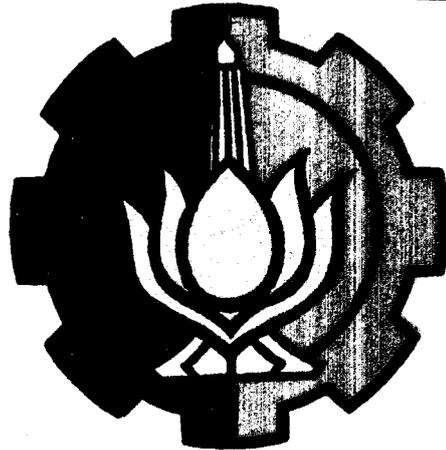


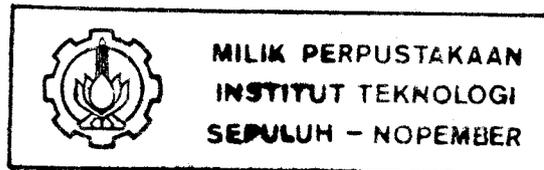
3100096008135

**ALAT UKUR KADAR AIR BERAS  
BERBASIS  
MINIMUM SISTEM 8088**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	22 SEP 1994
Terima Dari	H
No. Agenda Pp.	2736



RSE  
629.3916  
Igu  
a-1  
1994



OLEH :

I GST. AGUNG PUTU RAKA A.

NRP. 2902201623

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

1994

**ALAT UKUR KADAR AIR BERAS  
BERBASIS  
MINIMUM SISTEM 8088**

**TUGAS AKHIR**

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

**Pada**

**Bidang Studi Elektronika**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**



**( Ir. Moch. Moefadol )**

**SURABAYA**

**Agustus, 1994**

## ABSTRAK

Mengetahui kadar air dalam beras merupakan hal penting untuk mendapatkan kualitas beras yang diinginkan. Hal ini terutama penting dalam proses penyimpanan beras pada gudang penyimpanan. Disamping itu dalam hal penentuan harga dasar beras dibutuhkan syarat-syarat tertentu dimana di dalamnya termasuk kadar air yang dikandung beras tersebut.

Pengukuran kadar air beras ini dilakukan dengan mengkonversikan kapasitansi sejumlah volume beras tertentu ke kadar air yang dikandungnya dengan menggunakan jembatan kapasitansi dengan sumber eksitasi berupa osilator sinusoidal yang selanjutnya disearahkan dan diperkuat untuk input ke rangkaian analog to digital converter. Output analog to digital converter ini diolah oleh sistem minimum mikroprosesor dan setelah dilengkapi dengan faktor koreksi suhu ditampilkan besarnya kadar air yang dikandung oleh beras tersebut dalam bentuk persen.

## KATA PENGANTAR

Berkat Rakhmat Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang, akhirnya Tugas Akhir ini yang merupakan syarat dalam menyelesaikan studi sarjana S1 pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, dapat diselesaikan dengan baik.

Penyelesaian Tugas Akhir ini berdasarkan teori - teori yang penulis dapatkan selama kuliah , buku-buku referensi, bimbingan dosen dan pihak-pihak lain yang juga memberikan saran dan input.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Moefadol Asyari, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, saran serta dorongan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Harris Pirngadi, selaku dosen wali penulis.
3. Bapak Ir. Soetikno, selaku koordinator Bidang Studi Elektronika.
4. Bapak Dr. Ir. Moch. Salehudin, M. Eng. Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik ELEktro FTI-ITS.
5. Teman-teman Bidang Studi Elektronika, Keluarga di rumah, Seseorang yang kukasihi dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhirnya semoga apa yang tertuang dalam tulisan ini  
ada manfaatnya bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya  
yang ada hubungannya dengan tulisan ini.

Surabaya, Juli 1994

I G. A. Putu Raka A.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Judul . . . . .	i
Lembar Pengesahan . . . . .	ii
Abstrak . . . . .	iii
Kata Pengantar . . . . .	iv
Daftar Isi . . . . .	vi
Daftar Gambar . . . . .	ix
Daftar Tabel . . . . .	xi
BAB I PENDAHULUAN . . . . .	1
I.1. Latar Belakang . . . . .	1
I.2. Permasalahan . . . . .	2
I.3. Tujuan . . . . .	2
I.4. Metodologi . . . . .	2
I.5 Sistematika . . . . .	3
I.6 Relevansi . . . . .	4
BAB II TEORI PENUNJANG . . . . .	5
II.1. Sitem Pengukuran Kadar Air pada beras . . . . .	5
II.2. Sistem Mikroprosesor 8088 . . . . .	8
II.2.1. Arsitektur $\mu$ P 8088 . . . . .	8
II.2.2. Model Pemrograman . . . . .	18
II.3. Memori Unit . . . . .	23
II.3.1. Interface Memori . . . . .	23
II.3.2. Rom Memori . . . . .	24

II.3.3. Ram Memori . . . . .	25
II.4. Input Output Unit . . . . .	25
II.4.1. PPI 8255 . . . . .	26
II.4.2. Mode kerja PPI 8255 . . . . .	28
II.5. Analog to Digital Converter . . . . .	31
II.6. Operational Amplifier . . . . .	35
II.6.1. Penguat Instrumentasi . . . . .	35
II.6.2. Penyearah Gelombang Penuh presisi . . . . .	36
II.6.3. Osilator jembatan Wien . . . . .	38
II.7. Sensor Temperatur . . . . .	40
II.7.1. Sensor temperatur IC . . . . .	40
II.8. Jembatan arus bolak balik . . . . .	42
II.8.1. Syarat-syarat Kesetimbangan . . . . .	43
II.9. Rangkaian RC . . . . .	44
BAB III PERENCANAAN ALAT . . . . .	46
III.1. Pendahuluan . . . . .	46
III.2. Sistem penentuan kadar air pada beras . . . . .	46
III.3. Blok diagram sistem alat ukur kadar air beras . . . . .	47
III.4. Perencanaan Hardware . . . . .	50
III.4.1. Unit Minimum Sistem 8088 . . . . .	50
III.4.2. Unit memori . . . . .	54
III.4.3. Unit Programable Paralel Interface . . . . .	57
III.4.4. Unit Analog to Digital Konverter . . . . .	59
III.4.5. Unit Sensor dan Pengkondisi Sinyal . . . . .	64
III.4.6. Unit Driver Mekanis . . . . .	71
III.4.7. Unit Display dan switch . . . . .	72
III.5. Perencanaan Perangkat Lunak . . . . .	74

BAB IV PENGUJIAN DAN PENGUKURAN . . . . .	76
IV.1. Pengujian Sensor kapasitansi . . . . .	76
BAB V KESIMPULAN . . . . .	88
V.1. Kesimpulan . . . . .	88
V.2. Saran-Saran . . . . .	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. BIU, EU dan Bus timing yang menunjukkan Level Aktif dari Bus $\mu P$ 8088 . . . . .	9
Gambar 2.2. Struktur Internal $\mu P$ 8088 yang menggambarkan EU dan BIU . . . . .	10
Gambar 2.3. Sistem $\mu P$ 8088, yaitu 8 bit data bus, 20 bit adres bus dan kontrol bus . . . . .	12
Gambar 2.4. Pin Out dari $\mu P$ 8088 . . . . .	13
Gambar 2.5. Register-Register $\mu P$ 8088 . . . . .	20
Gambar 2.6. Register Flag $\mu P$ 8088 . . . . .	23
Gambar 2.7. Blok Diagram PPI 8255 . . . . .	27
Gambar 2.8. Format Definisi Mode . . . . .	29
Gambar 2.9. Timing Diagram Siklus Baca dan Tulis . . . . .	30
Gambar 2.10. Blok Diagram Successive Aproximation ADC . . . . .	33
Gambar 2.11. Penguat Instrumentasi. . . . .	34
Gambar 2.12. Pengubah AC ke DC / penguat Harga Mutlak Rata-rata . . . . .	37
Gambar 2.13. Osilator Jembatan Wien . . . . .	39
Gambar 2.14. IC Sensor Temperatur LM 335 . . . . .	41
Gambar 2.15. Bentuk Umum Jembatan Arus BoOlak-Balik . . . . .	42
Gambar 2.16. Rangkaian pengisian kapasitor via resistor . . . . .	44
Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem Pengukuran Kadar Air Beras . . . . .	48

Gambar 3.2.	Rangkaian Generator Clock 8284 . . . . .	52
Gambar 3.3.	Rangkaian Untuk Address Buffer dan Data Buffer . . . . .	54
Gambar 3.4.	Memori Mapping $\mu$ P 8088 . . . . .	55
Gambar 3.5.	Rangkaian Memori dan Dekodernya . . . . .	56
Gambar 3.6.	Rangkaian unit PPI . . . . .	58
Gambar 3.7.	Address dekoding untuk PPI 8255 . . . . .	59
Gambar 3.8.	Rangkaian unit adc 0808 . . . . .	60
Gambar 3.9.	Timing Diagram adc 0808 . . . . .	62
Gambar 3.10.	Rangkaian Clock untuk Input Pin Clock adc . . . . .	63
Gambar 3.11.	Rangkaian Tegangan Referensi untuk adc. . . . .	64
Gambar 3.12.	Osilator Sinusoidal Jembatan Wien . . . . .	65
Gambar 3.13.	Rangkaian Jembatan Kapasitansi . . . . .	67
Gambar 3.14.	Sensor Kapasitansi dan Pengkondisi Sinyal . . . . .	68
Gambar 3.15.	Rangkaian Pengkondisi Sinyal Temperatur . . . . .	71
Gambar 3.16.	Rangkaian Driver Mekanis . . . . .	72
Gambar 3.17.	Unit Display 7 Segment . . . . .	74
Gambar 4.1.	Grafik hubungan antara kadar air beras dengan kapasitansinya . . . . .	81



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2-1 Karakteristik Input $\mu P$ 8088 . . . . .	14
Tabel 2-2 Karakteristik Output $\mu P$ 8088 . . . . .	15
Tabel 2-3 Sinyal Bersama Untuk Maksimum dan Minimum Mode . . . . .	16
Tabel 2-4. Contoh Successive aproximation ADC . . . . .	34
Tabel 4-1 Kapasitansi Untuk Kadar Air 8% . . . . .	77
Tabel 4-2 Kapasitansi Untuk Kadar Air 9,3 % . . . . .	77
Tabel 4-3 Kapasitansi Untuk Kadar Air 11,3 % . . . . .	78
Tabel 4-4 Kapasitansi Untuk Kadar Air 12,5 % . . . . .	78
Tabel 4-5 Kapasitansi Untuk Kadar Air 13,5 % . . . . .	79
Tabel 4-6 Kapasitansi Untuk Kadar Air 14,6 % . . . . .	79
Tabel 4-7 Hubungan % kadar air dengan kapasitansi rata-rata . . . . .	80
Tabel 4-8 Hubungan % kadar air dengan kapasitansinya dari persamaan regresi linier . . . . .	82
Tabel 4-9 Hubungan Kadar Air 14,2 % pada Cera dan Display . . . . .	83
Tabel 4-10 Hubungan Kadar Air 13,7 % pada Cera dan Display . . . . .	83
Tabel 4-11 Hubungan Kadar Air 12,6 % pada Cera dan Display . . . . .	84
Tabel 4-12 Hubungan Kadar Air 11,3 % pada Cera dan Display . . . . .	84

Tabel 4-13 Hubungan kadar air 9,7% pada Cera dan

Display . . . . . 85

# BAB I

## PENDAHULUAN

---

### I.1. LATAR BELAKANG

Kadar air biji-bijian termasuk beras biasanya dinyatakan dalam persen, yaitu suatu istilah yang dipakai untuk mengevaluasi jumlah air dalam padatan, serat, butiran, dan bahan non cair lainnya. Persentase ini biasanya didasarkan pada perbandingan dengan berat basah dari sampel yang akan di tes atau lebih erat hubungannya dengan berat mula-mula atau asal.

