mereset control word dan port Input/Output. Jika sistem direset, semua port akan diset sebagai mode masukan.
- PA0 – PA7, PB0 – PB7, dan PC0 – PC7, merupakan jalur Input/Output port yang dihubungkan ke peralatan lain.

Data bus dari PPI 8255 hanya terdiri dari satu bus 8 bit. Dengan demikian, transfer data pada semua port tidak dapat dilakukan bersama-sama. Untuk menentukan hubungan data bus dan port, digunakan sinyal A0 dan A1, yaitu seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Konfigurasi kaki IC^[14]

A1	A0	Sinyal Kontrol
0	0	Port A
0	1	Port B
1	0	Port C
1	1	Control Port

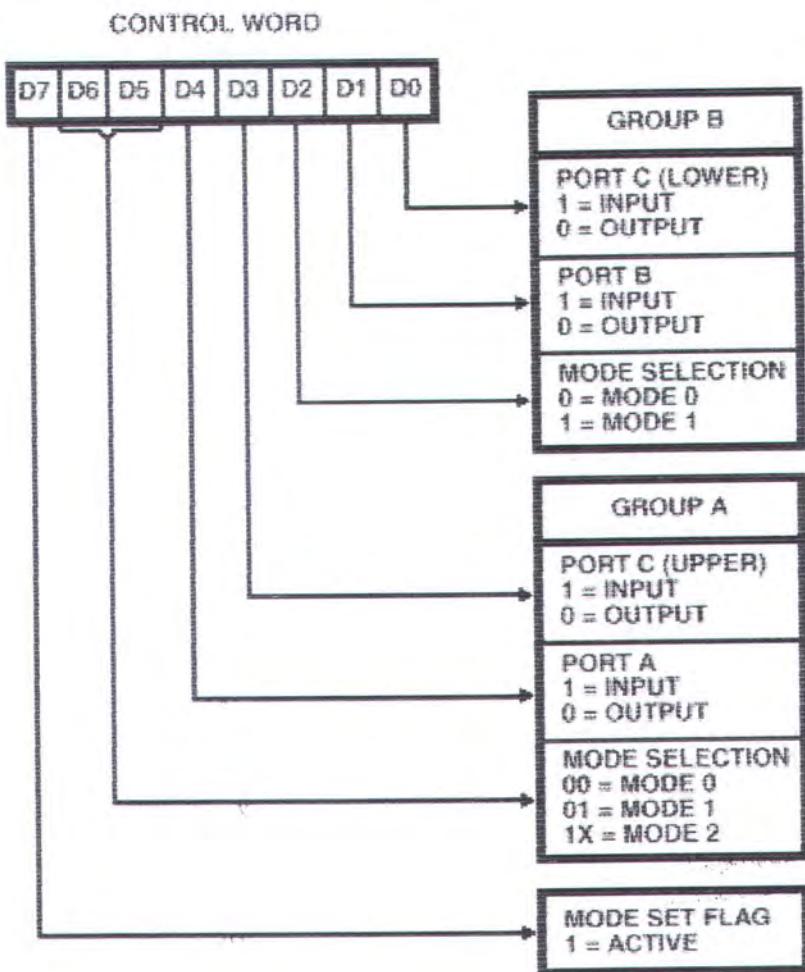
Didalam PPI 8255 terdapat penyangga tiga keadaan (buffer 3-state) untuk data yang terhubung ke CPU, sedangkan keluaran masing – masing port memiliki

penyangga (buffer) yang bersifat menahan (latch), sehingga data yang dikeluarkan ke port akan tetap keadaannya selama tidak diubah atau Chip Select di-reset.

Konfigurasi fungsi setiap port diprogram oleh suatu perangkat lunak dengan memberikan suatu control word kepada data bus 8255A. Control word ini mengandung informasi seperti mode, bit set dan bit reset, yang selanjutnya disimpan pada control register.

Control word mempunyai format seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.17, dimana masing-masing bit mempunyai arti, yaitu :

- D7 : Menentukan mode set flag (1 = aktif).
- D6, D5 : Menentukan mode operasi dari kelompok A.
- D4 : Menentukan port A sebagai input atau output.
- D3 : Menentukan port C Uper sebagai input atau output.
- D2 : Menentukan mode operasi dari kelompok B.
- D1 : Menentukan port B sebagai input atau output.
- D0 : Menentukan port C Lower sebagai input atau output.



Gambar 3.5 Control Word Program^[14]

Pada PPI 8255 terdapat tiga macam mode operasi yang dapat dipilih, yaitu:

- **Mode 0 : basic input/output.**

Mode 0 memungkinkan penggunaan semua port sebagai masukan atau keluaran, baik port A, port B, dan port C. Pada mode ini sinyal kendali tidak diperlukan sama sekali. Data hanya dibaca dan ditulis pada port yang dikehendaki.

Mode 0 didefinisikan sebagai berikut :

- Mempunyai saluran 8 bit (PA7 – PA0 dan PB7 – PB0) serta 2 port 4 bit (PC7 – PC4 dan PC3 – PC0).
- Setiap saluran dapat difungsikan sebagai masukan atau keluaran.

- Keluaran mempunyai penahan data, sedangkan masukan tidak mempunyai penahan data.
 - Mempunyai 16 kombinasi masukan keluaran yang berbeda – beda yang dapat diatur oleh mode ini.
- **Mode 1 : strobe input/output.**

Mode 1 memungkinkan penggunaan saluran – saluran sebagai masukan atau keluaran terkendali. Port A dan port B digunakan sebagai masukan atau keluaran, sedangkan port C selain sebagai masukan atau keluaran juga digunakan sebagai saluran sinyal kendali.

Mode 1 didefinisikan sebagai berikut :

Mempunyai dua kelompok, yaitu kelompok A dan kelompok B. Setiap kelompok terdiri dari sebuah port data 8 bit dan sebuah port data/pengendali 4 bit.

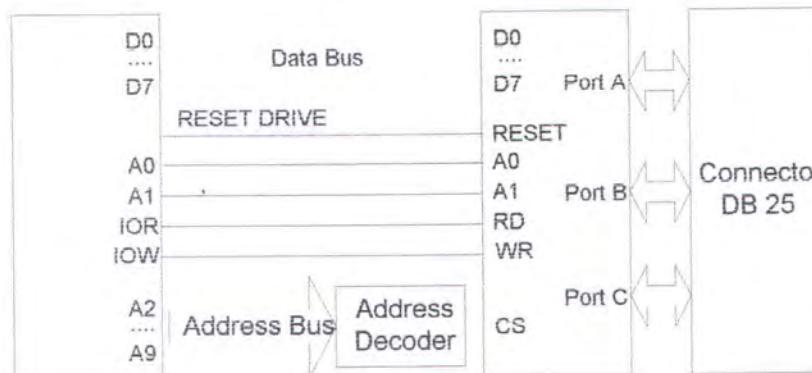
- Port data 8 bit dapat difungsikan sebagai masukan atau keluaran. Baik masukan atau keluaran mempunyai penahan data.
 - Saluran data/pengendali 4 bit dipakai untuk mengendalikan status port data 8 bit.
- **Mode 2 : bidirectional input/output.**

Mode 2 memungkinkan penggunaan port – port sebagai port dua arah dan port pengendali. Sebagai port data dua arah digunakan port A, sedangkan port pengendali adalah 5 bit pada port C. Saluran B dioperasikan sebagai masukan atau keluaran 8 bit.

Mode 2 didefinisikan sebagai berikut :

- Hanya dapat digunakan pada port A saja. Mempunyai sebuah port data dua arah 8 bit (PA7 – PA0) dan sebuah port pengendali 5 bit (PC7 – PC3). Sedangkan PC2 – PC0 serta PB7 – PB0 dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran data.
- Masukan ataupun keluaran port data dua arah mempunyai penahan data.
- Saluran pengendali 5 bit dipakai mengendalikan status pintu data dua arah 8 bit.

PPI dalam penggunaannya terbentuk dalam suatu rangkaian yang disebut dengan PPI Card. PPI Card memungkinkan pengguna interface dapat dengan mudah menghubungkan peralatan lain dengan komputer hanya dengan menghubungkannya dengan port – port PPI, kemudian memasukkan PPI Card ini ke dalam slot komputer dan mengatur dip switch dari Rangkaian Address Decoder yang ada pada PPI Card.



Gambar 2.17 Blok Diagram PPI Card 8255A^[14]

Gambar 2.17 menunjukkan blok diagram PPI Card. Sedangkan gambar lengkap PPI 8255A dapat dilihat pada lampiran. Rangkaian Address Decoder berupa sebuah IC comparator yang berfungsi sebagai pembanding alamat bus

dengan komposisi delapan saklar (*dip switch*) yang ditentukan sebagai daerah kerja PPI Card. Bila 8 bit alamat bus (A2 – A9) sama dengan komposisi saklar (*dip switch*), kaki P = Q akan aktif (*low*). Karena terhubung dengan CS (*Chip Select*) dari PPI 8255, maka kaki ini berarti mengaktifkan Programmable PPI. Dengan kata lain alamat decoder berfungsi untuk menentukan alamat pengaktif PPI Card. Komposisi dip switch ini dapat dipilih sesuai dengan keinginan pemakai, mengingat daerah kerja prototype card.

2.7 Pengantar Budi Daya Jamur Merang

Sebelum di ulas tentang budidaya jamur merang ,akan lebih baik kalau di ketahui terlebih dahulu perkembangan dari budi daya jamur merangnya.

2.7.1 Teknik Budi Daya Jamur Merang

Budi Daya Jamur Merang sudah di mulai sejak sebelum abad 18 di Cina .Sekitar tahun 1932 -1935.jamur merang di introduksi ke Filipina ,Malaysia , dan Negara Asia Tenggara lainnya oleh orang – orang Cina.

Negara – negaa di Asia Tenggara beriklim tropis basah dan di tumbuhi bermacam – macam tanaman yang hamper bersamaan dengan padi sebagai tanaman utam. Selain padi ,tanaman lain yang banyak di usahakan di Asia Tenggara adalah pisang ,kapas ,kelapa sawit dan sebagainya.Limbah dari tanaman-tanaman tersebut dapat di gunakan sebagai media tumbuh pada pembudidayaan jamur merang.Dengan demikian, Negara-negara Asia Tenggara sebenarnya berpeluang besar untuk mendapatkan makanan berprotein yang murah dengan cara membudidayakan jamur merang secara besar-besaran.

Di Indonesia, jamur merang tetlah di budidayakan sejak tahun 1955. Berbagai cara telah di pelajari untuk memperbaiki dasar teknologi dalam

membudidayakan jamur merang.Walaupun setiap Negara mempunyai teknik pembudidayaan yang spesifik.

2.7.1.1 Budi Daya Jamur Merang secara Tradisional

Budi daya secara Tradisional merupakan cara yang di lakukan di luar kumbung dengan menggunakan lapisan-lapisan ikatan jerami dalam bedengan sebagai media tumbuh.Pembudidayaan secara tradisional ini merupakan teknik sederhana dan tidak memerlukan modal besar. Biaya yang di keluarkan hanya untuk membeli bibit jamur dan lembaran plastik sebagai selubung media tumbuh.

Teknik budi daya jamur merang secara tradisional mempunyai banyak kekurangan , antara lain :

- Di butuhkan tempat yang luas untuk meletakkan tumpukan media tumbuhatau bedengan.
- Media tumbuhnya sangat mudah terkontaminasi hama dan penyakit ,seperti semut , bakteri , gulma jamur dan cendawan lain .
- Hasil produksinya sedikit di banding dengan menggunakan teknologi modern.Produksi jamur sangat bergantung pada cara mengatur dan memelihara tumpukan media dan pertanaman serta cara mengendalikan hama penyakitnya.

2.7.1.2 Budi Daya Jamur Merang Secara Modern

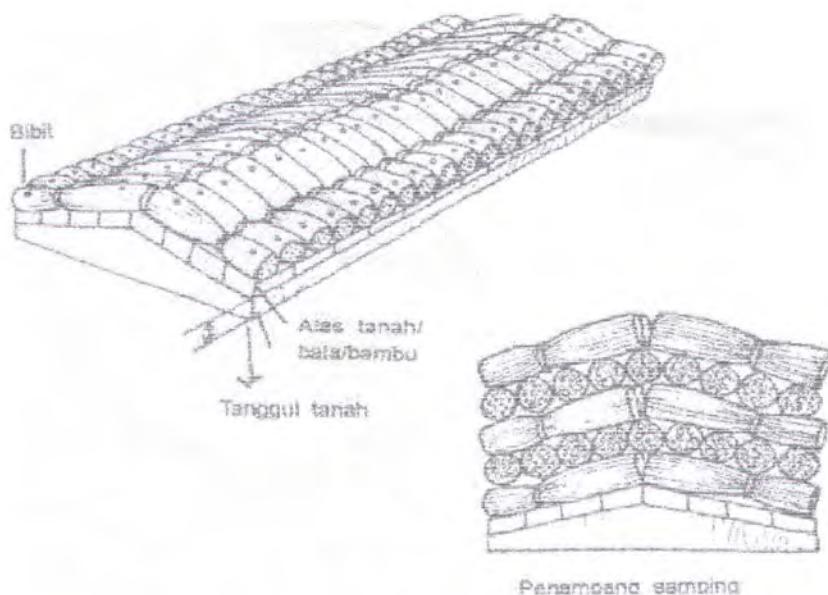
Budi daya Jamur merang Secara modern merupakan cara yang di lakukan di dalam kumbung dengan menggunakan media tumbuh yang sudah di pasteurisasi (di komposkan)pada rak-rak di dalam gubuk jamur.Penggunaan kumbung di mulai pada pertengahan tahun 1970.Sejak itu ,budi daya jamur di dalam kumbugn terus di kembangkan.Budi daya jamur merang secara

modern sangat di anjurkan untuk di usahakan dengan skala komersial. Namun ,untuk hal ini sangat di butuhkan modal yang cukup besar, diantaranya untuk membuat kumbung dan generator pengua.Walaupun demikian ,teknologi ini dapat menjamin kuantitas dan kualitas hasilnya. Selain itu , cara modern ini pun dapat diterapkan pada segala musim , karena suhu dalam gubuk jamur dapat di atur.Sementara media tumbuhnya pun dapat bermacam-macam bahan ,sehingga tidak hanya bergantung pada jerami saja.