Mengetahui kadar air dalam beras adalah sangat penting karena mempengaruhi kualitas dari beras itu sendiri. Adapun persyaratan kadar air beras yang bisa diterima oleh DOLOG adalah 14%, sedangkan untuk penyimpanan dalam waktu lebih dari 6 bulan (penyimpanan dengan metode kemas hampa) persyaratan kadar air yang ditetapkan oleh DOLOG harus mencapai 12%.

Dalam tugas akhir ini dipakai prinsip pengukuran kadar air dengan menggunakan sifat air sebagai bahan dielektrik yang dikandung oleh beras yang mempengaruhi kapasitansinya. Pemilihan ini dilakukan karena alat ukur ini akan bekerja lebih cepat, kurang memerlukan pengecekan atau kalibrasi, tapi memerlukan pemakai yang terlatih dan disamping itu tidak membutuhkan penekanan seperti pada meter ukur dengan memakai prinsip resistansi.

## 1.2. PERMASALAHAN

Kadar air dalam beras sangat menentukan kualitas akhir dari beras yang siap untuk dikonsumsi. Pengukuran ini meliputi banyak tahap dari pemanenan di lapangan sampai keluar dari gudang penyimpanan dan siap untuk dipasarkan kepada para konsumen.

Penentuan kadar air dalam beras secara konvensional adalah melihat langsung (pengalaman) atau dengan bantuan alat konvensional dengan membaca besarnya kadar air yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk (analog). Cara ini membutuhkan peran manusia yang cukup dominan dan perlu pengalaman dan hasilnya pun sangat tergantung dari kejelian dan ketelitian dalam melakukan proses-proses pengukuran itu sendiri.

## 1.3. TUJUAN

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah merancang dan membuat alat untuk mengukur kadar air dalam beras dengan minimum sistem mikroprosesor 8088 sebagai pengolah sentral.

## 1.4. METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan yang telah disebutkan di atas dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Studi literatur tentang tatacara pengukuran kadar air pada biji-bijian terutama pada beras, minimum sistem mikroprosesor 8088 dan perangkat pendukungnya, analog

to digital converter, sensor kapasitansi dan suhu, peralatan mekanisnya serta perangkat lunak atau program untuk menjalankan alat yang telah dibuat.

- Merencanakan perangkat keras yang meliputi rangkaian minimum sistem 8088, rangkaian untuk interfacingnya, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian driver mekanis serta perangkat sensornya.
- Membuat perangkat keras dan perangkat lunak sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat, dilanjutkan dengan pengetesan dan pengujian alat dengan obyek yang diukur dalam hal ini beras.
- Menyimpulkan perancangan dan pembuatan alat sesuai dengan hasil pengujian. Memberikan saran-saran untuk mengembangkan alat tersebut.
- Dari langkah-langkah di atas disusun buku laporan tugas akhir ini.

#### 1.5. SISTEMATIKA

Sistematika dari laporan tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

- BAB I merupakan bab pendahuluan berisi tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, metodologi, sistematika dan relevansi.
- BAB II membahas tentang teori penunjang pengukuran kadar air beras, serta komponen-komponen yang berhubungan dengan alat yang direncanakan antara lain  $\mu$ P 8088, PPI 8255, ADC 0808, sensor, serta komponen

mekanismenya.

- BAB III membahas tentang perencanaan sistem penentuan kadar air dalam beras yang meliputi perangkat keras maupun perangkat lunak.
- BAB IV membahas tentang pengujian dan pengukuran alat yang telah dibuat.
- BAB V merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran-saran dari tugas akhir ini.

#### I.6. RELEVANSI

Dari tugas akhir ini diharapkan dapat diperoleh metode pengukuran kadar air beras digital berbasis minimum sistem  $\mu P$  8088 yang dapat dipergunakan nantinya untuk membantu sektor industri khususnya pertanian dalam memperoleh kualitas beras dan komoditi-komoditi lainnya yang lebih baik.

## BAB II

### TEORI PENUNJANG

---

Dalam bab ini akan dibahas teori-teori yang berhubungan dengan peralatan yang direncanakan akan dibuat. Peralatan yang direncanakan akan dibuat bekerja di bawah kontrol dari minimum sistem mikroprosessor 8088.

Secara keseluruhan pada bab ini akan menguraikan tentang sistem pengukuran kadar air beras, minimum sistem  $\mu P$  8088, Programmable Peripheral Interface (PPID), Analog to Digital Converter (ADC), sensor kapasitansi dan suhu serta pengkondisi sinyal untuk input yang sesuai ke rangkaian ADC. Penjelasan tentang teori dari beras dibatasi yang menyangkut latar belakang pengukuran kadar airnya saja.

#### II.1. SISTEM PENGUKURAN KADAR AIR PADA BERAS

Kadar air dalam biji-bijian termasuk beras biasanya dinyatakan dalam persen, yaitu suatu istilah yang dipakai untuk mengevaluasi jumlah air dalam padatan, serat, butiran, dan bahan non cair lainnya. Persentase ini biasanya didasarkan pada perbandingan dengan berat basah dari sampel yang akan dites atau lebih erat hubungannya dengan berat mula-mula atau awal. Dalam bentuk persamaan matematis dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{\% kadar air} &= \frac{W - D}{W} \times 100\% \\ &= \text{\% Mc} \end{aligned}$$

dimana:

W = berat sampel basah sebelum dikeringkan

D = Berat sampel kering setelah dikeringkan

Mc = Moisture Content (kadar air)

Secara umum operasi pengukuran kadar air adalah penting dari sudut pandang berikut:

1. Teknologi: Pengetahuan tentang kadar air diperlukan untuk menentukan dan mengatur secara efisien operasi panen, pengeringan dan penyimpanan. Dia juga penting untuk menentukan dan mengontrol rugi-rugi pasca panen sepanjang disebabkan oleh air yang dikandungnya.
2. Analisis: Untuk membandingkan hasil-hasil analisis dengan dasar tertentu (kandungan kadar air standar)
3. Pemasaran: Biaya-biaya komersial dan kontrak - kontrak perdagangan sering menetapkan batas yang lebih tinggi untuk kadar air yang tidak melampaui batas.

Ada bermacam metode yang dipakai pada pengukuran kadar air. Metode-metode tersebut meliputi metode pemanasan atau oven, metode distilasi atau penyulingan, metode reaksi

kimia, dan metode listrik. Di sini akan diuraikan hanya untuk metode listrik yang meliputi metode resistansi dan khususnya metode kapasitansi.

Metode kapasitansi memanfaatkan sifat air sebagai bahan dielektrik. Sudah diketahui bahwa tetapan dielektrik untuk biji - bijian berkisar antara 2 sampai dengan 5. Sedangkan tetapan dielektrik dari air adalah sekitar 80. Jadi dengan adanya air yang dikandung oleh biji-bijian tersebut akan terjadi perubahan konstanta dielektrik yang cukup besar.

Beras adalah salah satu dari biji-bijian yang kadar airnya bisa dianalisis dengan metode ini. Kadar air beras yang biasa adalah berada dalam rentang belasan sehingga kadar airnya cocok diukur dengan metode kapasitansi karena metode ini umumnya dipakai untuk mengukur kadar air biji-bijian yang berada di bawah 25 %.

Juga pada saat ini pihak DOLOG (Depot Logistik) memakai metode kapasitansi ini (TESTER CERA) sebagai metode standar untuk mengukur kadar air beras sebagai alat recek terhadap hasil pengukuran dari lapangan dengan metode resistansi (ISEKI TESTER).

Pada Cera Tester yang dipakai oleh pihak DOLOG, pengukuran dilakukan dengan memasukkan beras ke sensor Cera Tester sebanyak 100 gram. Dengan memutar pengatur yang terdapat pada bagian samping dari Cera, pada jarum petunjuk akan ditunjukkan titik setimbang dimana jarum berada tepat ditengah-tengah. Selanjutnya pada skala dapat kita baca

angka yang menunjukkan harga kadar air beras tersebut dan dengan membaca nilai suhu yang ditunjukkan oleh termometer pada bagian belakang dari Tester Cera akan kita dapatkan faktor koreksi suhu untuk mendapatkan nilai kadar air beras yang sebenarnya. Faktor koreksi suhu ini diperlukan karena naiknya permitifitas relatif dari air sedangkan kadar air yang dikandungnya tidak berubah.

## II.2. SISTEM MIKROPROSESSOR 8088

### II.2.1. ARSITEKTUR $\mu$ P 8088

Untuk dapat memanfaatkan suatu mikroprosesor seoptimal mungkin kita perlu mengetahui pengertian yang jelas dari arsitektur dasar mikroprosesor tersebut dan sistem yang berhubungan dengannya. Dengan pengetahuan ini kita akan dapat melakukan interfacing dan pemrograman yang efisien dan tepat. Adapun mikroprosesor 8088 adalah produksi Intel Corporation yang dilepaskan ke pasaran pada tahun 1979.

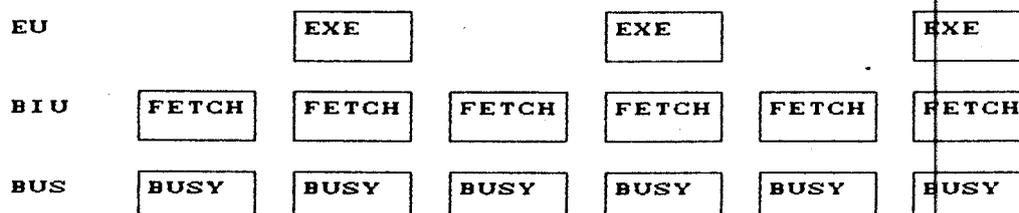
Selanjutnya akan diuraikan hal yang ada hubungannya dengan arsitektur mikroprosesor 8088 sebagai berikut:

1. Arsitektur internal dasar
2. Arsitektur mikroprosesor
3. Pin out dan pin fungsi
4. Pin-pin mode minimum

#### 1. ARSITEKTUR INTERNAL DASAR

Seperti mikroprosesor-mikroprosesor sebelumnya  $\mu$ P

8088 menfatch intruksi-intruksinya dari memori tetapi dengan cara yang sangat berbeda karena struktur internalnya yang memang berbeda.



Gambar 2.1.<sup>1)</sup>

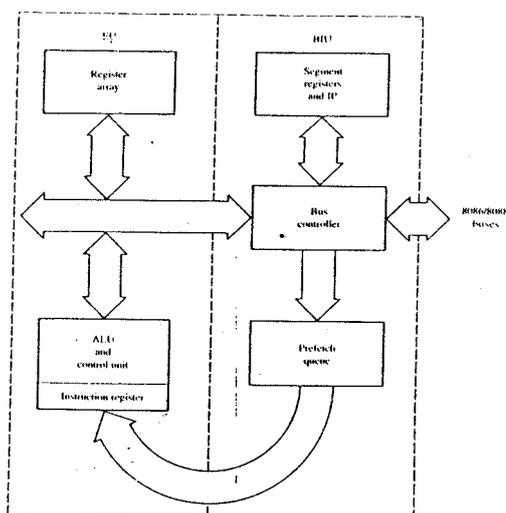
BIU, EU, dan bus timing yang menunjukkan level aktif dari bus  $\mu P$  8088

Gambar 2.1. menggambarkan operasi normal untuk sebuah mikroprocessor 8088. Pada sistem ini bus selalu sibuk (Banyak waktu untuk idle, tapi kejadian ini tidak terjadi).  $\mu P$  8088 mengandung dua unit yaitu Internal Eksekusi Unit (EU) dan Bus Interface Unit (BIU). BIU bertanggung jawab untuk menfatch intruksi, operand dari intruksi dan atau data dari memori, dan EU bertanggung jawab terhadap eksekusi intruksi-intruksi tersebut.  $\mu P$  8088 dapat memanfaatkan bus secara efisien karena memori internalnya mempunyai bentuk queue atau FIFO (first in first out).

Gambar 2.2. menggambarkan EU dan BIU dimana queue

1) Barry B. Brey, The Intel Microprocessor, Maxwell, Maxmillan International Publising Group, hlm. 4

diletakkan.  $\mu P$  8088 mempunyai queue byte-lebar yaitu 4 byte. Queue ini memungkinkan  $\mu P$  8088 untuk menfetch intruksi sedangkan EU sedang sibuk mengeksekusinya. Ini memungkinkan  $\mu P$  8088 untuk memakai sistem memori secara lebih efektif.



Gambar 2.2. <sup>2)</sup>

Struktur internal  $\mu P$  8088 yang menggambarkan EU (eksekusi unit) dan BIU (bus interface unit)

BUS INTERFACE UNIT (BIU). BIU mengandung prefetch untuk queue, bus controller, segment register dan instruction pointer (IP). Tujuan utama dari BIU adalah untuk menjaga prefetch terisi dengan intruksi, untuk membangkitkan dan menerima sinyal control sistem, untuk menyediakan sistem

<sup>2)</sup> Ibid, hlm. 5

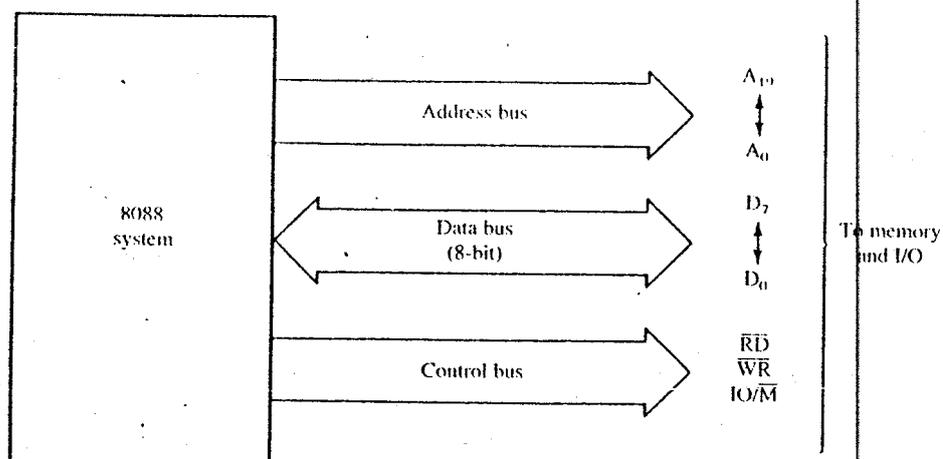
dengan address memori, atau nomor port input/output, dan berlaku sebagai window antara memori dan EU untuk data.

BIU menjamin bahwa queue diisi dengan intruksi-intruksi dengan menfatch byte tunggal berikutnya dari intruksi jika queue  $\mu P$  8088 mempunyai ruang kosong. Prefetch memungkinkan EU untuk mendapatkan intruksi selanjutnya secara langsung dari BIU sebagai pengganti memori seperti yang diperlukan oleh generasi 8 bit yang terdahulu. Karena intruksi selanjutnya sudah berada dalam  $\mu P$  8088 ketika eksekusi akan dilaksanakan mikroprosesor akan mengeksekusi software dengan kecepatan lebih tinggi dibanding dengan jika setiap intruksi difetch langsung dari memori.

EKSEKUSI UNIT (EU). Tujuan EU adalah untuk mengeluarkan intruksi yang difetch dari prefetch queue. EU mengandung Aritmetika Logika Unit, Register Intruksi, dan Register Array. ALU menyelenggarakan operasi logika dan aritmetika pada memori atau register data. Register intruksi menerima intruksi dari prefetch intruksi pada saat mereka didekodekan untuk mengatur operasi dari EU. Register array, dan scratchpad memori, memegang informasi sementara waktu. Dia juga mengandung register index dan pointer yang dipakai untuk mengamati operand data yang terletak pada memori. Operand data juga dialamati dan ditransfer melalui BIU.

## 2. ARSITEKTUR MIKROPROSESSOR

Gambar 2.3. menggambarkan sistem arsitektur dari  $\mu P$  8088. Pada keadaan ini komunikasi ke sistem terjadi melalui 3 bus: address, data, dan kontrol. Bus address menyediakan address memori ke sistem memori dan address I/O ke device I/O. Bus data mentransfer data antara mikroprocessor dengan memori dan I/O yang diikatkan pada sistem. Bus kontrol menyediakan sinyal kontrol yang menyebabkan memori atau I/O melaksanakan operasi Read dan Write.



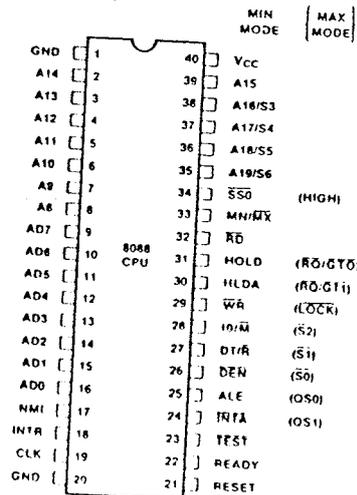
Gambar 2.3.<sup>3)</sup>

Sistem  $\mu P$  8088, yaitu 8 bit data bus, 20 bit address bus, dan control bus

### 3. PIN OUT DAN PIN FUNGSI

Gambar 2.4. menggambarkan pin out dari  $\mu P$  8088. mereka dipack dalam 40 pin Dual in Line Package (DIP).

<sup>3)</sup> Ibid, hlm. 6

Gambar 2.4.<sup>4)</sup>Pin out dari  $\mu P$  8088

### Keperluan Power Supplay

Mikroprocessor  $\mu P$  8088 memerlukan tegangan supplay +5 volt dengan toleransi  $\pm 10\%$ .  $\mu P$  8088 menarik arus maksimum 340 mA. Dia beroperasi pada temperatur lingkungan  $32^{\circ}\text{F} - 180^{\circ}\text{F}$ . Disamping itu ada juga versi CMOS dari  $\mu P$  8088 yang memerlukan supplay arus sangat kecil dan mempunyai range temperatur yang lebih luas.  $\mu P$  80C88 adalah versi CMOS yang memerlukan arus supplay hanya 10mA.

### Karakteristik Input.

Karakteristik input dari mikroprocessor ini adalah kompatibel dengan semua komponen logika standar saat ini. Tabel 2.1. menggambarkan level tegangan input dan juga arus input yang diperlukan. Level arus input adalah sangat kecil

<sup>4)</sup> Ibid, hlm. 149

karena input adalah gate-gate dari MOSFET yang hanya menggambarkan arus bocor.

level logika	tegangan	arus
0	0,8 V max	10 $\mu$ A max
1	2,0 V min	10 $\mu$ A max

Tabel 2.1.<sup>5)</sup>

Karakteristik input  $\mu$ P 8088

#### Karakteristik Output.

Tabel 2.2. menggambarkan karakteristik output dari semua pin output dari mikroprosesor ini. Level tegangan logika 1 dari  $\mu$ P 8088 adalah kompatibel dengan kebanyakan famili-famili logika standar, tetapi level logika 0 adalah tidak kompatibel. Rangkaian logika standar mempunyai tegangan output logika 0 maksimum 0,4 Volt dan 8088 mempunyai level tegangan maksimum 0,45 Volt. Sehingga ada perbedaan 0,05 Volt.