Selain kelebihan tersebut ,masih ada banyak kelebihan lain bila di bandingkan dengan teknologi sederhana ,dan produksinya dapat dilakukan 3-4 kali lebih banyak dari cara sederhana .

➤ **Media Tumbuh**

Bahan yang di gunakan sebagai media tumbuh untuk menanam jamur dengan cara modern atau semi modern dapat bermacam – macam . bahan yang bias di gunakan dan memberikan hasil produksi tinggi adalah limbah kapas dan jerami padi.Limbah kapas merupakan bahan pembakar ,sedangkan jerami merupakan bahan untuk pelapukan.Jerami yang di gunakan haruslah masih segar,sementara limbah kapas yang di gunakan merupakan bahan sisa dari pabrik pemintalan.



Gambar 2.18. media tumbuh jamur merang yang di susun melintang^[15]

Media tumbuh jamur merang merupakan kompos atau hasil pelapukan dari campuran limbah kapas dan jerami dengan perbandingan 1: 2 atau 1 : 1 ditambah 1 – 2 % kapur pertanian.Bahan-bahan tersebut di campur rata dan direndam dalam air selama 2-3 jam atau 24 jam, kemudian di peeras dan ditumpukkan dalam ruangan dengan dasar lantai dari semen.

➤ Kumbung

Kumbung dapat dibuat dengan rangka dari besi dan dinding dari plastik, rangka bambu serta dinding dan atap plastik, ukuran kumbung yang ideal adalah lebar 4 m , panjang 6m, tinggi 2,5 m.

Kumbung yang dibuat terdiri dari dua baris rak bedengan dari kawat atau bambu dengan rak besi /bambu/kayu.setiap baris terdiri dari 3-5 tingkat rak bedengan.Kumbung ini harus dilengkapi dengan jendela dan atau electric blower untuk sirkulasi udara, dan juga lampu untuk pemanasan ruangan.



Gambar 2.19. Kumbung Jamur Merang yang terbuat dari anyaman bambu

Lantai kumbung harus terbuat dari semen agar kebersihan terjaga ,dan juga harus tertutup rapat, agar suhu ruangan bias di pertahankan.

➤ **Pembangkit Uap**

Pembangkit uap dapat dilakukan dengan dua tangki yang di sambung dengan pipa bambu dan paralon kedalam kumbung .Tangki berisi air di letakkan di atas tungku di luar kumbung,kemudian di sambungkan dengan pipa atau paralon yang di lubangi dan di sambungkan ke dalam kumbung.Didalam kumbung paralon tadi akan mengeluarkan uap air panas yang berasal dari air dalam tangki yang mendidih.



Gambar 2.20 Pembangkit Uap pada jamur merang^[15]

Uap air panas ini di gunakan untuk pasteurisasi,pasteurisasi ini di lakukan dengan tujuan untuk menghilangkan bakteri – bakteri yang mengganggu pertumbuhan jamur.Biasanya di lakukan selama 2-4 hari dengan suhu sekitar 70 derajat celcius.

➤ Peletakan Bibit

Setelah suhu turun menjadi 32- 35 $^{\circ}\text{C}$,sekitar 8-12 jam kemudian bedengan dalam rak-rak sudah siap di tanami bibit

Setelah bibit di letakkan jendela dan pintu kumbung di tutup selama 3 hari, agar suhu tetap bertahan sekitar 32-38 $^{\circ}\text{C}$.Delapan hari setelah peletakan bibit ,introduksikan atau masukkan cahaya secara tidak langsung untuk mempercepat pembentukan primordiadari jamur. Begitu primordial terbentuk, sirkulasi udara perlu di lakukan untuk mempercepat perkembangan tubuh buah jamur , rak bedengan ini jangan dampai kering,semprotkan air dengan sprayer hanya pada permukaanya saja.

➤ Pembentukan Tubuh Buah dan Panen

Dalam waktu 8 -12 hari setelah peletakan bibit, tubuh buah jamur merang stadia kancing sudah dapat di panen. Dalam dua kali periode panen dengan jarak waktu dua minggu, 25-40 % hasil produksi yang di harapkan sudah dapat di peroleh.

Memanen jamur merang haruslah hati-hati. Untuk itu, perlu di perhatikan kembali syarat-syarat dan waktu pemanenan jamur merang dengan cara budi daya di luar kumbung.



Gambar 2.21 jamur merang saat di panen^[17]



Gambar 2.22 . gambar jamur merang saat stadia kancing^[17]

Kiat Meningkatkan Produksi

Sebagai suatu jenis tumbuhan , walaupun tidak berhijau daun jamur merang membutuhkan kasih sayang ,pemeliharaan yang intensif,dan perlakuan yang lemah lembut . Ada tujuh factor yang perlu di perhatikan untuk meningkatkan hasil produksi ,yaitu:

--- **Suhu**

Selama pemeliharaan ,suhu di dalam kumbung harus di pertahankan antara $32 - 38^{\circ}\text{C}$, jangan lebih dari 38°C atau kurang dari 30°C karena produksi akan tidak baik.

Suhu di bawah 30°C akan menyebabkan pembentukan tubuh buah cepat tetapi kecil dan tangainya panjang dan kurus serta paying tidak mudah terbuka ,pada suhu $26-27^{\circ}\text{C}$,tubuh buah tidak pernah terbentuk dan miselium dorman .

Suhu diatas 38°C akan menyebabkan payung yng terbentuk tipis serta pertumbuhan jamur kerdil dan payungnya keras.

--- Kelembaban Udara

Kelembaban udara (relative humidity) yang dibutuhkan untuk produksi optimum jamur merang adalah 65% untuk perkembangan misellium dan 80 – 85 % untuk pembentukan tubuh buah. Kelembaban udara yang terlalu tinggi (95 – 100%) akan menyebabkan jamur merang mudah busuk, berwarna kecoklatan, dan layu serta jamur akan busuk basah. Serta kelembaban udara yang terlalu rendah (kurang dari 80%) akan menyebabkan tubuh buah yang terbentuk kecil dan sering terbentuk di bawah media merang, tangkai buahnya panjang dan kurus, serta payung mudah terbuka.

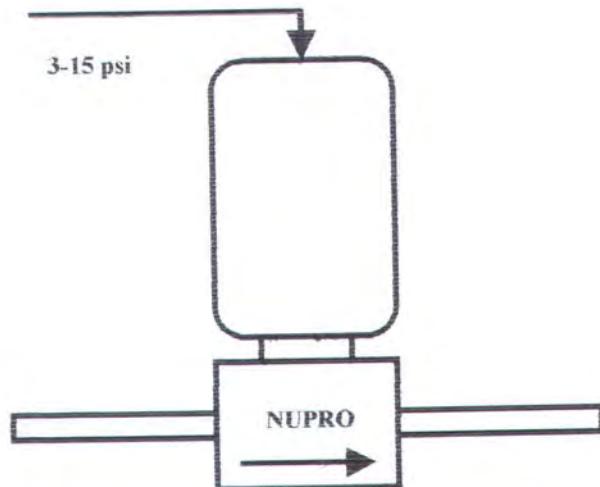
--- Oksigen

Jamur membutuhkan oksigen untuk pertumbuhan dan produksi tubuh buahnya. Kebutuhan oksigen selama perkembangan misellium tidak terlalu besar. Namun, pada stadia pembentukan tubuh buah, aerasi biasanya dilakukan dengan cara membuka jendela kumbung selama 1-2 jam agar suhu dan kelembaban udara turun.

--- Karbondioksida

Walaupun kecil (hampir 1 %) adanya konsentrasi karbondioksida di dalam ruangan dan kumbung

2.8 Control Valve



Gambar 3.6 Gambar Sealed bellows valve^[15]

Valve yang digunakan dalam plant pengendalian tekanan dalam tangki ini adalah bellows sealed valves dengan coefficient valve sebesar 0.6 dengan suplay tekanan 0 – 15 psi , dan sifatnya adalah normaly open . Jadi pada saat system di aktifkan , control Valve ini harus sudah menutup, yaitu dengan cara mengasih tekanan sebesar 15 psi .

Adapun karakteristik dari vontrol valve ini adalah :

- Equal Percentage

Kontrol valve jenis ini menyatakan perubahan bukaan katup akan mengakibatkan bukaan aliran semakin lambat untuk harga α yang semakin besar, dengan model matematisnya :

$$F(x) = \alpha^{x-l} \quad \dots (2.9)$$

➤ Quick Opening

Karakteristik ini menyatakan perubahan maksimum yang terjadi pada bukaan yang relatif kecil. Katup dengan karakteristik aliran seperti ini banyak digunakan untuk pengaturan on-off.

Untuk perubahan tekanan (P) yang melewati katup di asumsikan tetap, maka karakteristik aliran ditunjukkan pada gambar dibawah. Akan tetapi perubahan tekanan proses sering merubah karakteristik itu sendiri, sehingga dalam membuat asumsi itu harus dengan tingkat perubahan karakteristik yang tergantung pada penurunan tekanan proses. Untuk kasus normal di asumsikan bahwa penurunan tekanan proses sama dengan penurunan tekanan katup dan perubahan yang dihasilkan kecil dan karakteristik dengan pengaruh perubahan tekanan dapat di atur. Kebanyakan control valve di operasikan pada beban yang berubah-ubah dan dalam tekanan yang bervariasi serta respon valve yang cepat. Efektifitas respon dipengaruhi oleh karakteristik valve. Equal percentage dapat dipakai untuk keperluan proses yang cepat dan dinamika sistem belum diketahui dengan baik. Quick opening dapat dipakai untuk kontrol on-off dan jika kapasitas maksimum control valve harus diperoleh dengan cepat. Sedangkan control valve linear sering dipakai untuk proses yang lambat dan jika pada kebanyakan perubahan proses di akibatkan adanya perubahan beban.

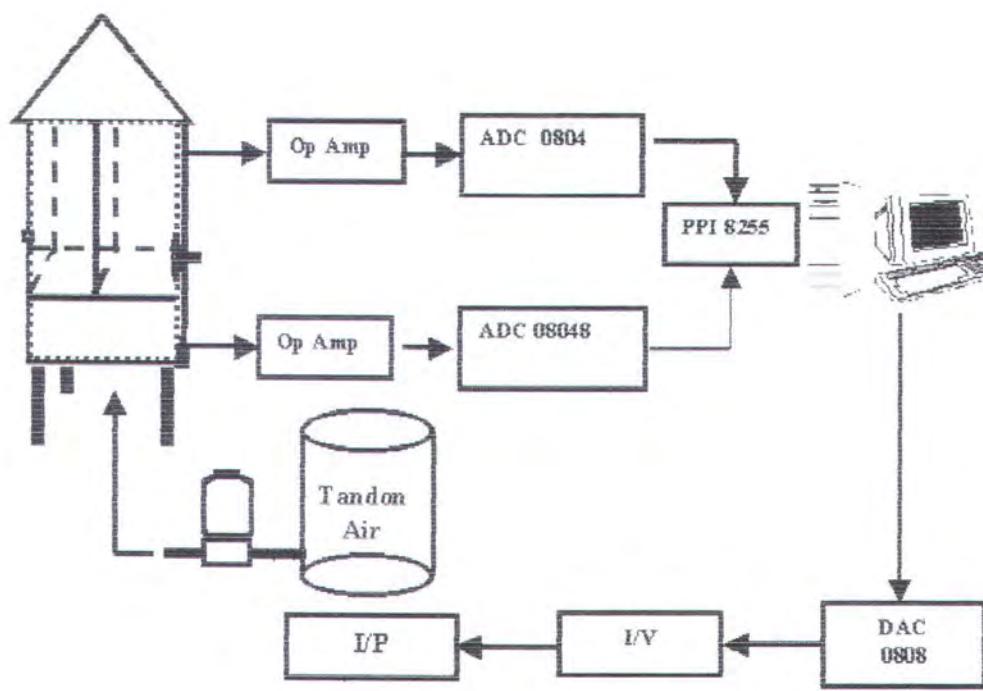
BAB III
PERANCANGAN DAN
PEMBUATAN ALAT

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan dan Pembuatan Alat

Alat ukur Suhu dan Kelembaban Relatif udara ini nantinya direncanakan dapat mengukur kelembaban relatif udara pada range (10 – 90)% dan suhu pada range 0 – 100⁰ C Adapun blok diagram dari keseluruhan rangkaian alat ukur ini terdapat pada gambar 3.1. Di dalam kumbung Jamur (Rumah jamur) terdapat dua kondisi udara, kondisi yang pertama adalah kondisi pertumbuhan jamur , sedangkan kondisi yang kedua adalah kondisi untuk memutar udara yang mempunyai temperature dan kelembaban berlebih. Apabila udara dalam kondisi pertama sudah melebihi batas maksimal yang sudah di tentukan, maka udara tersebut akan di bawa ke kondisi ke dua . Di dalam kondisi kedua , udara akan di campur dengan uap air dingin (yang berasal dari semprotan spray) yang berfungsi untuk menurunkan temperaturenya .Setelah udara tadi bercampur dengan uap air dingin, ia akan di bawa ke kondisi pertama.Apabila pada kondisi pertama ternyata temperature udara masih tetap panas, maka udara dalam udara dalam kondisi satu akan di putar lagi sampai memenuhi kondisi yang telah di tentukan.



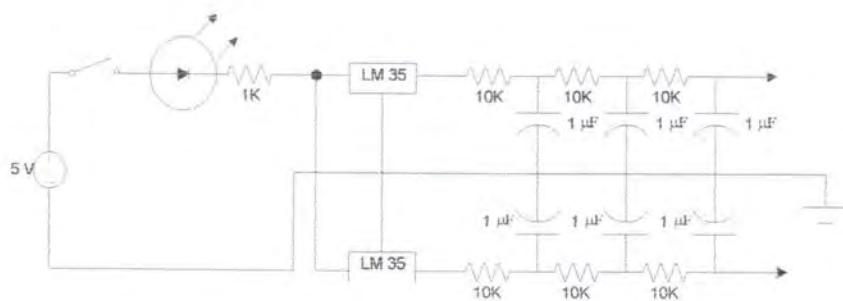
Gambar 3.1 Diagram Blok rancang bangun Pengendalian temperatur dan kelembaban

Pertama-tama suhu atau temperatur dideteksi oleh rangkaian sensor kelembaban (dalam hal ini rangkaian sensor temperatur basah dan sensor temperatur kering), dimana keluaran dari rangkaian sensor ini dalam range (0 – 1000) mV bila range pengukurannya (0 – 100) $^{\circ}$ C . Keluaran dari rangkaian sensor langsung di-input-kan ke rangkaian ADC untuk diubah menjadi kode digital yang kemudian oleh PPI card 8255A diteruskan ke-PC untuk diolah. Dari gambar 3.1 di atas, alat ukur kelembaban relatif udara ini terdiri dari 3 blok yang akan diterangkan sebagai berikut:

3.2 Rangkaian Sensor.

Pada rangkaian ini sensor yang digunakan adalah sensor IC LM 35DZ buatan National Semiconductor. Rangkaian sensor ini akan mendeteksi

temperatur bola kering dan temperatur bola basah yang kemudian akan diubah dalam besaran elektronik (tegangan). Nilai tegangan ini akan sebanding dengan temperatur ruangan yang terbaca, karena IC LM 35 memiliki tegangan keluaran yang proporsional terhadap temperatur yaitu sebesar $10 \text{ V}^{\circ}\text{C}$. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

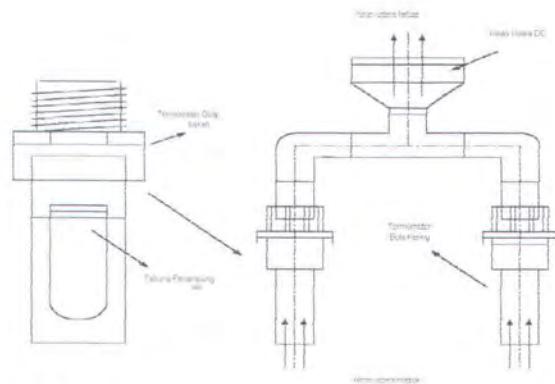


Gambar 3.2 Rangkaian sensor temperature

3.2.1 Sensor Kelembaban (Sensor Termometer Bola Basah dan Sensor

Termometer Bola Kering)

Sensor termometer bola basah dibuat dengan IC LM 35 yang dilengkapi dengan suatu sumbu basah dan penampung air untuk mensuplai air yang diresap sumbu basah yang akan membasahkan permukaan dari IC LM 35, untuk membuat proses pembasahan permukaan IC LM 35 berjalan terus-menerus dipasang penampung air yang terbuat dari tabung kaca. Hal ini dilakukan untuk mengganti jumlah air yang diuapkan ke udara. Temperatur bola basah kadang-kadang dinamai temperatur jenuh adiabatik. Sedangkan sensor termometer bola kering tanpa menggunakan sumbu basah, sehingga temperatur yang terbaca adalah temperatur ruangan.

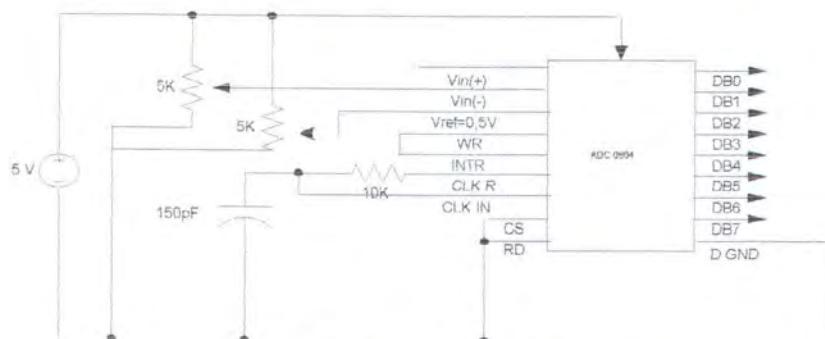


Gambar 3.3 Bentuk sensor alat ukur kelembaban relatif udara

Bentuk fisik dari sensor kelembaban dapat dilihat pada gambar 3.3 dimana terbuat dari pipa PVC $\frac{1}{2}$ ", tinggi 30 cm dan lebar 15 cm. Pada ujung atas dari pipa terdapat kipas untuk mengalirkan udara melewati sensor sekurang-kurangnya 5m/s yang berfungsi untuk melewatkannya udara melalui sensor dan mengurangi pengaruh radiasi panas. Aliran udara dihasilkan oleh kipas DC.

3.3 Rangkaian ADC.

ADC yang digunakan disini adalah ADC 0804 dimana IC ADC 0804 mempunyai 2 masukan analog, yaitu $V_{in(+)}$ dan $V_{in(-)}$. Pada rangkaian ini $V_{in(+)}$ dihubungkan dengan keluaran sensor dan $V_{in(-)}$ digunakan sebagai variabel kesalahan. Sehingga tegangan yang akan diubah menjadi kode digital adalah;



Gb 3.4 Rangkaian ADC

Untuk operasinya ADC 0804 menggunakan tegangan supply sebesar +5 volt sebagai tegangan referensi dan jangkauan keluaran digital mulai dari 0 volt sampai +1 volt (1/5 dari skala penuh). Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan tegangan inputan sebesar 0,50 V pada V_{ref} , sehingga skalanya maksimalnya menjadi $2 \times 0,50$ V.

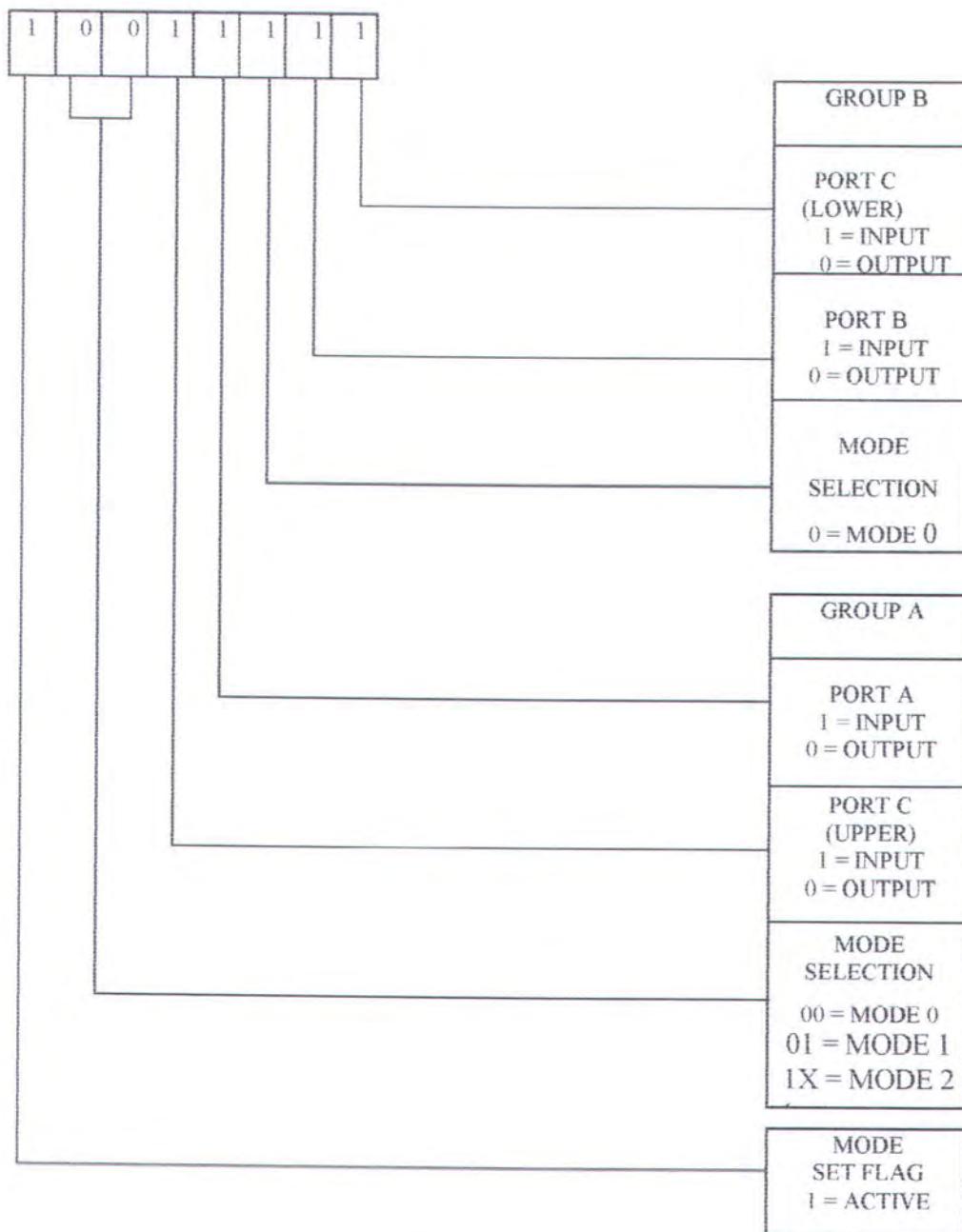
Generator clock internal dari ADC ini diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal ($R=10K$) antara pena CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal ($C=150$ pF) antara CLK IN dan ground digital.

3.4 Rangkaian interface PPI 8255A.

Untuk menghubungkan komputer dengan dunia luar atau peralatan lain digunakan suatu interface (antar muka). PPI 8255 adalah chip yang dirancang untuk berbagai keperluan interfacing pada sistem mikroprosesor. Adapun control word, mode pengoperasian dan port yang digunakan untuk proses transfer data adalah sebagai berikut:

- Control word 90.
- Mode operasi yang digunakan mode 0.
- Port A 8 bit digunakan untuk mentransferkan data dari sensor temperatur kering.
- Port B 8 bit digunakan untuk mentransfer data dari sensor temperatur bola basah.

CONTROL WORD



Gambar 3.5 Control Word Program

3.5 Control valve

Valve yang digunakan dalam plant pengendalian tekanan dalam tangki ini adalah bellows sealed valves dengan coefficient valve sebesar 0.6, dengan suplay

tekanan 0 – 15 psi , dan sifatnya adalah normaly open . Jadi pada saat system di aktifkan , control Valve ini harus sudah menutup, yaitu dengan cara mengasih tekanan sebesar 15 psi .

Adapun karakteristik dari vrontrol valve ini adalah :

➤ Equal Percentage

Kontrol valve jenis ini menyatakan perubahan bukaan katup akan mengakibatkan bukaan aliran semakin lambat untuk harga α yang semakin besar, dengan model matematisnya :

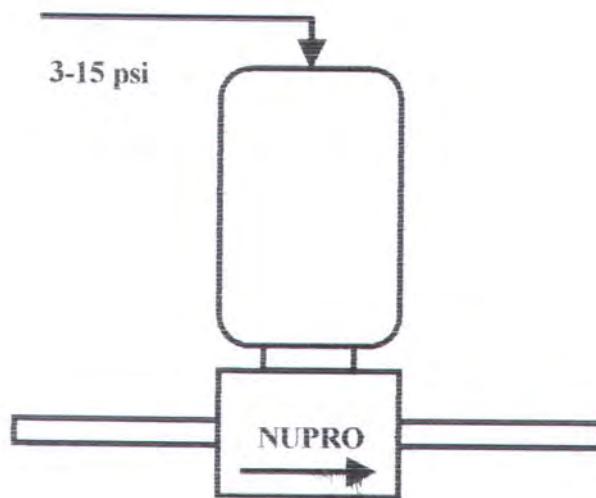
$$F(x) = \alpha^{x-1} \quad \dots (2.9)$$

➤ Quick Opening

Karakteristik ini menyatakan perubahan maksimum yang terjadi pada bukaan yang relatif kecil. Katup dengan karakteristik aliran seperti ini banyak digunakan untuk pengaturan on-off.