Perbedaan ini mengurangi kekebalan terhadap noise dari level standar 400 mV ( $0,8 - 0,45 = 350$  mV). Penurunan kekebalan terhadap noise ini menimbulkan problem ketika koneksi-koneksi yang cukup panjang dan beban-beban yang terlalu banyak. Sehingga dianjurkan maksimum 10 beban yang dihubungkan ke pin output tanpa buffer. Jika pembebanan ini

<sup>5)</sup> Ibid, hlm. 144

terlampau noise akan mulai terjadi dan menimbulkan problem dalam timing.

level logika	tegangan	arus
0	0.45 V max	2.0 mA max
1	2.4 V min	-400 $\mu$ A max

Tabel 2.2.<sup>6)</sup>

Karakteristik output  $\mu$ P 8088

#### 4. PIN-PIN MODE MINIMUM

$\mu$ P 8088 dapat disusun dalam dua mode yaitu mode minimum dan mode maksimum. Minimum sistem 8088 adalah lebih kecil, sederhana dan hanya mengandung satu prosessor. Sedangkan mode maksimum adalah sistem yang lebih besar dan mempunyai multiprosessor. Sinyal-sinyal bersama yang terdapat dalam mode maksimum dan mode minimum adalah seperti tabel 2.3.

Mode operasi minimum dari  $\mu$ P 8088 didapat dengan menghubungkan pin  $\overline{MN/MX}$  ke +5 Volt. Pin ini tidak boleh dihubungkan dengan pull up resistor karena akan membuat  $\mu$ P tidak bekerja.

<sup>6)</sup> Loc cit

Common signals		
Name	Function	Type
A07-A00	Address/data bus	Bidirectional, 3-state
A15-A8	Address bus	Output, 3 state
A19/S0- A10/S3	Address/status	Output, 3 state
MN/ $\overline{M}\overline{X}$	Minimum/maximum Mode control	Input
$\overline{RD}$	Read control	Output, 3-state
$\overline{TEST}$	Wait on test control	Input
READY	Wait state control	Input
RESET	System reset	Input
NMI	Nonmaskable Interrupt request	Input
INTR	Interrupt request	Input
CLK	System clock	Input
V <sub>cc</sub>	15 V	Input
GND	Ground	

Tabel 2.3.<sup>7)</sup>

Sinyal bersama untuk mode maksimum dan mode minimum

Adapun pin-pin mode minimum di luar pin-pin mode bersama adalah sebagai berikut:<sup>8)</sup>

1. IO/M, Memori atau Input Output yaitu pin yang menunjukkan kapan bus address mengandung informasi address memori atau informasi address I/O. Output ini mengambang untuk state high-impedance selama Hold Acknowledge.
2.  $\overline{WR}$ , Write yaitu strobe yang dipakai untuk menunjukkan data bus mengandung data valid yang

<sup>7)</sup> Avtar Singh, Walter A. Triebel, The 8088 Microprocessor, Prentice-Hall International Editions, 1989, Englewood Cliffs, NJ, hlm. 223

<sup>8)</sup> Ibid, hlm. 224

- ditulis ke dalam memori atau I/O. Pin ini mengambang ke state high-impedance selama Hold Acknowledge.
3.  $\overline{\text{INTA}}$ , Interrupt Acknowledge, adalah sebuah respon terhadap INTR. Selama interrupt request pin ini berada pada logika 0, menunjukkan bahwa bus  $\mu\text{P}$  8088 menunggu vektor number yang diberikan ke data bus terhubung.
  4. ALE, Address Latch Enable adalah pin yang dipakai untuk menunjukkan address bus data yang terhubung berisi address memori valid atau address port I/O valid. ALE tak pernah mengambang ke state high-impedance.
  5.  $\overline{\text{DT/R}}$ , Data Transmit/Receive yaitu pin yang dipakai untuk mengontrol arah aliran data melalui hubungan buffer bus data eksternal. Output ini mengambang untuk state high-impedance selama Hold Acknowledge.
  6.  $\overline{\text{DEN}}$ , Data Bus Enable yaitu sinyal yang menunjukkan bahwa bus data/address mengandung data valid. Output ini mengambang untuk state high-impedance selama Hold Acknowledge.
  7. HOLD, yaitu pin input yang dipakai untuk meminta Direct Memory Access (DMA). Ketika HOLD aktif 8088 akan mengambang bus address, data dan kontrol sehingga kontroler DMA eksternal bisa mendapatkan access ke memori atau I/O.
  8. HLDA, Hold Acknowledge yang menunjukkan bahwa pin HOLD sudah menjadi tinggi dan bahwa bus-bus diambangkan ke state high-impedance.

9.  $\overline{SSO}$ , Status line yaitu pin ini bisa dikombinasikan dengan  $IO/\overline{M}$  dan  $DT/\overline{R}$  untuk mendekodekan siklus bus yang sedang berlangsung.

## II.2.2. MODEL PEMROGRAMAN

Semua bentuk pemrograman tergantung dari pengertian yang jelas dari struktur register internal dari  $\mu P$  8088. Bagian ini menguraikan struktur register dari  $\mu P$  8088 dan juga menjelaskan bagaimana memori dialamati melalui register segmen dan offset.

Gambar 2.5. menggambarkan array register internal dari mikroprocessor 8088. Array register internal mengandung tiga grup register yaitu general purpose register, pointer dan index register, dan register segmen. Disamping itu ada juga register flag yang menunjukkan kondisi operasi dari unit aritmetik dan logika.

### 1. GENERAL PURPOSE REGISTER

General purpose register dipakai sesuai yang diinginkan oleh programmer. Tiap-tiap general purpose register dapat dialamati sebagai register 16 bit (AX, BX, CX dan DX) atau sebagai register 8 bit (AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, DL). Banyak intruksi yang memakai general purpose register ini untuk tujuan - tujuan tertentu, untuk alasan ini masing-masing diberikan nama-nama seperti akumulator, base, counter dan data. Dalam bahasa assembly general purpose register selalu ditunjukkan dengan dua kombinasi

huruf.

Fungsi utama dari general purpose register adalah sebagai berikut:

AX : (Accumulator), sering dipakai untuk menangani hasil dari unit aritmetika dan logika.

BX : (base), sering dipakai untuk menangani address base dari data yang terletak dalam memori dan juga address base dari table data yang digunakan oleh intruksi translate (XLAT).

CX : (Count), pencacah untuk intruksi tertentu seperti shift count (CL), untuk shift dan rotate, tempat jumlah byte yang dioperasikan (CX) oleh operasi string yang berulang dan counter dengan intruksi loop (CX).

DX : (Data), general purpose register yang juga memegang peranan penting dalam perkalian 16 bit, bagian terpenting dari pembagi sebelum operasi pembagian dan nomor port I/O untuk intruksi I/O variabel.

## 2. REGISTER POINTER DAN INDEX

Walaupun register pointer dan index mempunyai fungsi umum mereka lebih sering dipakai untuk index atau petunjuk lokasi memori yang menangani data operand untuk bermacam intruksi. Yang termasuk register - register ini adalah :

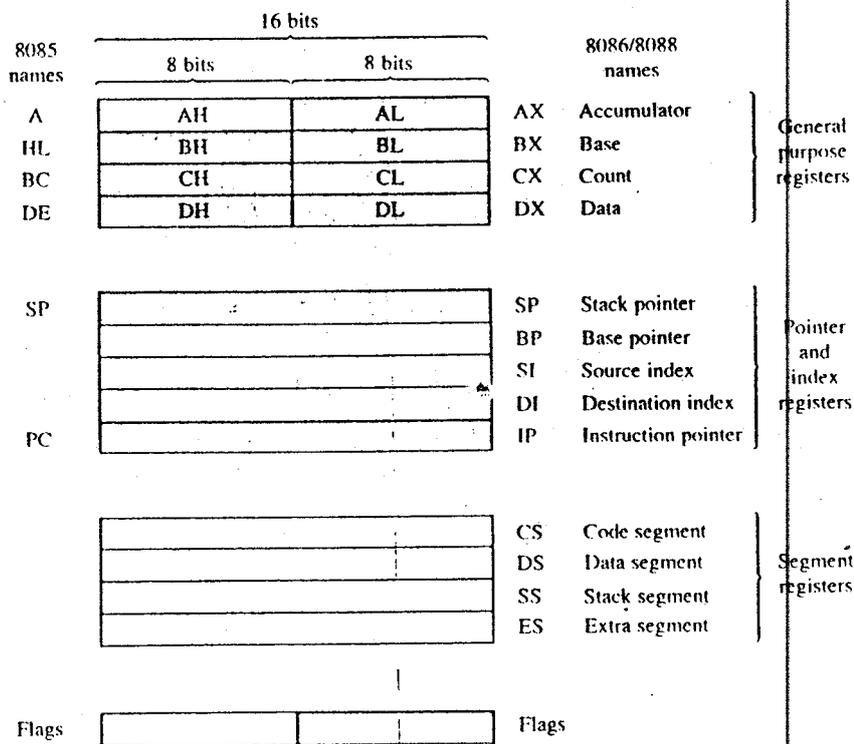
SP : (Stack Pointer) dipakai untuk mengamati data dalam memori stack LIFO. Kejadian ini terjadi ketika

intruksi PUSH dan POP

BP : (Base Pointer) pointer general purpose yang sering dipakai untuk mengamati array dari data dalam memori stack.

SI : (Source Index) dipakai untuk mengamati source data secara tak langsung selama pemakaian pada operasi string.

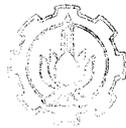
DI : (Destination Index) biasanya dipakai untuk mengamati destination data secara tak langsung dalam hubungannya dengan pemakaian operasi string oleh  $\mu P$  8088.



Gambar 2.5. <sup>9)</sup>

Register-register  $\mu P$  8088

<sup>9)</sup> Barry B. Brey, op cit, hlm. 9



### 3. REGISTER SEGMENT

Register segment adalah bagian yang unik dari mikroprocessor 8088 dan famili-familinya yang lebih maju. Karena semua register index dan pointer mempunyai lebar 16 bit sedang memori dalam  $\mu P$  8088 adalah 1M byte, yang memerlukan 20 bit address, register index dan pointer tak cukup lebar untuk mengamati secara langsung lokasi-lokasi memori tersebut. Problem ini bisa dielakkan dengan menggunakan segment-segmen.

Tiap-tiap register segment mempunyai fungsi-fungsi khusus dan biasanya berhubungan dengan satu atau lebih register index atau pointer. Untuk menghasilkan lokasi memori, isi dari register segment yang mengandung address segment ditambahkan dengan register pointer atau index yang mengandung address offset.

Register segment biasanya dipakai untuk maksud - maksud tertentu tetapi hal ini dapat dikesampingkan. Tugas register segment default atau normal dijelaskan secara singkat di bawah ini :

CS : (Segment kode) 64 KB bagian dari memori yang mengandung program atau kode. Register ini berubah paling sering dengan intruksi-intruksi Jump, Call, dan Return. Address dari intruksi selanjutnya yang akan dieksekusi dihasilkan dengan menambahkan isi dari instruction pointer (IP), address offset dengan isi dari CS x 10H.

DS : (Segment data) 64 KB bagian dari memori yang

mengandung data referensi dari hampir semua intruksi dan addressing mode. Data hampir selalu dimasukkan dan dikeluarkan dari memori melalui data segmen. Address efektif dari data dihasilkan dengan menambahkan isi dari register index atau pointer. ( BX, SI, dan DI) dengan isi dari DS x 10H.

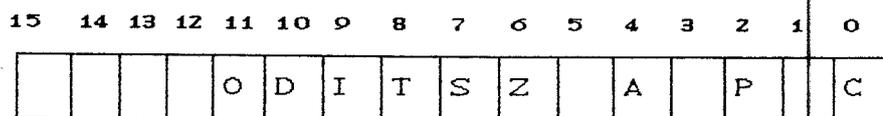
SS : (Segmen Stack ) 64 KB bagian dari memori yang dipakai untuk stack LIFO. Address stack efektif adalah kombinasi dari isi stack pointer (SP) ditambah SS x 10H

ES : (Segmen extra ) Register segmen khusus yang biasanya dipakai khusus untuk intruksi string. Ketika intruksi string dieksekusi lokasi tujuan dialamati dengan destination index register (DI) ditambah ES x 10H dan data sumber dialamati oleh index source register (SI) ditambah DS X 10H.

#### 4. REGISTER FLAG

Register flag disebut juga register status atau program status word adalah register 16 bit yang mengandung flag.

Gambar 2.6. memperlihatkan posisi bit relatif dan sebuah huruf yang dipakai untuk mengidentifikasi tiap-tiap bit flag.



Gambar 2.6.<sup>10)</sup>  
Register flag  $\mu$ P 8088

## II.3. MEMORI UNIT

### II.3.1. INTERFACE MEMORI

Secara umum memori memiliki pin-pin address input, output data dan atau input data, penseleksi input, dan paling sedikit satu input kontrol yang dipakai untuk membaca atau menulis data.

#### Pin - pin Address.

Semua device memori mempunyai sekelompok address input yang dipakai untuk memilih lokasi memori. Jumlah pin-pin address ini ditentukan oleh jumlah lokasi memori yang terdapat di dalamnya. Misalnya 4 KB memori mempunyai 12 pin address.

#### Pin-pin Data

Semua device memori mempunyai output data atau input dan output data. Pin-pin data menunjukkan bagaimana data dimasukkan atau dibaca. Jika ada 8 pin I/O maka device memori dapat menyimpan 8 bit data dalam lokasi memori.

<sup>10)</sup> Ibid, hlm 14

Misalkan 1 K lokasi memori dan 8 bit pada masing-masing lokasi maka dia ditulis oleh pabrik 1 K x 8.

#### Pin-pin penseleksi

Tiap-tiap memori mempunyai sebuah atau lebih pin-pin untuk memilih atau mengenable memori. Pin ini sering disebut dengan chip select (CS) atau chip enable (CE).

### II.3.2. ROM MEMORI

ROM dapat menyimpan data atau program secara permanen yaitu bersifat residen pada sistem dan tidak akan berubah atau hilang ketika supplay arus diputuskan.

ROM sekarang mempunyai bermacam bentuk dan yang paling umum dipakai untuk program yang harus sering diubah karena pertimbangan ekonomis dan penelitian adalah dari jenis EPROM.

Program bisa dimasukkan ke EPROM dengan perantaraan device yang disebut EPROM programmer. Program dalam EPROM bisa juga dihapus dengan menyinari sinar ultraviolet intensitas tinggi sekitar 30 menit atau kurang tergantung dari jenis EPROM.

Ukuran kapasitas dari EPROM ditentukan oleh jumlah address input dan data output. Misalkan 2716 adalah berukuran 2K x 8. Secara umum untuk seri 27xxx jumlah data output adalah 8 sehingga kapasitasnya didapat dengan membagi kedua atau ketiga digit yang lebih belakang dengan 8. Misalnya 2764 berukuran 8K x 8 sedangkan 27128 berukuran

16K x 8.

Dari timing diagram untuk EPROM dapat disimpulkan bahwa data hanya muncul pada output setelah logika 0 diberikan pada pin  $\overline{CE}$  dan  $\overline{OE}$ . Jika  $\overline{CE}$  dan  $\overline{OE}$  keduanya tidak berada pada logika 0 maka pin output akan tetap berada pada impedansi tinggi atau keadaan Off.

### II.3.3. RAM MEMORI

RAM ada dua yaitu dinamis dan statis. RAM statis hanya menyimpan data selama suplay daya dihubungkan dengannya. Perbedaannya dengan ROM adalah bahwa ROM ditulisi/diprogram diluar komputer, sedangkan RAM ditulisi dalam keadaan operasi biasa yaitu ketika kita memprogram seperti biasanya.

Sedangkan pada dinamis RAM program bisa berada atau disimpan di dalamnya selama 2 - 4 ms pada kapasitor - kapasitor yang berada di dalamnya.

### II.4. INPUT OUTPUT UNIT

Agar suatu peralatan luar dapat berhubungan dengan suatu sistem mikroprosesor diperlukan suatu teknik khusus untuk menghubungkan keduanya. Teknik ini disebut interfacing. Dalam teknik interfacing dikenal dua macam metode yaitu serial interfacing dan paralel interfacing. Paralel interfacing akan lebih cepat dalam proses pengiriman dan penerimaan data, tapi dia memerlukan saluran yang lebih banyak dari serial interfacing. Karena sifat ini

serial interfacing umumnya digunakan dalam teknik tranmisi jarak jauh, sedangkan paralel interfacing digunakan pada tranmisi jarak dekat. Dalam paralel interfacing dikenal paralel input dan paralel output interfacing dimana data ditransfer dari peralatan ke sistem mikroprosesor atau sebaliknya dari mikroprosesor ke peralatan (output).

Untuk melakukan ke dua fungsi tersebut diperlukan IC interface yang dikenal dengan nama Programmable Peripheral Interface (PPI). Ada banyak jenis PPI yang diproduksi oleh pabrik-pabrik yang berbeda. Namun di antara IC-IC tersebut IC PPI 8255 adalah yang telah umum dipakai termasuk dalam sistem board IBM PC. Karena itu dalam perencanaan dan pembuatan alat di sini digunakan IC PPI 8255

#### II.4.1. PPI 8255

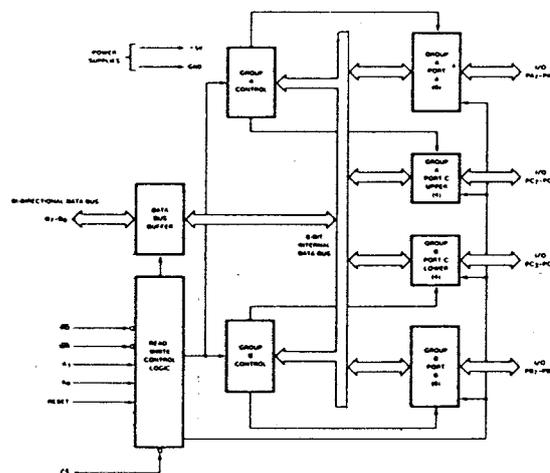
IC PPI 8255 adalah IC LSI yang didesain untuk mempermudah implementasi paralel I/O pada mikroprosesor 8088. IC ini memberikan interface secara paralel yang fleksibel, mencakup kemudahan-kemudahan operasi secara single bit, 4 bit dan 8 bit input dan output port. Selain itu IC ini mempunyai keunggulan yaitu input yang sensitif, output yang dilatch, strobe input dan output bidirectional. Semua fasilitas-fasilitas ini bisa dikendalikan oleh peralatan lunak.

Gambar 2.7. menunjukkan blok diagram PPI 8255. Sisi sebelah kiri dari diagram blok menunjukkan interfacing ke mikroprosesor. Terlihat adanya 8 bit data bus

bidirectional (D<sub>0</sub> sampai D<sub>7</sub>) dan sinyal-sinyal A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub>, RD, WR, RESET dan CS.

Melalui data bus dapat ditransfer data, intruksi atau informasi status. Data ini ditransfer bila mikroprocessor 8088 melakukan siklus baca atau siklus tulis. Proses ini dilakukan dengan sinyal RD dan WR.

Register sumber atau tujuan dalam PPI 8255 dipilih oleh register select code (2 bit). Mikroprocessor 8088 harus memberikan kode ini ke input-input A<sub>1</sub> dan A<sub>0</sub> dari PPI 8255. Register port A, port B dan port C sesuai dengan kode A<sub>1</sub>A<sub>0</sub> = 00, A<sub>1</sub>A<sub>0</sub> = 01, A<sub>1</sub>A<sub>0</sub> = 10.



Gambar 2.7. <sup>11)</sup>

Blok diagram PPI 8255

11) J. P. M. Steeman., Data Sheet Book 2,  
PT. Media Elex Komputindo, Jakarta, hlm. 240

Sinyal input CS digunakan untuk memilih IC PPI ini. Pin CS ini harus berlogika nol (low) selama operasi baca atau tulis ke PPI.

Input RESET dipakai untuk menginisialisasi IC PPI ini. Bila sinyal pin ini dibuat satu (high), maka semua register internal dari IC ini akan diclear. Selain itu, inisialisasi ini juga mengkonfigurasi semua I/O port menjadi mode operasi input. Sisi kanan dari blok diagram menunjukkan 3 buah I/O port, masing-masing berukuran 1 byte. Port-port ini dinamai masing-masing Port A, Port B dan Port C. Port-port ini dapat dikonfigurasi untuk operasi input dan output. Ini memberikan total 24 jalur I/O. Bagian di bawah ini menerangkan pengaturan mode kerja PPI 8255 dan operasi yang terjadi.

#### II.4.2. MODE KERJA PPI 8255

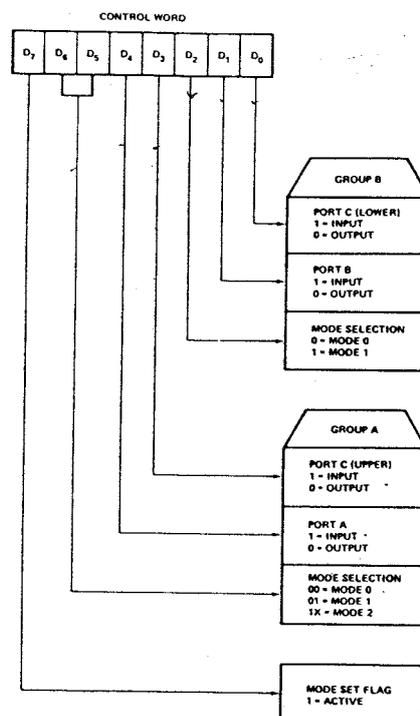
Mode kerja dari PPI 8255 ditentukan dengan perangkat lunak. Untuk itu IC ini dilengkapi dengan kontrol register 8 bit. Pada register ini dapat dituliskan logika '0' atau '1' untuk mengkonfigurasi masing-masing port sebagai input atau output, dan menentukan mode operasi. Register kontrol ini merupakan write only register, dan isinya dapat diubah melalui perangkat lunak dengan melakukan siklus tulis ke PPI 8255 dan  $A_1A_0 = 11$ .