Untuk perubahan tekanan (P) yang melewati katup di asumsikan tetap, maka karakteristik aliran ditunjukkan pada gambar dibawah. Akan tetapi perubahan tekanan proses sering merubah karakteristik itu sendiri, sehingga dalam membuat asumsi itu harus dengan tingkat perubahan karakteristik yang tergantung pada penurunan tekanan proses. Untuk kasus normal di asumsikan bahwa penurunan tekanan proses sama dengan penurunan tekanan katup dan perubahan yang dihasilkan kecil dan karakteristik dengan pengaruh perubahan tekanan dapat di atur. Kebanyakan control valve di operasikan pada beban yang berubah-ubah dan dalam tekanan yang bervariasi serta respon valve yang cepat.

Efektifitas respon dipengaruhi oleh karakteristik valve. Equal percentage dapat dipakai untuk keperluan proses yang cepat dan dinamika sistem belum diketahui dengan baik. Quick opening dapat dipakai untuk kontrol on-off dan jika kapasitas maksimum control valve harus diperoleh dengan cepat. Sedangkan control valve linear sering dipakai untuk proses yang lambat dan jika pada kebanyakan perubahan proses di akibatkan adanya perubahan beban.



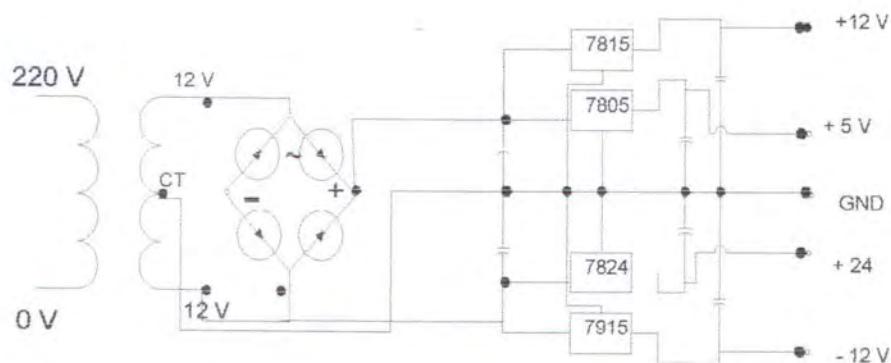
Gambar 3.6 Gambar Sealed bellows valve

3.5 Perancangan suplai daya

Pencatu daya adalah sumber tenaga yang dibutuhkan suatu rangkaian elektronik untuk bekerja. Besar suplai daya ini tergantung oleh spesifikasi dari alat masing-masing. Pada plant pengendalian tekanan ini suplai daya digunakan untuk mengaktifkan rangkaian ADC, DAC, I/V dan V/I.

Rangkaian ADC, DAC, I/V dan V/I membutuhkan suplai daya masing-masing sebesar +5, -15, +15, 24. Rangkaian dibawah ini adalah rangkaian suplai

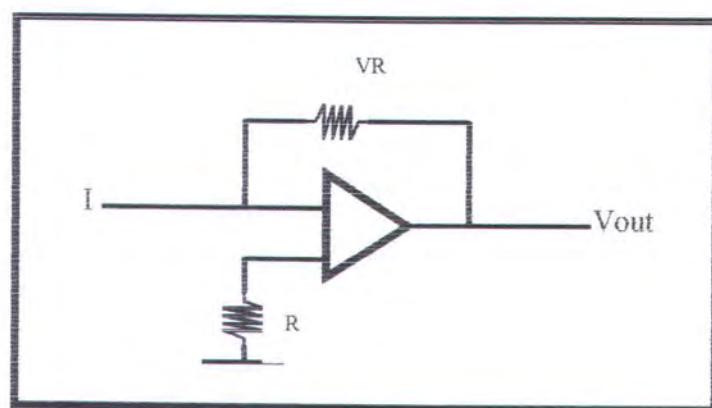
daya yang dapat menyediakan keperluan dari rangkaian diatas, masukan rangkaian ini adalah tegangan 220 V, dengan menggunakan transistor 7805, 7915, dan 7815, 7824 angkaian ini menghasilkan keluaran 5V, -15V, +15V dan 24DC.



Gbr 3.7 Gambar rangkaian suplai daya

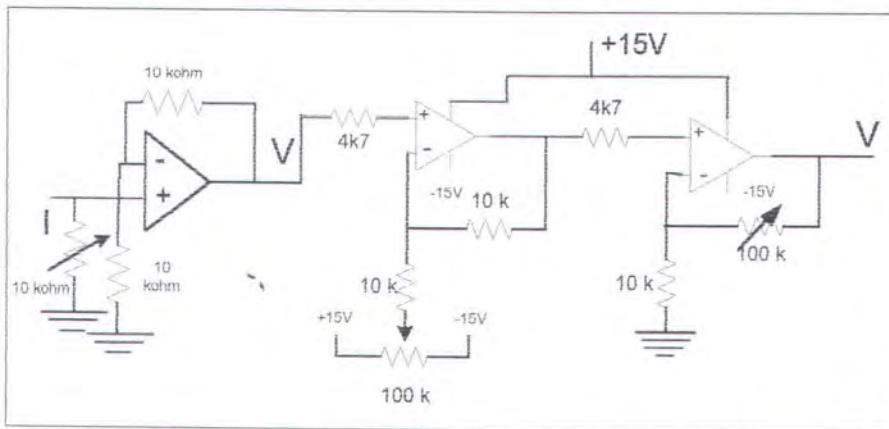
3.6 Perancangan I/V dan V/I

Sinyal keluaran dari transmitter adalah dalam bentuk arus ($4 - 20 \text{ mA DC}$) sedangkan masukan ADC adalah dalam bentuk tegangan. Untuk mengubah sinyal yang berupa arus menuju tegangan ($0 - 5 \text{ V DC}$) dibutuhkan suatu rangkaian khusus yaitu rangkaian I/V.



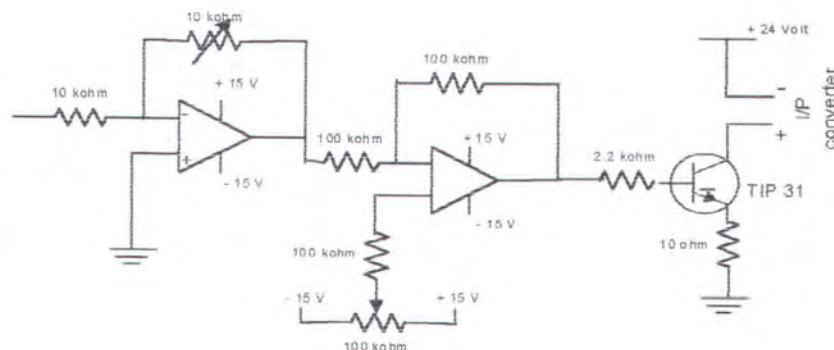
Gambar 3.8 Gambar rangkaian I/V

Namun karena keluaran dari sensor tidaklah selalu tepat 4 – 20 mA tetapi cenderung lebih kecil dari pada itu maka disini diperlukan rangkaian penguatan pengonversi dari tegangan hasil I/V ke sinyal tegangan standar 0-5V DC.



Gambar 3.9 Rangkaian I/V Converter dengan rangkaian penguatan

Karena sinyal keluaran dari DAC adalah dalam bentuk tegangan analog (1 – 5 V DC) sedangkan masukan I/P adalah dalam bentuk arus (4 – 20 mA DC). Untuk mengubah kembali sinyal tegangan ke dalam bentuk arus, dibutuhkan rangkaian V/I.



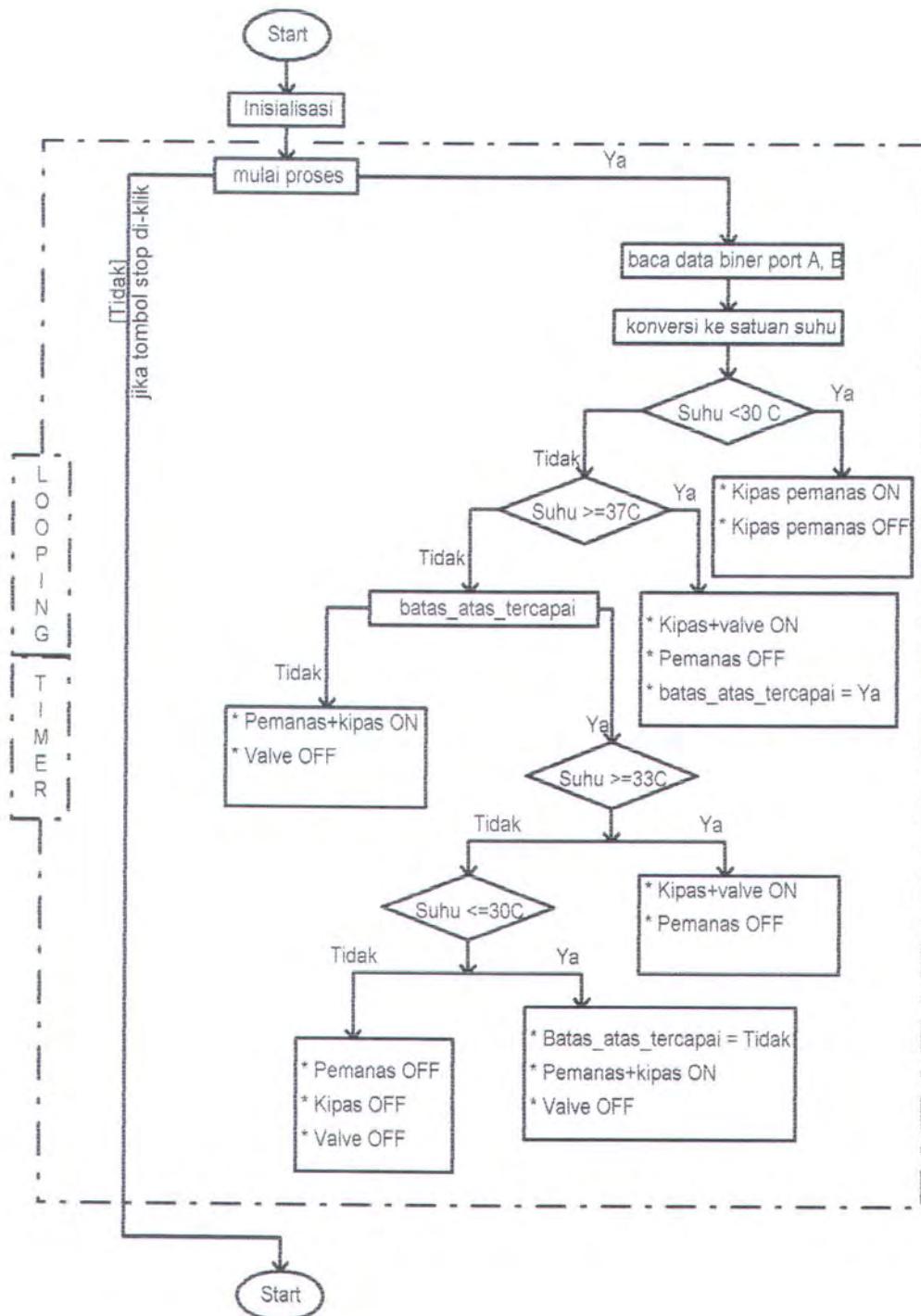
Gambar 3.10 Gambar rangkaian V/I dengan rangkaian penguatan

Pada perancangan ini Rangkaian V/I memerlukan rangkaian pelemahan, karena konversi yang dihasilkan oleh transistor TIP 31 untuk menghasilkan arus sebesar 4-20 mA hanya memerlukan tegangan 0 sampai dengan kurang lebih 3

volt. Karena itu fungsi dari rangkaian pelemahan ini adalah seperti pengeset range minimum dan range maksimum dari keluaran DAC yang menuju rangkain V/I.

3.7 Pembuatan Program

Dalam menyelesaikan Tugas akhir ini, peneliti berusaha menampilkan hasil karyanya dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi versi 5.0. Karena Delphi lebih mudah pengaplikasiannya dalam Interfacing. Sehingga penulis lebih suka menggunakan bahasa pemrograman Delphi.



Gambar 3.11 Flowchart dari bahasa pemrograman

BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISA

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Perangkat keras yang telah dibuat yaitu sensor temperatur (IC LM 35, rangkaian Signal Conditioning, dan Analog to Digital Converter (ADC),Digital to Analog Converter (DAC) akan diuji kelinierannya.

4.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan dengan memberi input panas ke sensor dengan jalan memasukkan sensor ke dalam *heater* berisi air yang dikondisikan temperaturnya dengan temperatur 0°C sampai dengan 100°C . Karena untuk mengkondisikan temperatur dibawah 30°C sulit dicapai maka *range* temperatur yang akan dikondisikan antara 30°C sampai dengan 100°C , kemudian dilakukan pengamatan hasil konversi dengan bantuan multimeter untuk mengetahui nilai tegangan atau resistansi yang dihasilkan oleh sensor dan thermometer digital untuk mengetahui temperatur yang terukur. Data diambil 15 *sample* dengan perubahan temperatur inputan sebesar 5°C . Pada pengujian ini dilakukan 5 kali pengambilan data untuk tiap-tiap sample temperatur.