Gambar 2.8. menunjukkan bit-bit dari register kontrol dan fungsinya. Di sini dilihat bit  $D_0$  sampai  $D_2$  berkorespondensi dengan grup B dari gambar 2.7. Bit  $D_0$

mengatur 4 bit dari port C lower sebagai input atau output. Logika '1' pada  $D_0$  menjadi input dan logika '0' berlaku sebagai output.

Bit  $D_1$  mengatur port B ( 8 bit ) logika '1' pada bit ini menjadi input dan logika '0' berlaku sebagai output.

Bit  $D_2$  menentukan mode dari kerja port B ( 8 bit ) dan port C lower ( 4 bit ). Ada dua mode operasi yang dapat dipilih yaitu, mode 0 dan mode 1, logika 0 pada bit ini menjadi mode nol dan logika 1 menjadi mode 1.



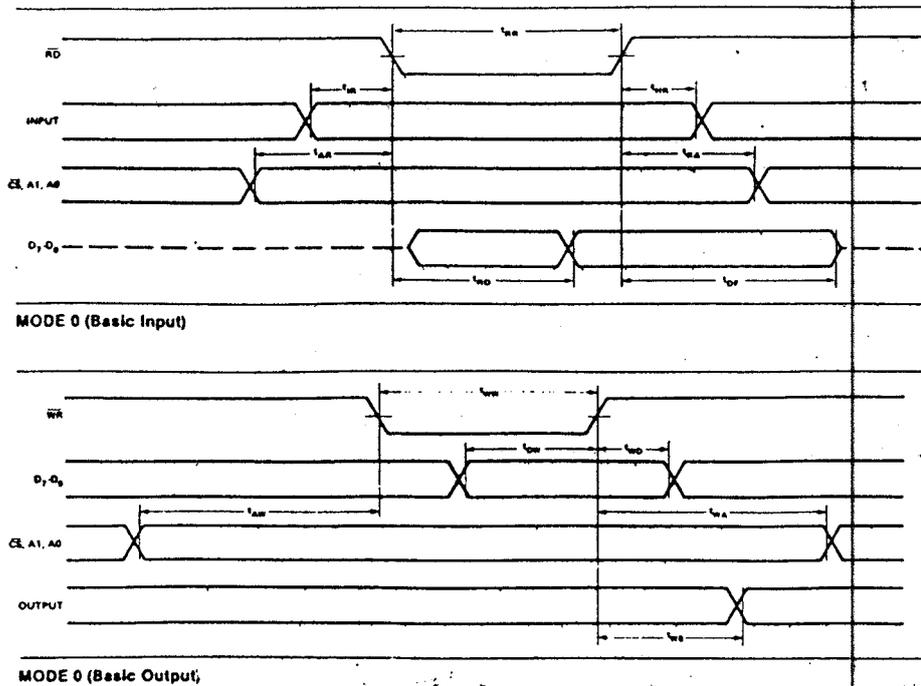
Gambar 2.8. <sup>12)</sup>

Format definisi mode

Bit  $D_3$  sampai dengan  $D_6$  berkorespondensi dengan grup A dari gambar 2.7. Bit  $D_3$  dan  $D_4$  menentukan operasi kerja

12) Ibid, hlm. 242

dari port C upper (4 bit) dan port A (8 bit), logika '1' menjadikan port-port ini sebagai input dan logika '0' menjadikan port-port ini sebagai output.  $D_5$  dan  $D_6$  berfungsi untuk memilih salah satu dari 3 mode operasi, yaitu mode 0, mode 1 dan mode 2.



Gambar 2.9. <sup>13)</sup>

Timing diagram dari siklus baca (input) dan tulis (output)  
 a). mode 0 (basic input)  
 b). mode 0 (basic output)

Mode nol ini digunakan untuk operasi input atau output yang sederhana yang terdiri dari 3 port. Tidak ada handshaking, dan data hanya dibaca dan ditulis dari port-port tersebut. Gambar 2.9. menunjukkan timing diagram

<sup>13)</sup> Ibid, hal. 243

siklus baca dan tulis dari mode 0.

Bit D7 adalah mode set flag, bit ini harus berlogika 1 (aktif) bila mode operasi akan diubah.

Karena dalam perencanaan pembuatan tugas akhir ini hanya digunakan 1 mode saja, yaitu mode nol maka akan dibahas mode nol saja.

#### MODE 0 (BASIS INPUT OUTPUT)

Bila suatu grup berada dalam mode nol, grup itu dibagi menjadi dua bagian. Untuk grup A kedua bagian ini adalah port A dan port C upper, sedangkan untuk grup B adalah port B dan port C lower.

Mode nol ini digunakan untuk operasi input atau output yang sederhana yang terdiri dari 3 port. Tidak ada handshaking, dan data hanya dibaca dan ditulis dari port-port tersebut. Gambar 2.9. menunjukkan timing diagram siklus baca dan tulis dari mode 0.

#### II.5. ANALOG TO DIGITAL CONVERTER

Analog to digital converter berfungsi untuk mengubah tegangan analog yang ada pada inputnya menjadi data digital pada outputnya.

Ada berbagai jenis ADC yang masing-masing mempunyai kecepatan konversi, akurasi, stabilitas dan harga yang berbeda-beda. Secara umum dapat dibedakan 2 golongan ADC, yaitu golongan open loop (tanpa feedback) dan close loop (terdapat feedback). Masing-masing mempunyai keunggulan

dan kelemahan tersendiri.

Termasuk dalam golongan open loop adalah tipe flash ADC, slope converter, Dual Slope Converter. Sedangkan yang termasuk golongan close loop adalah Single Counter ADC Tracking ADC dan Successive Approximation ADC.

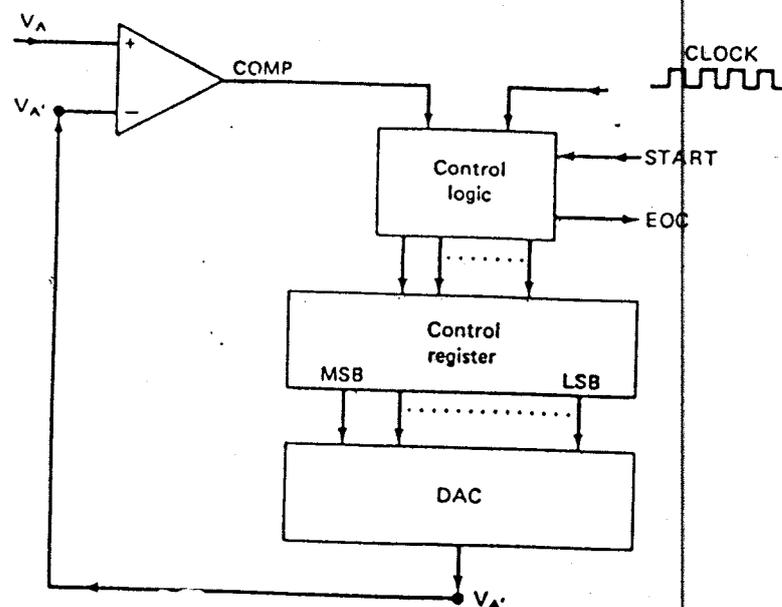
Karena ada sedemikian banyak jenis dari ADC, maka dalam pembahasan ini hanya akan dijelaskan Successive Aproximation ADC, karena dalam perencanaan ini digunakan ADC jenis ini.

Successive Approximation ADC merupakan golongan ADC yang close loop. Waktu konversi pada ADC ini selalu tetap, tidak tergantung pada besarnya sinyal analog (input). Untuk  $n$  bit ADC tipe ini, diperlukan waktu konversi  $n + 1$  siklus. Tetapnya waktu konversi ini juga merupakan salah satu keuntungan penggunaan ADC tipe ini.

Gambar 2.10. menunjukkan diagram blok dari successive aproximation converter (SAC) ADC. SAC tidak memakai counter untuk memberikan input ke blok D/A converter tetapi memakai sebuah register. Control logic memodifikasi isi dari register bit demi bit sampai data register adalah ekivalen digital dengan input analog  $V_A$ . Proses dari konversi ini adalah sebagai berikut:

1. Control Logic menset MSB dari register menjadi High dan semua bit yang lainnya Low. Ini akan menghasilkan sebuah nilai dari  $V_A$  pada output DAC yang sama dengan bobot dari MSB. Jika  $V_A'$  lebih besar dari  $V_A$  output komparator COMP menjadi Low

dan menyebabkan control logic mengclear MSB kembali Low. Jika terjadi sebaliknya maka  $V_A$  tetap tinggi.



Gambar 2.10.<sup>14)</sup>

Blok diagram Successive approximation ADC

2. Control logic menset bit register berikutnya ke 1. Ini akan menghasilkan nilai baru dari  $V_A'$ . Jika nilai ini lebih besar dari  $V_A$ , COMP akan menjadi Low untuk memberitahukan control logic supaya mengclear kembali bit ke 0. Sebaliknya bit akan tetap High.
3. Proses ini akan dilanjutkan untuk tiap-tiap bit dalam register. Proses trial dan error ini akan

14) Ronald J. Tocci, Digital System, Principle and Applications, Prentice-Hall International, Inc., 1988, Englewood, NJ, hlm. 591

memerlukan satu siklus clock per bit. Sesudah semua bit dikerjakan register akan memegang ekivalen digital dari  $V_A$ .

Untuk lebih memperjelas proses konversi ini dalam tabel 2.4. diberikan contoh ADC 4 bit dengan ukuran step 1 volt. Tabel tersebut menunjukkan urutan step untuk mengubah  $V_A = 10,4$  Volt ke nilai digitalnya. Ada empat step dengan satu step per siklus clock.

Secara keseluruhan operasi di atas memerlukan 5 periode clock, tapi waktu konversi ADC sendiri sebenarnya hanya 4 periode clock. Clock kelima digunakan untuk mengakhiri operasi konversi.

STEPS	REGISTER	$V_A(V)$	$V_A(V)$	COMPARATOR
Initial status	0000	0	10.4	HIGH
I. A. Set MSB to 1	1000	8	10.4	HIGH
B. Leave it at 1 since $V_A < V_A$				
II. A. Set second MSB to 1	1100	12	10.4	LOW
B. Reset it to 0 since $V_A > V_A$	1000	8	10.4	HIGH
III. A. Set third MSB to 1	1010	10	10.4	HIGH
B. Leave it at 1 since $V_A < V_A$				
IV. A. Set LSB to 1.	1011	11	10.4	LOW
B. Reset it to 0 since $V_A > V_A$	1010	10	10.4	HIGH
Digital number now in the REGISTER is the final result.	1010			

Tabel 2.4.<sup>15)</sup>

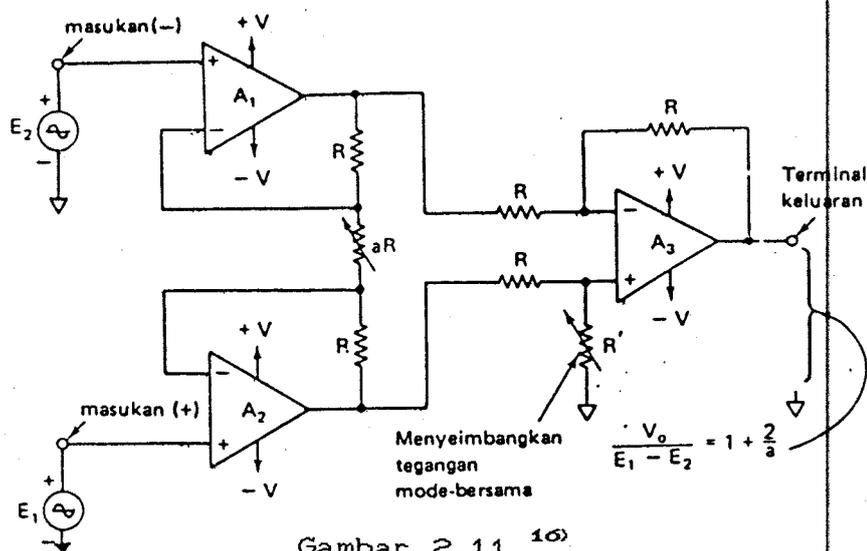
Contoh successive approximation ADC 4 bit

15) Ibid hlm. 590

## II.6 OPERATIONAL AMPLIFIER

### II.6.1. Penguat Instrumentasi

Penguat instrumentasi adalah salah satu dari penguat -penguat yang paling bermanfaat, cermat, dan serbaguna yang ada pada saat ini. Penguat ini dibuat dari tiga penguat dan tujuh tahanan, seperti terlihat pada gambar 2.11.



Penguat instrumentasi

Penguat instrumentasi sebenarnya disusun dengan menghubungkan sebuah penguat tersangga ke sebuah penguat diferensial dasar. Op - amp A<sub>3</sub> dan empat tahanan, R yang sama membentuk sebuah penguat diferensial dengan gain sebesar satu. Yang harus digandengkan hanyalah tahanan-tahanan R saja. Tahanan yang disiapkan R' dapat diubah-ubah untuk menyeimbangkan setiap tegangan mode

<sup>16)</sup> Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll,  
Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear,  
Erlangga, 1985, Jakarta, hlm. 168.

bersama. Hanya ada satu tahanan  $aR$  yang digunakan untuk menyetel gain sesuai dengan persamaan berikut:<sup>17)</sup>

$$\frac{V_o}{E_1 - E_2} = 1 + \frac{2}{a}$$

dimana  $a = aR/R$

$E_1$  diterapkan ke masukan positif dan  $E_2$  ke masukan negatifnya.  $V_o$  sebanding dengan perbedaan antara tegangan-tegangan masukan. Ciri-ciri penguat instrumentasi diringkas sebagai berikut:<sup>18)</sup>

1. Gain tegangannya dari masukan diferensialnya ( $E_1 - E_2$ ) ke keluaran berujung tunggal, disetel oleh satu tahanan
2. Resistansi masukan dari ke dua masukan sangat tinggi dan tak berubah jika gainnya tak berubah.
3.  $V_o$  tak bergantung pada tegangan bersama  $E_1$  dan  $E_2$ , melainkan hanya pada perbedaan ke duanya.

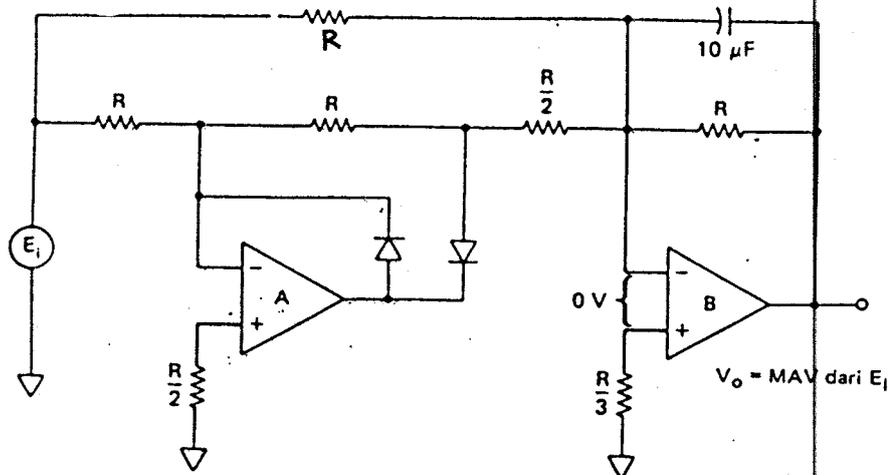
### 2.6.2. PENYEARAH GELOMBANG PENUH PRESISI

Sebuah rangkaian yang bekerja seperti sebuah diode ideal dapat dirancang dengan menggunakan op amp dan dua

<sup>17)</sup> Driscoll, Frederick, F., Robert F. Coughlin, dan Herman Widodo Soemitro, Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta, 1985, hlm. 169

<sup>18)</sup> loc cit

buah diode biasa. Hasilnya adalah rangkaian tangguh yang mampu menyearahkan isyarat-isyarat masukan sebesar beberapa milivolt.



Gambar 2.12.<sup>19)</sup>

Pengubah AC ke DC atau penguat harga mutlak rata-rata

Pada perencanaan alat ini dibutuhkan penyearah gelombang penuh presisi dengan masukan dalam orde milivolt. Jenis rangkaian ini disebut juga pengubah ac ke dc. Karena rangkaian gelombang penuh dikenal juga dengan nama rangkaian harga mutlak., maka pengubah ac ke dc disebut juga rangkaian harga mutlak rata-rata (MAV).

Rangkaian MAV diperlihatkan pada gambar 2.12. Untuk masukan positif  $D_1$  mati, op-amp A akan membalik  $E_i$ . Op-amp B adalah penjumlah pembalik sehingga  $V_o = E_i$ . Pada saat masukan negatif  $D_2$  mati, keluaran dari op-amp A disearahkan menjadi nol. Op-amp B membalik  $E_i$  sehingga  $V_o = E_i$ .

Kapasitor C melaksanakan perataan keluaran yang

<sup>19)</sup> Ibid. hlm. 155

disearahkan dari op-amp B. Jadi keluaran dari MAV tersebut selalu positif dan sama dengan harga mutlak atau harga yang disearahkan dari masukannya.

### 2.6.3. OSILATOR JEMBATAN WIEN

Suatu osillator yang menggunakan suatu jembatan yang seimbang sebagai jaringan umpan balik adalah osilator jembatan Wien, yang diperlihatkan dalam gambar 2.13.. Elemen aktifnya adalah suatu penguat operasional yang mempunyai bati tegangan positif yang sangat besar, tahanan keluaran yang dapat diabaikan dan tahanan masukan yang sangat tinggi.

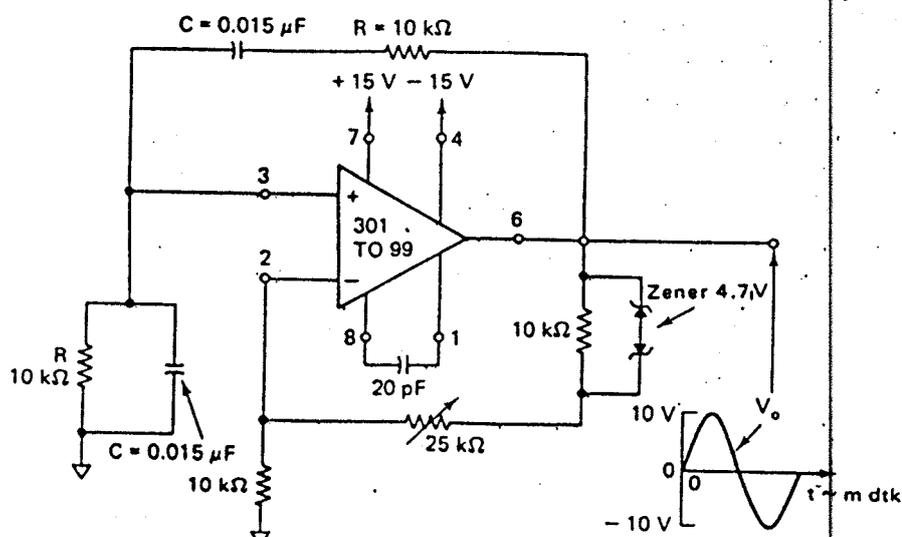
Rangkaian osilator yang dipakai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah osilator jembatan Wien. Jembatan Wien disusun dari  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$ , dan  $C_2$ . Jembatan tersebut menghasilkan frekwensi osilasi dengan pergeseran fasa nol. Frekwensi yang lebih tinggi dari osilasi menghasilkan respon dengan fasa tertinggal dan frekwensi yang lebih rendah akan menghasilkan respon dengan fasa lebih awal. Oleh karena itu hanya frekwensi osilasi yang muncul dari penguat dengan amplitudo yang persis sama dan yang lebih penting dengan fasa yang tepat sama seperti fasa semula.

Dengan menghubungkan keluaran penguat itu ke masukan pemilih frekwensinya (jembatan Wien), maka akan terbentuk suatu untaian. Sekarang sebuah isyarat yang hanya mempunyai satu frekwensi dapat dipancarkan seluruhnya melingkari untaian tersebut tanpa merubah besar dan sudut fasanya.

Untuk menyatakan dengan cara lain, hanya ada satu saja frekwensi yang mempunyai gain untaiian sebesar satu. Semua isyarat lain akan diperlemah setelah masing-masing lewat melingkari untaiian itu dan mengalami pergeseran fasa yang akan bekerja meredam semuanya.