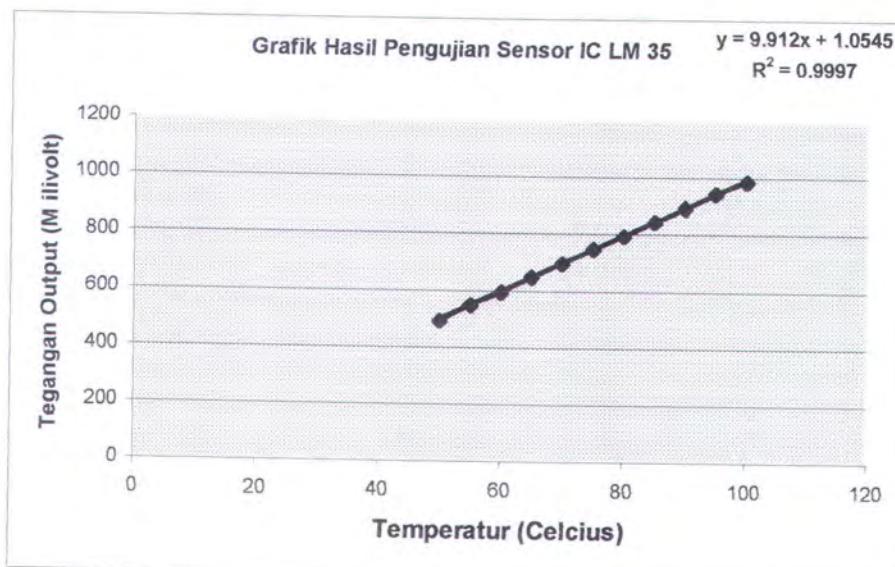
4.1.1 Pengujian IC LM 35

Dari hasil pengujian IC LM 35 diketahui hubungan antara temperatur dan tegangan output yang dihasilkan seperti data di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil pengujian karakteristik IC LM 35 (Bola Kering)

No.	Temperatur (°Celcius)	V rata – rata (miliVolt)
1	30	298
2	35	347,8
3	40	390,8
4	45	444,2
5	50	493
6	55	547,2
7	60	593,8
8	65	647,6
9	70	695,8
10	75	747
11	80	793,2
12	85	845,8
13	90	895
14	95	945
15	100	985,6

Dalam bentuk grafik dapat dilihat karakteristik IC LM 35



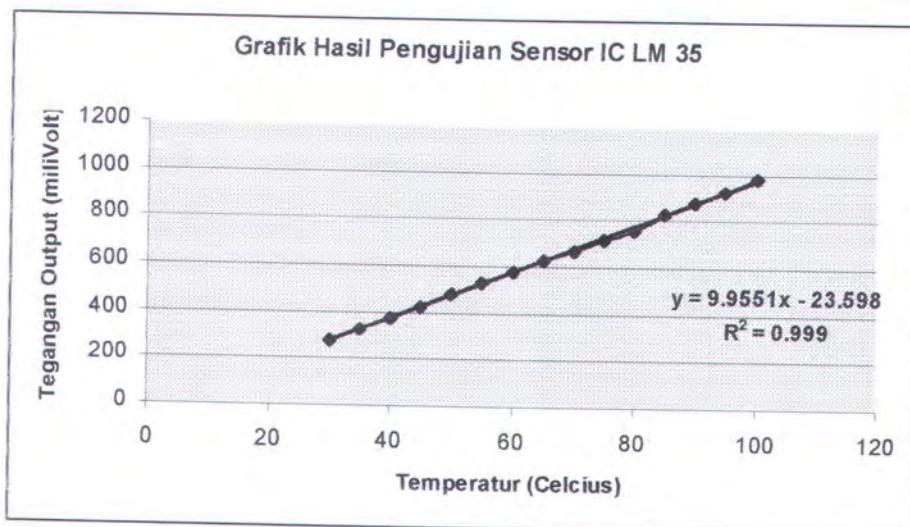
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian IC LM 35 Bola Kering

Dari hasil grafik diatas dapat di peroleh nilai linieritas sebesar 99,97, yang berarti mendekati linier.

Tabel 4.2 Hasil pengujian karakteristik IC LM 35 (Bola Basah)

No.	Temperatur (°Celcius)	V rata – rata (miliVolt)
1	30	279
2	35	327
3	40	374.5
4	45	423.2
5	50	475.3
6	55	527.2
7	60	574.8
8	65	626.6
9	70	662.8
10	75	716.9
11	80	753
12	85	828
13	90	878
14	95	927
15	100	979

Dalam bentuk grafik dapat dilihat karakteristik IC LM 35



Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian IC LM 35 Bola Basah

Dari data dan grafik yang telah didapatkan maka dapat kita lihat bahwa sensor LM 35 memiliki linieritas yang baik dengan nilai 99,9 dan sensitivitas/kepekaan rata-rata $9,77 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$. Dari *datasheet* disebutkan bahwa sensitivitas IC LM 35 adalah $10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$. Sensor yang digunakan memiliki sensitivitas hampir mendekati nilai yang diharapkan maka bisa diambil kesimpulan bahwa sensor IC LM 35 dalam keadaan baik.

4.2 Pengujian Signal Conditioning

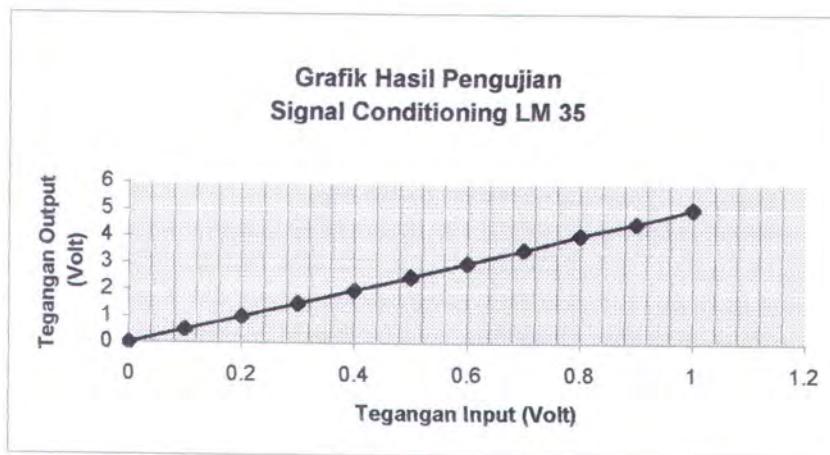
4.2.1 Signal Conditioning IC LM 35

Pengujian signal conditioning untuk sensor temperatur LM 35 dilakukan dengan memberikan input tegangan yang berbeda-beda dengan kenaikan tiap 100 mV sebanyak 11 *sample* dimana pengambilan data untuk tiap-tiap sample dilakukan sebanyak 5 kali. Perubahan tegangan yang sangat kecil dapat dimungkinkan. Data diambil dengan mengukur tegangan yang masuk ke signal conditioning dan output signal conditioning dengan menggunakan multimeter digital.

Tabel 4.3 Hasil pengujian signal conditioning LM 35

No.	V input (Volt)	V output (Volt)	V output rata - rata (Volt)	Error
1	0	0	0	0
2	0,1	0,5	0,51	0,01
3	0,2	1	1,04	0,04
4	0,3	1,5	1,508	0,008
5	0,4	2	2,01	0,01
6	0,5	2,5	2,5	0
7	0,6	3	3	0
8	0,7	3,5	3,5	0
9	0,8	4	4,03	0,03
10	0,9	4,5	4,5	0
11	1,0	5	5,02	0,02
Error Rata-rata				0,118

Dalam bentuk grafik hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut,



Gambar 4.3 Grafik Hasil pengujian signal conditioning LM 35

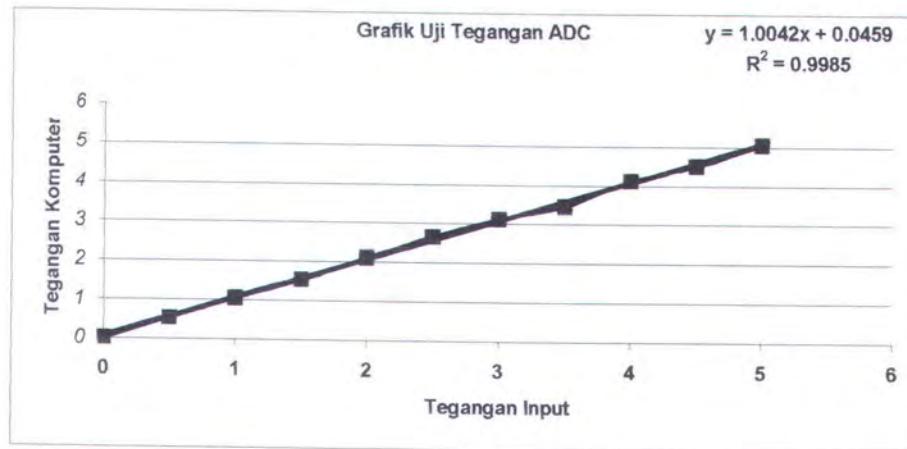
4.3 Pengujian dan Kalibrasi ADC 0804

Pengujian rangkaian ADC ini dilakukan dengan memberikan sinyal inputan pada ADC berupa tegangan analog DC mulai dari 0 volt sampai dengan 5 volt, kemudian dilakukan pengamatan hasil konversi dengan bantuan perangkat lunak untuk mendapatkan informasi yang diperlukan. Selanjutnya hasil pengukuran dan pengkonversian dari perangkat lunak dibandingkan dengan harga sebenarnya (sinyal inputan). Data diambil 10 sample dengan perubahan kenaikan sinyal tegangan inputan sebesar 0,5 Volt, dan pengujian dilakukan 9 kali sehingga diperoleh 90 buah data dengan hasil lengkap pada tabel.

Tabel 4.4 Hasil pengujian linieritas ADC 0804

No	Tegangan Sumber (Volt)	Rata-rata Tegangan di Komputer
1	0	0
2	0,5	0,499131944
3	1	1,002604167
4	1,5	1,50390625
5	2	2,005208333
6	2,5	2,506510417
7	3	3,001302083
8	3,5	3,504774306
9	4	4,00390625
10	4,5	4,505208333
11	5	4,98046875

Dalam bentuk grafik dapat dilihat linieritas dari ADC 0804



Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian ADC 0804

Linieritas dari hubungan antara tegangan input dan tegangan komputer sebesar 99,85.

Sesuai dengan *data sheet* dari ADC bahwa maksimum kesalahan pengkonversian yang diijinkan adalah ± 1 LSB atau $\pm 19,53125$ mV, maka ADC yang dirancang mempunyai kesalahan konversi yang masih bisa ditolerir.

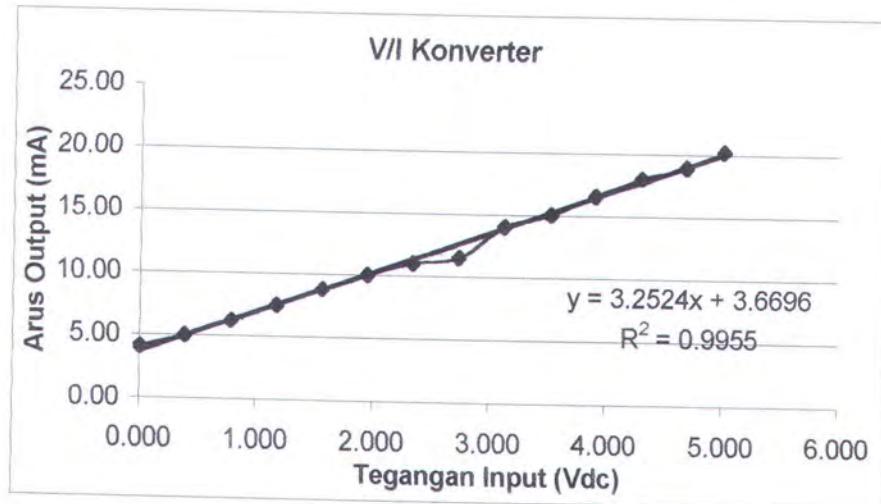
4.4 Pengujian V/I Converter

Untuk pengujian V/I Converter dilakukan dengan memberikan tegangan inputan yang dikalibrasi oleh multimeter yang terkalibrasi, dan pengukuran sinyal keluaran berupa arus diukur dengan multimeter yang juga telah dikalibrasi. Pengkonversian yang diinginkan adalah sinyal tegangan dengan nilai 0 – 5 Volt dikonversi ke sinyal arus 0 – 20 mA. Disini dilakukan pengambilan sample sebanyak 10 data dan pengujian dilakukan 5 kali pengambilan data (lampiran D).

Tabel 4.5 Hasil pengujian V/I Converter

No	Sinyal Inputan (Volt DC)	Arus Terukur (mA)
1	0.000	4.10
2	0.390	5.00
3	0.781	6.20
4	1.172	7.50
5	1.562	8.80
6	1.950	10.00
7	2.340	11.00
8	2.734	11.50
9	3.125	14.00
10	3.515	15.00
11	3.906	16.50
12	4.297	18.00
13	4.687	18.90
14	5.000	20.20

Kemudian ,dari tabel di atas akan ditampilkan dalam bentuk grafik adalah sebagai berikut:



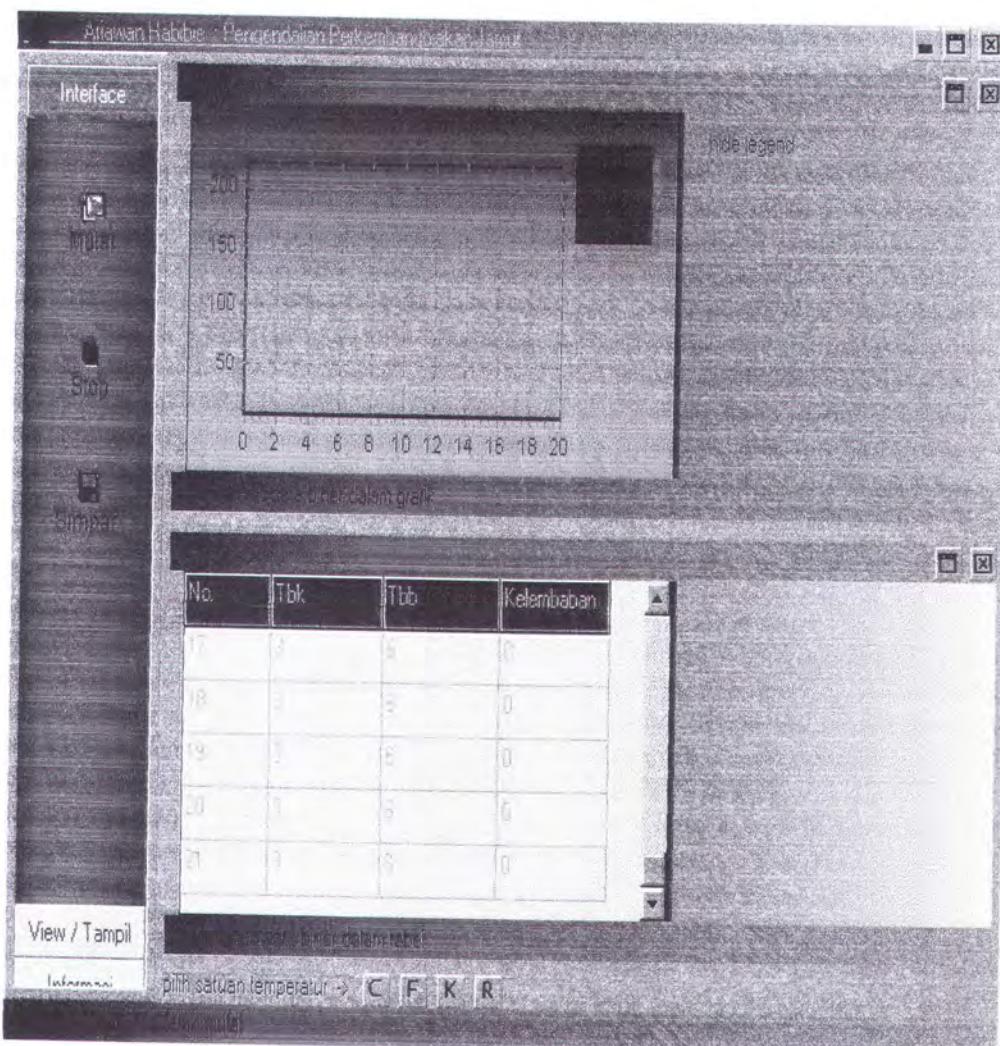
Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan dan arus pada V/I konverter

Dari Grafik di atas, maka di dapatkan nilai linieritas sebesar 99,95, yang berarti hampir mendekati Linier.



4.5 Pengujian Alat ukur Temperatur dan Kelembaban

Pengujian Temperatur dengan menggunakan LM 35



Gambar 4.6 Tampilan dari Program

Pengujian temperatur ini di lakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor dengan termometer digital yang sudah di sediakan .Dimana ruangan yang akan di ukur suhunya adalah ruang dari tempat pertumbuhan Jamur Merang, dengan range suhu antara $35 - 37^{\circ}\text{C}$.

Tabel 4.6. Suhu ruangan Jamur Merang

No	Temperatur (Derajat Celcius)		
	Alat ukur	Thermometer Digital	Error
1.	27	27,1	0,1
2.	28	28,2	0,2
3.	29	29,4	0,4
4.	30	29,9	0,1
5.	31	30,7	0,3
6.	32	31,8	0,2
7.	33	33,5	0,5
8.	34	35,9	0,9
9.	35	35,2	0,2
10.	36	36	0
11.	37	37,8	0,8
12.	38	38,2	0,2
13	39	39	0
14.	40	40,3	0,3
Error rata-rata			0,3

Dari hasil pengujian yang telah di lakukan,maka dapat di cari performansi dari alat ukur yang di rancang meliputi nilai keakurasan dan kepresisiannya. Untuk mendapatkan nilai-nilai tersebut maka digunakan persamaan sebagai berikut :

--Akurasi

$$\text{Akurasi} = \frac{V_r - V_a}{V_a} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (4.1)$$

Dengan menggunakan rumus di atas, akurasinya adalah: 0,54%

--- Presisi (Ketepatan)

$$\text{Presisi} = \frac{V_{rM} - \bar{V}_r}{V_a} \times 100\% \quad \dots \quad (4.2)$$

Keterangan : V_r = Nilai yang terbaca pada alat ukur

V_a = Nilai yang sebenarnya

V_{rM} = Nilai yang terbaca max/min

\bar{V}_r = Nilai rata-rata yang terbaca

Dari persamaan diatas maka dilakukan perhitungan dan didapatkan nilai-nilai seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Performansi alat ukur dengan sensor LM 35

Temperatur (°Celcius)	Akurasi
27	-0.0037%
28	-0.0071%
29	-0.017%
30	0.033%
31	0.0097%
32	0.0063%
33	0.015%
34	-0.053%
35	-0.0057%
36	0%
37	-0.021%
38	-0.0052%
39	0%
40	-0.0074%

Dari data diatas diketahui bahwa keakurasian yang dihasilkan oleh LM 35 sangat baik dengan tingkat ketelitian $\pm 0,53$ °C. Sehingga dapat disimpulkan LM 35 sangat bagus digunakan sebagai sensor temperatur pada range 0 °C sampai dengan 100 °C.

Pengukuran Kelembaban Relatif ruangan Jamur Merang.

Pengukuran Kelembaban Relatif ini di lakukan pada ruangan pertumbuhan Jamur Merang, yang di lakukan sebanyak 5 kali . Untuk memperjelas hasil pengukuran,

lihat Tabel 4.8 pada hal berikutnya.

Tabel 4.8 Pengukuran Kelembaban Relatif pada ruangan Jamur.

No.	Suhu Bola Kering	Suhu Bola Bash	RH (Alat ukur)	RH (Terukur)	Error
1.	28	27	93%	92,5%	0,5%
2.	29	27	88%	85,57%	2,47%
3.	29	28	91%	92,64%	1,36%
4.	30	28	87%	85%	2%
5.	31	28	80%	79,53%	0,47%
6.	32	28	74%	73,69%	0,31%
7.	32	29	83%	79,89%	2,11%
8.	33	29	75%	74,14%	0,86%
9.	34	29	65%	68,81%	2,19%
10.	34	30	76%	74,57%	1,43%
11.	35	30	72%	69,31%	2,69%
12.	36	30	76%	64,43%	1,57%
13.	36	31	72%	69,79%	2,21%
14.	37	31	67%	64,98%	2,02%
15.	38	31	72%	60,50%	1,5%
16.	38	32	66%	65,49%	0,51%
17.	39	32	67%	61,07%	5,93%
18.	40	32	66%	56,95%	9,05%
19.	40	33	62%	61,61%	0,39%
Error Rata-rata =1,967%					

Dari Hasil pengambilan data yang telah di lakukan sebanyak lima kali, maka dapat di perlihatkan pada tabel di atas,bahwa error rata-rata dalam pengambilan data adalah 1,967%.

Setelah melakukan beberapa pengujian terhadap alat ukur suhu dan kelembaban relatif udara yang telah dibuat, dapat dikatakan bahwa keseluruhan blok dari alat ukur udara tersebut dapat bekerja dengan baik dan masih dalam toleransi yang diperbolehkan. Pada rangkaian sensor temperatur ternyata perubahannya hampir linier, hanya saja pada kelembabannya perlu adanya ketelitian dalam pengambilan data pengukuran.Sehingga sesuai dengan karakteristik dari IC LM 35DZ yang digunakan dalam pembuatan alat ukur kelembaban relatif udara. Dimana tegangan keluarannya akan naik $\pm 10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$. Sehingga kesensitifitasan sensor temperatur yang digunakan adalah $10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$.

Sedangkan pada rangkaian ADC 0804 hasil konversinya akan sangat dipengaruhi oleh tegangan yang diinputkan pada kaki $V_{in(-)}$ dan $V_{ref/2}$. Sehingga apabila tegangan yang diinputkan tidak benar-benar mantap maka hasil konversinya akan berbeda walaupun data yang dikonversi ke kode digital sama. Pada rangkaian ADC juga didapatkan hubungan yang hampir sebanding antara set point dengan keluarannya.

Pada pengukuran kelembaban relatif udara juga didapatkan hubungan yang mendekati linier antara nilai kelembaban relatif udara dari software alat ukur Kelembaban , walaupun terdapat penyimpangan yang sedikit lebih besar dari pengukuran temperatur. Hal ini dikarenakan pada pengukuran kelembaban relatif udara digunakan tabel psikrometri yang didapatkan dari grafik psikrometri kurang begitu akurat karena tidak memperhitungkan perubahan tekanan (tekanan

dianggap konstan 101.325 Kpa atau 1 atm). Atau karena faktor dari saya dalam pengambilan data, hal itu harap menjadi maklum.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada setiap rangkaian yang ada pada tugas akhir ini, maka di dapatkan hasil - hasil sebagai berikut :

- Linieritas IC LM 35 sebesar 99,97 untuk temperature Bola Kering. Dan 99,77 untuk Temperatur bola basah.
- Pada pengujian Sinyal Conditioningnya , terdapat error rata - rata sebesar 0,118 %.
- ADC 0804 mempunyai Linieritas sebesar 99,85
- Konverter Tegangan ke Arus (V/I) mempunyai nilai kelinieran sebesar 99,55
- Error yang terdapat pada rangkaian sensor temperatur sebesar 0,3 % dengan akurasi sebesar 0,54%.
- Error yang terdapat pada rangkaian sensor kelembaban sebesar 1,967 %.

5.2 SARAN

Beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai perbaikan dalam perancangan alat ukur Temperature dan Kelembaban adalah :

- Range pengukuran alat ukur temperature dan kelembaban yang akan dirancang harus disesuaikan dengan karakteristik sensor yang digunakan.
- Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang linier maka range yang dirancang disesuaikan dengan range linier yang dimiliki sensor.
- Perancangan Signal Conditioning disesuaikan dengan skala maksimum dan minimum dari Analog to Digital Converter sehingga dihasilkan pengukuran dengan ketelitian yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, Wiranto dan Saito, Heizo, " *Penyegaran Udara*", Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta, edisi ke-5, 1995.
2. Carrier Corporation, perconal communication.
3. E. Schmidt, " Properties of Water and Steam in SI-Units ", Springer, New York, 1969.
4. Frederick F.Driscoll, Robert F. Coughlin, " *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier* ", Penerbit Erlanggan,1985.
5. Jugianto H.M, " *Turbo Pascal* ", Penerbit Andi Offset Yogyakarta, 1994.
6. Kadir, Abdul, "Pemrogaman Pascal menggunakan Turbo Pascal 7.0/Borland Pascal 7.0/Membahas pemrogaman Berorientasi Objek, edisi ke-1, cetakan ke-1, 2000, Yogyakarta. Penerbit Andi Offset.
7. Malvino, " *Prinsip-Prinsip Elektronika* ", Penerbir Erlangga, 1995.
8. P.Hoogenbom, " *Data Sheet Book 3* ", Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta, 1993.
9. Pramono, Djoko, "Mudah Menguasai Delphi 4", jilid ii, PT Elex Media Komputindo, 1999.
10. Santoso, Insap P, " *Interaksi Manusia & Komputer, Teori dan Praktek* ", edisi ke-1, cetakan ke-2, Yogyakarta. Andi, 1997. Penerbit Andi Offset.
11. Stoecker, W. F and Jones, J.W, alih bahasa oleh Hara, Supratman, " *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara* ", Penerbit Erlangga, edisi ke-2, 1996.

12. Suradji Sinaga Meity,"Jamur Merang Dan Budi dayanya ,Edisi Revisi,Jakarta 2001.
13. Wolfgang Link,"*Pengukuran, Pengendalian dan Pengaturan dengan PC*", Penerbit PT. Elex Media Komputindo, 1885.
14. W. F. Stoecker, " Using SI-Unit in Heating, Air Conditioning and Refrigeration, " Business News, Troy, Mich., 1977.
15., "National Semiconductor Data Acquisition Book", 1995.
16. S. S. Meity, "Jamur Merang Dan Budi Dayanya" edisi revisi , 2001
17. Laboratorium Workshop Instrumentasi , 2002-2003.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

```
unit uDesign3;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  i2sButton, StdCtrls, cdCoolPanel, ExtCtrls, TeeProcs, TeEngine, Chart,
  Series, Grids, Menus, ImgList, ComCtrls;

type
  TFLemp = class(TForm)
    Panel3: TPanel;
    Panel4: TPanel;
    Panel7: TPanel;
    cdCoolPanel3: TcdCoolPanel;
    btn_keluar: Ti2sButton;
    btn_ta: Ti2sButton;
    cdCaption: TcdCoolPanel;
    cdStatus: TcdCoolPanel;
    pISI: TPanel;
    tabel_panel: TPanel;
    cdTabel: TcdCoolPanel;
    cdCoolPanel10: TcdCoolPanel;
    Label3: TLabel;
    cdCoolPanel13: TcdCoolPanel;
    Panel5: TPanel;
    grafik_panel: TPanel;
    cdGrafik: TcdCoolPanel;
    cdCoolPanel2: TcdCoolPanel;
    cdCoolPanel7: TcdCoolPanel;
    Panel8: TPanel;
    Chart1: TChart;
    Series1: TFastLineSeries;
    Series2: TFastLineSeries;
    sgrid: TStringGrid;
    btn_tabel: Ti2sButton;
    btn_grafik: Ti2sButton;
    btn_stop: Ti2sButton;
    btn_mulai: Ti2sButton;
    panel_menu_1: TPanel;
    panel_menu_2: TPanel;
    panel_menu_3: TPanel;
```



```
panel_menu_4: TPanel;
grafik_spliter: TSplitter;
tabel_spliter: TSplitter;
btn_legend_hide: Ti2sButton;
btn_SysTEM: Ti2sButton;
btn_close: Ti2sButton;
btn_form_max: Ti2sButton;
btn_form_min: Ti2sButton;
cdCoolPanel4: TcdCoolPanel;
btn_K: Ti2sButton;
btn_C: Ti2sButton;
btn_F: Ti2sButton;
btn_R: Ti2sButton;
Series3: TFastLineSeries;
btn_grafik_hide: Ti2sButton;
btn_grafik_max: Ti2sButton;
btn_tabel_hide: Ti2sButton;
btn_tabel_max: Ti2sButton;
mnuPop: TPopupMenu;
Mulaiinterface1: TMenuItem;
Stopinterface1: TMenuItem;
N1: TMenuItem;
Viewgrafik1: TMenuItem;
Viewtabel1: TMenuItem;
N2: TMenuItem;
Keluar1: TMenuItem;
Informasisoftware1: TMenuItem;
N3: TMenuItem;
Settemperatur1: TMenuItem;
Celcius1: TMenuItem;
Fahrenheit1: TMenuItem;
Kelvin1: TMenuItem;
Rerankin1: TMenuItem;
ImageList1: TImageList;
dlgSimpan: TSaveDialog;
editor: TRichEdit;
btn_simpan: Ti2sButton;
Simpandatakefile1: TMenuItem;
Timer1: TTimer;
btn_dosen1: Ti2sButton;
pInformasi: TPanel;
cdCoolPanel1: TcdCoolPanel;
btn_info_hide: Ti2sButton;
cdCoolPanel5: TcdCoolPanel;
Label1: TLabel;
cdCoolPanel6: TcdCoolPanel;
```

```
Panel2: TPanel;
cdCoolPanel9: TcdCoolPanel;
Label4: TLabel;
Label2: TLabel;
Label5: TLabel;
Label7: TLabel;
Label6: TLabel;
Label8: TLabel;
cdCoolPanel11: TcdCoolPanel;
cdCoolPanel12: TcdCoolPanel;
cdCoolPanel8: TcdCoolPanel;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
btn_pause: Ti2sButton;
procedure btn_keluarClick(Sender: TObject);
procedure btn_taClick(Sender: TObject);
procedure btn_mulaiClick(Sender: TObject);
procedure btn_stopClick(Sender: TObject);
procedure btn_grafikClick(Sender: TObject);
procedure btn_tabelClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure btn_legend_hideClick(Sender: TObject);
procedure panel_menu_1Click(Sender: TObject);
procedure FormShow(Sender: TObject);
procedure panel_menu_2Click(Sender: TObject);
procedure panel_menu_3Click(Sender: TObject);
procedure panel_menu_4Click(Sender: TObject);
procedure btn_FClick(Sender: TObject);
procedure btn_CClick(Sender: TObject);
procedure btn_KClick(Sender: TObject);
procedure btn_RClick(Sender: TObject);
procedure FormDestroy(Sender: TObject);
procedure btn_simpanClick(Sender: TObject);
procedure btn_form_maxClick(Sender: TObject);
procedure btn_grafik_maxClick(Sender: TObject);
procedure btn_tabel_maxClick(Sender: TObject);
procedure btn_tabel_hideClick(Sender: TObject);
procedure btn_grafik_hideClick(Sender: TObject);
procedure btn_SysTEMMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure FormResize(Sender: TObject);
procedure btn_form_minClick(Sender: TObject);
procedure panel_menu_1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
```

```

Y: Integer);
procedure panel_menu_2MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure panel_menu_3MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure panel_menu_4MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_simpanMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_grafikMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_tabelMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_keluarMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_mulaiMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_stopMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_info_hideClick(Sender: TObject);
procedure btn_pauseMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
procedure btn_pauseClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  procedure Inisialisasi;
  procedure reset;
  procedure kendaliMenu(no: integer);
  procedure seting_warna;
  procedure simpan_data;
  // kontrol
  procedure PemanasDanKipasP(kode: boolean);
  procedure valveDanKipasV(nilai: byte);
public
  { Public declarations }
  x: longInt;
  satAktif: byte;
  sp_atas, sp_bawah,tval: integer; // set_point
private
  h_tskbar: HWnd;
  a: boolean;
  bpause: boolean;
end;

var

```

```
FLemp: TFLemp;
ySuhu, yKel: LongInt;
stop: byte;

implementation

uses uProses, uAbout, uMenu;

resourcestring
  sOverWrite = 'Klik OK utk memperbaharui file: %s';

{$R *.DFM}

function bacaport(alamat :word):byte; assembler; register;
asm
  mov dx,ax
  in al,dx
end;

procedure kirimdata(address :word; data :byte);assembler;register;
asm
  xchg ax,dx
  out dx,al
end;

procedure TFLemp.reset;
begin
  kirimdata($302,255);
  kirimdata($378,$0); // reset LPT
end;

procedure TFLemp.kendaliMenu(no: integer);
begin
  panel_menu_1.Font.Color := clblue;
  panel_menu_1.Color := clInfoBk;
  panel_menu_2.Font.Color := clblue;
  panel_menu_2.Color := clInfoBk;
  panel_menu_3.Font.Color := clblue;
  panel_menu_3.Color := clInfoBk;
  panel_menu_4.Font.Color := clblue;
  panel_menu_4.Color := clInfoBk;
  case no of
    1: begin
      panel_menu_1.Color := RGB(183,146,89);
      panel_menu_1.Font.Color := clWhite;
    end;
  end;
end;
```

```
2: begin
    panel_menu_2.Color := RGB(183,146,89);
    panel_menu_2.Font.Color := clWhite;
end;
3: begin
    panel_menu_3.Color := RGB(183,146,89);
    panel_menu_3.Font.Color := clWhite;
end;
4: begin
    panel_menu_4.Color := RGB(183,146,89);
    panel_menu_4.Font.Color := clWhite;
end;
end;

procedure TFLemp.btn_keluarClick(Sender: TObject);
begin
    btn_stopClick(sender);
    hide;
    FAbout.show;
end;

procedure TFLemp.btn_taClick(Sender: TObject);
begin
    tabel_panel.visible:=false;
    grafik_panel.visible:=false;
    pInformasi.align:=alClient;
    pInformasi.visible:=true;
end;

procedure TFLemp.simpan_data;
begin
    dlgSimpan.Title := 'Simpan data program ?';
    if dlgSimpan.Execute then
    begin
        if FileExists(dlgSimpan.FileName) then
            if MessageDlg(Format(sOverWrite, [dlgSimpan.FileName]),
                mtConfirmation, mbYesNoCancel, 0) <> idYes then Exit;
        Editor.Lines.SaveToFile(dlgSimpan.FileName);
    end;
end;

procedure TFLemp.seting_warna;
begin
    cdCaption.BeginColor := clPurple;
    cdCaption.EndColor := $00ffcccc;
```

```

{ cdGrafik.BeginColor := clPurple;
cdGrafik.EndColor := $00ffcccc;
cdTabel.BeginColor := clPurple;
cdTabel.EndColor := $00ffcccc;
}
end;

procedure TFLemp.btn_mulaiClick(Sender: TObject);
begin
  cdStatus.Caption := 'Proses telah mulai';
  a := false;
  //Inisialisasi;
  btn_CClick(sender);
  kirimdata($303,$92);
  Editor.lines.add('###mulai');
  Editor.lines.add('No. Tbk Tbb Kelembaban');
  timer1.enabled:=true;
  stop := 0;
  series1.Clear;
  series2.Clear;
  series3.Clear;
  x:=0;
end;

procedure TFLemp.btn_stopClick(Sender: TObject);
begin
  cdStatus.Caption := 'Proses telah berhenti';
  reset;
  timer1.enabled:=false;
  btn_F.Font.Color := clRed;
  btn_C.Font.Color := clRed;
  btn_K.Font.Color := clRed;
  btn_R.Font.Color := clRed;
  with Fmenu do begin
    btn_F.Font.Color := clRed;
    btn_C.Font.Color := clRed;
    btn_K.Font.Color := clRed;
    btn_R.Font.Color := clRed;
  end;
end;

procedure TFLemp.btn_grafikClick(Sender: TObject);
begin
  pInformasi.visible:=false;
  with grafik_panel do begin
    Visible := not visible;
  end;
end;

```

```
if tabel_panel.visible=false then
  align:=alClient
else begin
  align:=alNone;
  height:=(pISI.height div 2);
  align:=alTop;
end;
end;
end;

procedure TFLemp.Inisialisasi;
begin
  // aktifkan PPI
  kirimdata($303, $92);
  kirimdata($302,255);
  // siapkan grid
  sgrid.Cells[0,0] := 'No.';
  sgrid.Cells[1,0] := 'Tbk';
  sgrid.Cells[2,0] := 'Tbb';
  sgrid.Cells[3,0] := 'Kelembaban';
  // siapkan btn menuitem
  btn_mulai.height := 58;
  btn_pause.height := 58;
  btn_stop.height := 58;
  btn_grafik.height := 58;
  btn_tabel.height := 58;
  btn_ta.height := 58;
  btn_dosen1.height := 58;
  btn_keluar.height := 58;
end;

procedure TFLemp.btn_tabelClick(Sender: TObject);
begin
  pInformasi.visible:=false;
  with tabel_panel do begin
    visible := not visible;
    if visible=false then
      grafik_panel.align:=alClient
    else begin
      with grafik_panel do begin
        align:=alNone;
        height:=(pISI.height div 2);
        align:=alTop;
      end;
    end;
  end;
end;
```

```

end;

procedure TFLemp.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  inisialisasi;
  Editor.lines.add('Data proses program');
  Editor.lines.add('-----');
  Editor.lines.add('nama      : Ariawan habibie');
  Editor.lines.add('tanggal   : '+DateTimeToStr(Now));
  Editor.lines.add('');
  h_tskBar := FindWindow('Shell_traywnd', '');
  SetWindowPos(h_tskBar,
  0,0,0,0,SWP_SHOWWINDOW); //SWP_HIDEWINDOW;
  ShowWindow(Application.handle, SWP_SHOWWINDOW);
  parser := TProses.Create;
end;

procedure TFLemp.btn_legend_hideClick(Sender: TObject);
begin
  with chart1 do begin
    Legend.Visible := not Legend.Visible;
    if Legend.Visible=false then
      caption := 'show legend'
    else
      caption := 'hide legend';
  end;
end;

procedure TFLemp.panel_menu_1Click(Sender: TObject);
begin
  panel_menu_1.Top := 0;
  panel_menu_4.Top := cdCoolPanel3.Height-panel_menu_4.Height;
  panel_menu_3.top := panel_menu_4.Top-panel_menu_3.Height;
  panel_menu_2.top := panel_menu_3.Top-panel_menu_2.Height;

  // set-up menuitem kiri
  btn_mulai.Top := 1*(panel_menu_1.Height)+20;
  btn_pause.Top := btn_mulai.Top+btn_mulai.Height+10;
  btn_stop.Top := btn_pause.Top+btn_pause.Height+10;
  btn_simpan.top := btn_stop.Top+btn_mulai.Height+10;
  btn_mulai.Visible := true;
  btn_pause.Visible := true;
  btn_stop.Visible := true;
  btn_simpan.Visible := true;
  btn_grafik.Visible := false;
  btn_tabel.Visible := false;

```

```

btn_ta.Visible := false;
btn_dosen1.Visible := false;
btn_keluar.Visible := false;
end;

procedure TFLemp.FormShow(Sender: TObject);
begin
  pInformasi.visible:=false;
  bpause:=true;
  // set-up menu kiri
  panel_menu_1.Top := 0;
  panel_menu_4.Top := cdCoolPanel3.Height-panel_menu_4.Height;
  panel_menu_3.top := panel_menu_4.Top-panel_menu_3.Height;
  panel_menu_2.top := panel_menu_3.Top-panel_menu_2.Height;
  // set-up menuitem kiri
  btn_mulai.Top := 1*(panel_menu_1.Height)+20;
  btn_pause.Top := btn_mulai.Top+btn_mulai.Height+10;
  btn_stop.Top := btn_pause.Top+btn_pause.Height+10;
  btn_simpan.Top := btn_stop.Top+btn_stop.Height+10;
  btn_mulai.Visible := true;
  btn_pause.Visible := true;
  btn_stop.Visible := true;
  btn_grafik.Visible := false;
  btn_tabel.Visible := false;
  btn_ta.Visible := false;
  btn_dosen1.Visible := false;
  btn_keluar.Visible := false;
  // tampil form
  FMenu.show;
  // seting warna -caption
  setting_warna;
  // seting awal batas set point
  sp_atas := StrToInt(FMenu.e_spa.text);
  sp_bawah := StrToInt(FMenu.e_spb.text);
end;

procedure TFLemp.panel_menu_2Click(Sender: TObject);
begin
  panel_menu_1.Top := 0;
  panel_menu_2.top := panel_menu_1.Top+panel_menu_2.Height;
  panel_menu_4.Top := cdCoolPanel3.Height-panel_menu_4.Height;
  panel_menu_3.top := panel_menu_4.Top-panel_menu_3.Height;

  // set-up menuitem kiri
  btn_grafik.Top := 2*(panel_menu_1.Height)+20;
  btn_tabel.Top := btn_grafik.Top+btn_grafik.height+10;

```

```

btn_mulai.Visible := false;
btn_stop.Visible := false;
btn_pause.Visible := false;
btn_simpan.Visible := false;
btn_grafik.Visible := true;
btn_tabel.Visible := true;
btn_ta.Visible := false;
btn_dosen1.Visible := false;
btn_keluar.Visible := false;
end;

procedure TFLemp.panel_menu_3Click(Sender: TObject);
begin
  panel_menu_1.Top := 0;
  panel_menu_2.top := panel_menu_1.Top+panel_menu_2.Height;
  panel_menu_3.top := panel_menu_2.Top+panel_menu_3.Height;
  panel_menu_4.Top := cdCoolPanel3.Height-panel_menu_4.Height;

  // set-up menuitem kiri
  btn_ta.Top := 3*(panel_menu_1.Height)+20;
  btn_dosen1.Top := btn_ta.top+btn_dosen1.height+10;
  btn_mulai.Visible := false;
  btn_pause.Visible := false;
  btn_stop.Visible := false;
  btn_simpan.Visible := false;
  btn_grafik.Visible := false;
  btn_tabel.Visible := false;
  btn_ta.Visible := true;
  btn_dosen1.Visible := true;
  btn_keluar.Visible := false;
end;

procedure TFLemp.panel_menu_4Click(Sender: TObject);
begin
  panel_menu_1.Top := 0;
  panel_menu_2.top := panel_menu_1.Top+panel_menu_2.Height;
  panel_menu_3.top := panel_menu_2.Top+panel_menu_3.Height;
  panel_menu_4.Top := panel_menu_3.Top+panel_menu_4.Height;

  // set-up menuitem kiri
  btn_keluar.Top := 4*(panel_menu_1.Height)+20;
  btn_mulai.Visible := false;
  btn_pause.Visible := false;
  btn_stop.Visible := false;
  btn_simpan.Visible := false;
  btn_grafik.Visible := false;

```



```
btn_tabel.Visible := false;
btn_ta.Visible := false;
btn_dosen1.Visible := false;
btn_keluar.Visible := true;
end;

procedure TFLemp.btn_FClick(Sender: TObject);
begin
  // aktif satuan Fahrenheit
  btn_F.Font.Color := clBlue;
  btn_C.Font.Color := clRed;
  btn_K.Font.Color := clRed;
  btn_R.Font.Color := clRed;
  with Fmenu do begin
    btn_F.Font.Color := clBlue;
    btn_C.Font.Color := clRed;
    btn_K.Font.Color := clRed;
    btn_R.Font.Color := clRed;
  end;
  satAktif := 1;
end;

procedure TFLemp.btn_CClick(Sender: TObject);
begin
  btn_F.Font.Color := clRed;
  btn_C.Font.Color := clBlue;
  btn_K.Font.Color := clRed;
  btn_R.Font.Color := clRed;
  with Fmenu do begin
    btn_F.Font.Color := clRed;
    btn_C.Font.Color := clBlue;
    btn_K.Font.Color := clRed;
    btn_R.Font.Color := clRed;
  end;
  satAktif := 0;
end;

procedure TFLemp.btn_KClick(Sender: TObject);
begin
  btn_F.Font.Color := clRed;
  btn_C.Font.Color := clRed;
  btn_K.Font.Color := clBlue;
  btn_R.Font.Color := clRed;
  with Fmenu do begin
    btn_F.Font.Color := clRed;
    btn_C.Font.Color := clRed;
  end;
end;
```

```

btn_K.Font.Color := clBlue;
btn_R.Font.Color := clRed;
end;
satAktif := 2; // aktifkan satuan kelvin
end;

procedure TFLemp.btn_RClick(Sender: TObject);
begin
  btn_F.Font.Color := clRed;
  btn_C.Font.Color := clRed;
  btn_K.Font.Color := clRed;
  btn_R.Font.Color := clBlue;
  with Fmenu do begin
    btn_F.Font.Color := clRed;
    btn_C.Font.Color := clRed;
    btn_K.Font.Color := clRed;
    btn_R.Font.Color := clBlue;
  end;
  satAktif := 3; // aktifkan satuan Reankin
end;

procedure TFLemp.FormDestroy(Sender: TObject);
begin
  Editor.lines.add('###akhir');
  SetWindowPos(h_tskBar, 0,0,0,0,0,SWP_SHOWWINDOW);
  close;
end;

procedure TFLemp.valveDanKipasV(nilai: byte);
begin
  //kirimdata($302, nilai);
  if nilai=$0 then begin // kipas valve pin[3];
    kirimdata($302, $0);
    sleep(1000);
    kirimdata($302, 255);
    sleep(1000);
    FMenu.Lvalve.Font.Color := clRed;
    FMenu.Lvalve.Caption := 'ON';
    kirimdata($378,$4);
    FMenu.LkipasV.Font.Color := clRed;
    FMenu.LkipasV.Caption := 'ON';
  end
  else begin
    kirimdata($302, 255);
    FMenu.Lvalve.Font.Color := clBlue;
    FMenu.Lvalve.Caption := 'OFF';
  end
end;

```

```

//kirimdata($378,$1);
FMenu.LkipasV.Font.Color := clBlue;
FMenu.LkipasV.Caption := 'OFF';
end;
end;

procedure TFLemp.PemanasDanKipasP(kode: boolean);
begin
  if kode=true then begin
    // kipas bareng heater di LPT
    // pemanas -pin[2] ; kipas_pemanas -pin[1]
    //kirimdata($378,$4);
    //kirimdata($378,$3); //sleep(1000);
    kirimdata($378,$7);
    // kirim status
    FMenu.Lheater.Font.Color := clRed;
    FMenu.LkipasP.Font.Color := clRed;
    FMenu.Lheater.Caption := 'ON';
    FMenu.LkipasP.Caption := 'ON';
  end
  else begin
    // pesan status
    FMenu.Lheater.Font.Color := clBlue;
    FMenu.LkipasP.Font.Color := clBlue;
    FMenu.Lheater.Caption := 'OFF';
    FMenu.LkipasP.Caption := 'OFF';
  end;
end;

procedure TFLemp.btn_simpanClick(Sender: TObject);
begin
  simpan_data;
end;

procedure TFLemp.btn_form_maxClick(Sender: TObject);
begin
  ShowWindow(handle, SW_SHOWMAXIMIZED);
end;

procedure TFLemp.btn_grafik_maxClick(Sender: TObject);
begin
  tabel_panel.Hide;
  grafik_panel.Align := alClient;
end;

procedure TFLemp.btn_tabel_maxClick(Sender: TObject);

```

```

begin
  grafik_panel.Hide;
  tabel_panel.Align := alClient;
end;

procedure TFLemp.btn_tabel_hideClick(Sender: TObject);
begin
  tabel_panel.Hide;
end;

procedure TFLemp.btn_grafik_hideClick(Sender: TObject);
begin
  grafik_panel.Hide;
end;

procedure TFLemp.btn_SysTEMMouseMove(Sender: TObject; Shift:
TShiftState;
X, Y: Integer);
begin
  mnuPop.Popup(x,y);
end;

procedure TFLemp.Timer1Timer(Sender: TObject);
Var
  DTbk,DTbb,Tbk,Tbb : Byte;
  kelem : double;
  m_rect: TGridRect;
begin
  kirimdata($303,$92);
  DTbk:= bacaport($300);
  DTbb:= bacaport($301);
  // parser perhitungan berdasarkan satuan yg aktif
  // Perhitungan dengan acuan derajat C
  Tbk:= Round(parser.Celcius(DTbk));
  Tbb:= Round(parser.Celcius(DTbb));
  // cari kelembaban
  kelem:=parser.Kelembaban(Tbk,Tbb);
  kelem:=round(kelem);
  //kirimdata($378, $3);//sleep(1000);
  // kendali suhu acuan derajat C
  if Tbk>=sp_atas then begin
    PemanasDanKipasP(false);
    valveDanKipasV($0);
    a:=true;
  end
  else if (Tbk<=sp_bawah) then begin

```

```

PemanasDanKipasP(true);
valveDanKipasV(255);
end
else begin
  if a=true then
begin
  if (Tbk<=sp_atas) then begin
    if (Tbk>(sp_bawah+3)) then begin
      valveDanKipasV($0);
      //a := false;
    end
  else begin
    valveDanKipasV(255);
    // reset LPT antara range x+0->x+3 ;
    kirimdata($378, $0);
    // pre-set langkah
    a := false;
  end;
end
else begin
  PemanasDanKipasP(true);
end;
end
else valveDanKipasV(255); // ---
end;

// beri nilai sesuai satuan yang diinginkan user
case satAktif of
  0:// derajat Celcius
begin
end;
  1:// derajat Fahrenheit
begin
  Tbk:= Round(parser.Fahrenheit(Tbk));
  Tbb:= Round(parser.Fahrenheit(Tbb));
end;
  2:// derajat Kelvin
begin
  Tbk:= Round(parser.Kelvin(Tbk));
  Tbb:= Round(parser.Kelvin(Tbb));
end;
  3:// derajat Reankin
begin
  Tbk:= Round(parser.Reankin(Tbk));
  Tbb:= Round(parser.Reankin(Tbb));
end;

```

```

end;

// refresh grafik
series1.addxy(x,Tbk,",clRed);
series2.addxy(x,Tbb,",clRed);
series3.addxy(x,kelem,",clRed);
editor.lines.add(Format('%s %s %s
%s',[intToStr(x),intToStr(Tbk),intToStr(Tbb),FloatToStr(kelem)]));
// increase nilai x
x:=x+1;
// increase jumlah baris
sgrid.RowCount:=x+1;

// refresh tabel
sgrid.Cells[0,x] := intToStr(x);
sgrid.Cells[1,x] := FloatToStr(Tbk);
sgrid.Cells[2,x] := FloatToStr(Tbb);
sgrid.Cells[3,x] := FloatToStr(kelem)+'%';

// seleksi / blok row x
m_rect.Top := x+1;
m_rect.bottom := x+1;
m_rect.left := 0;
m_rect.Right := 4;
sgrid.Selection := m_rect;
end;

procedure TFLemp.FormResize(Sender: TObject);
begin
  btn_close.left := cdCaption.Width-btn_close.width-5;
  btn_form_max.left := btn_close.left-btn_form_max.width-5;
  btn_form_min.left := btn_form_max.left-btn_form_min.width-1;
  btn_grafik_hide.Left := cdGrafik.Width-btn_grafik_hide.width;
  btn_tabel_hide.Left := btn_grafik_hide.Left;
  btn_grafik_max.Left := btn_grafik_hide.Left-btn_grafik_max.width-5;
  btn_tabel_max.Left := btn_grafik_max.Left;
end;

procedure TFLemp.btn_form_minClick(Sender: TObject);
begin
  SetWindowPos(h_tskBar, 0,0,0,0,SWP_SHOWWINDOW);
  ShowWindow(handle, SW_SHOWNORMAL);
end;

procedure TFLemp.panel_menu_1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState;

```

```
X, Y: Integer);
begin
  kendaliMenu(1);
end;

procedure TFLemp.panel_menu_2MouseMove(Sender: TObject; Shift:
TShiftState;
  X, Y: Integer);
begin
  kendaliMenu(2);
end;

procedure TFLemp.panel_menu_3MouseMove(Sender: TObject; Shift:
TShiftState;
  X, Y: Integer);
begin
  kendaliMenu(3);
end;

procedure TFLemp.panel_menu_4MouseMove(Sender: TObject; Shift:
TShiftState;
  X, Y: Integer);
begin
  kendaliMenu(4);
end;

procedure TFLemp.btn_simpanMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState;
  X, Y: Integer);
begin
  cdStatus.Caption := 'Simpan data proses ke file';
end;

procedure TFLemp.btn_grafikMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState;
  X, Y: Integer);
begin
  cdStatus.Caption := 'Tampil/tidak grafik';
end;

procedure TFLemp.btn_tabelMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
begin
  cdStatus.Caption := 'Tampil/tidak tabel';
end;

procedure TFLemp.btn_keluarMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState;
  X, Y: Integer);
```

```
begin
  cdStatus.Caption := 'Tutup window ini';
end;

procedure TFLemp.btn_mulaiMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState;
X,
Y: Integer);
begin
  cdStatus.Caption := 'Memulai proses interface';
end;

procedure TFLemp.btn_stopMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
begin
  cdStatus.Caption := 'Hentikan proses jika telah mulai';
end;

procedure TFLemp.btn_info_hideClick(Sender: TObject);
begin
  pInformasi.Visible:=false;
  grafik_panel.height:=(pISI.height div 2);
  grafik_panel.Align:=alTop;
  grafik_panel.Visible:=true;
  tabel_panel.Align:=alClient;
  tabel_panel.Visible:=true;
end;

procedure TFLemp.btn_pauseMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState;
X,
Y: Integer);
begin
  if bpause=true then
    cdStatus.Caption := 'Aktifkan kembali proses'
  else
    cdStatus.Caption := 'Hentikan proses sementara';
end;

procedure TFLemp.btn_pauseClick(Sender: TObject);
begin
  if bpause=true then begin
    cdStatus.Caption := 'proses sedang pause, ..';
    btn_pause.Caption := 'Resume';
    timer1.Enabled := false;
    bpause:=false;
  end
  else begin
```

```
cdStatus.caption := 'proses running';
btn_pause.caption := 'Pause';
timer1.enabled := true;
bpause:=true;
end;
end;

end.
```