Adapun besar frekwensi osilasi yang dihasilkan tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut: <sup>20)</sup>

$$f_0 = \frac{1}{2 \pi R C}$$



Gambar 2.13. <sup>21)</sup>

#### Osilator Jembatan Wien

Tegangan keluaran  $V_o$  dapat bertambah tanpa batas sekali osilasi dimulai. Oleh karena itu, dibutuhkan

<sup>20)</sup> Ibid. hlm. 132

<sup>21)</sup> Ibid, hlm. 135

rangkaian untuk mengendalikan amplitudo  $V_o$  dan penguatan penguat bila tegangan tersebut melampui suatu taraf tertentu. Pada output penguat ditambahkan diode zener yang bertolak belakang dan satu tahanan 10 KOhm untuk mengurangi penguatan penguat dan mencegah  $V_o$  dari harga-harga puncak yang besarnya sekitar  $1,5 V_z$  sampai  $\pm V_{sat}$ .

## II.7. SENSOR TEMPERATUR

Pada dasarnya sensor temperatur bentuk IC ada dua jenis yaitu sumber temperatur sensitif terhadap arus dan sumber arus sensitif terhadap temperatur.

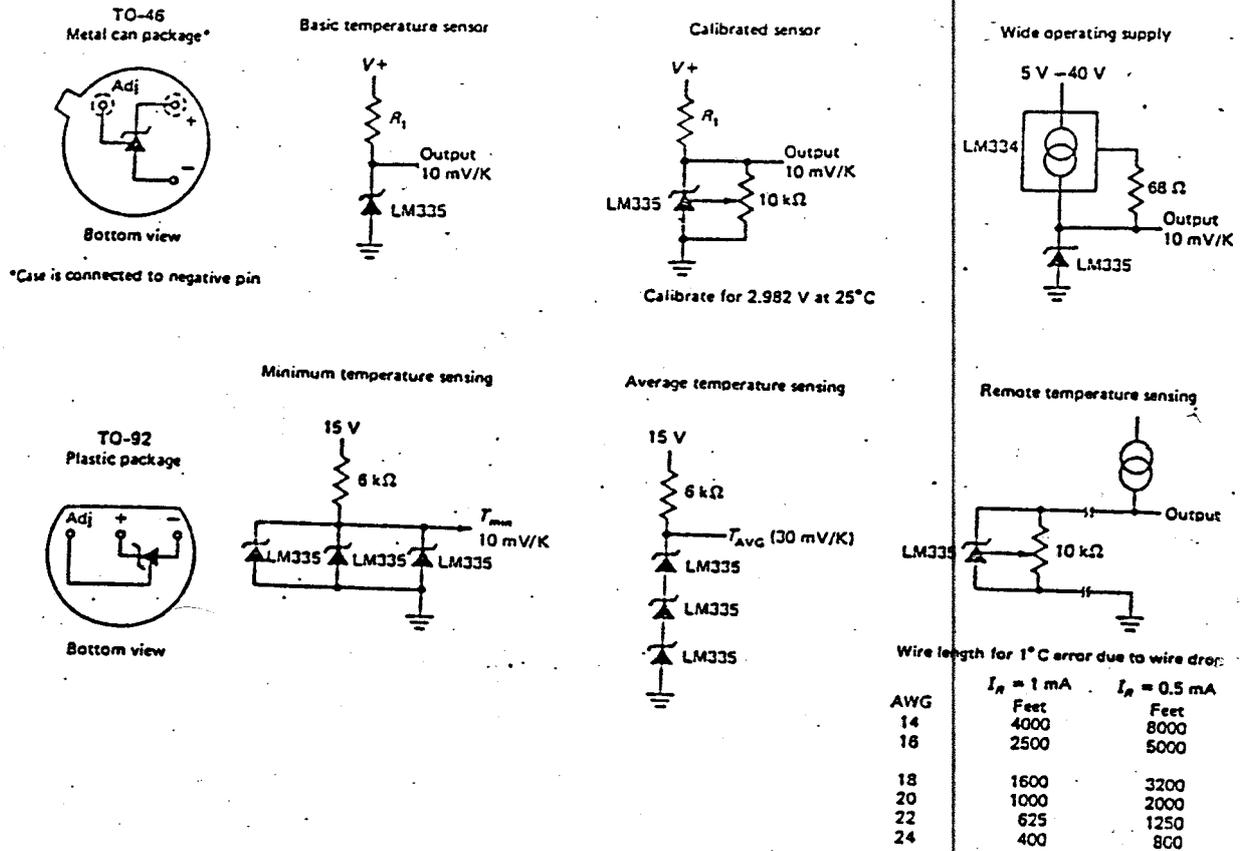
### II.7.1. SENSOR TEMPERATUR IC

Pada sensor IC sumber tegangan sensitif terhadap temperatur, tegangan output akan berubah terhadap perubahan temperatur. Sensor IC yang termasuk jenis ini meliputi LM 34, LM 35, dan LM135/LM235/LM335 buatan National Semiconductor.

Rangkaian sensor IC ini mampu mengeliminasi kesalahan linear yang merupakan kekurangan dari sensor termokopel dan thermistor. Tetapi kelemahan sensor IC ini adalah timbulnya kesalahan akibat self heating, dan untuk mengurangi efek ini adalah mengoperasikan IC pada arus minimum namun masih cukup untuk mendrive sensor, selain itu tahanan potensiometer dikalibrasi pada temperatur kerja maksimum.

Gambar sensor temperatur LM 335 diperlihatkan pada

gambar 2.14. IC ini bekerja sebagai zener dua terminal dengan tegangan breakdown output sebanding dengan  $10 \text{ mV} / ^\circ\text{K}$ . Impedansi dinamik kurang dari satu ohm dan beroperasi pada jangkauan arus  $400 \mu\text{A}$  sampai dengan  $5 \text{ mA}$ .



Gambar 2.14. 22)

IC sensor temperatur LM 335

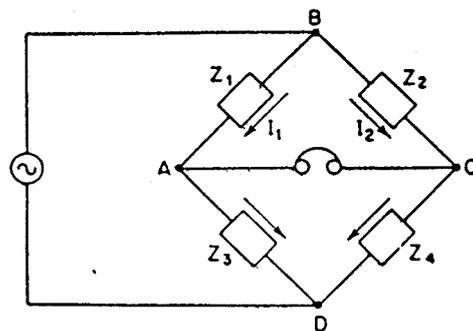
Konfigurasi rangkaian yang dipergunakan dalam tugas

22) Charles A. Schuler, William L McNamee, Industrial Electronic and Robotic, 1-st, McGraw-Hill, 1986, hlm. 217

akhir ini adalah sensor dengan satu tahanan trimpot kalibrasi titik tunggal (single point), karena output sensor sebanding dengan penunjukkan temperatur absolut yaitu 2,713 Volt pada  $273,15^{\circ}\text{K} = 0^{\circ}\text{C}$ . Penyimpangan tegangan output terhadap temperatur hanyalah simpangan slope (gradien), karena sensor temperatur ini linear maka sekali dikalibrasi pada salah satu temperatur akan berlaku untuk seluruh temperatur.

## 2.8. JEMBATAN ARUS BOLAK BALIK

Jembatan arus bolak-balik merupakan perluasan wajar dari jembatan arus searah dan dalam bentuk dasarnya terdiri dari empat lengan jembatan, sumber eksitasi dan sebuah detektor nel. Sumber daya menyalurkan suatu tegangan bolak-balik ke jembatan pada frekwensi yang diinginkan.



Gambar 2.15.<sup>23)</sup>

Bentuk umum jembatan arus bolak balik

23) William D. Cooper, Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran, Edisi ke-2, Erlangga, Jakarta, 1985, hlm.169

Bentuk umum dari jembatan arus bolak-balik ditunjukkan seperti gambar 2.15. Ke empat lengan jembatan  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  dan  $Z_4$  ditunjukkan sebagai impedansi yang nilainya tidak ditetapkan dan detektor dinyatakan oleh telepon kepala. Seperti dalam jembatan Wheat stone untuk pengukuran arus searah syarat kesetimbangan dalam jembatan arus bolak-balik ini dicapai bila tanggapan detektor adalah nol atau menunjukkan harga nol. Pengaturan setimbang untuk mendapatkan tanggapan nol dilakukan dengan mengubah salah satu atau lebih dari lengan-lengan jembatan.

### 2.8.1. SYARAT - SYARAT KESETIMBANGAN

Persamaan umum untuk mendapatkan kesetimbangan jembatan diperoleh dengan menggunakan notasi kompleks untuk impedansi rangkaian jembatan. Besaran ini dapat berupa impedansi atau admitansi seperti tegangan atau arus. Persamaan kesetimbangan jembatan memerlukan bahwa beda potensial dari A ke C dalam gambar 2.15. adalah nol. Ini terjadi jika penurunan tegangan dari B ke A sama dengan penurunan tegangan dari B ke C. untuk magnitudo dan fasa. Dalam notasi kompleks dapat dituliskan:<sup>24)</sup>

$$E_{BA} = E_{BC} \quad I_1 Z_1 = I_2 Z_2$$

Dalam bentuk yang paling sederhana syarat kesetimbangan

---

<sup>24)</sup> loc cit

adalah:

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$\angle \theta_1 \angle \theta_4 = \angle \theta_2 \angle \theta_3$$

Maka dua syarat kesetimbangan yang harus dipenuhi adalah perkalian kebesaran dari lengan-lengan yang saling berhadapan adalah sama dan penjumlahan sudut-sudut fasa dari lengan-lengan yang saling berhadapan juga sama.

## 2.9. RANGKAIAN RC

Di dalam rangkaian jembatan kapasitansi terdapat rangkaian RC yang mempengaruhi kesetimbangan dari jembatan. Untuk mencapai kesetimbangan dari jembatan diperlukan waktu tertentu sebesar konstanta waktu yaitu  $\tau = RC$ . Rangkaian RC dengan sumber searah adalah seperti gambar 2.16.. Persamaan tegangan untuk sebuah kapasitor pada waktu dia mengisi muatan adalah seperti persamaan:<sup>25)</sup>

$$e_c = E (1 - e^{-t/RC})$$

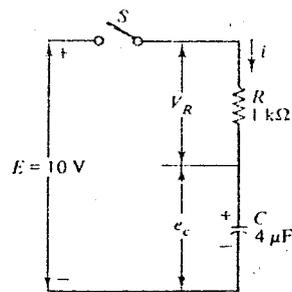
Dimana muatan awal dari kapasitor adalah nol.

Sedangkan persamaan tegangan pada kapasitor pada saat pengosongan atau pembuangan muatannya adalah sebagai berikut:<sup>26)</sup>

$$e_c = E e^{-t/RC}$$

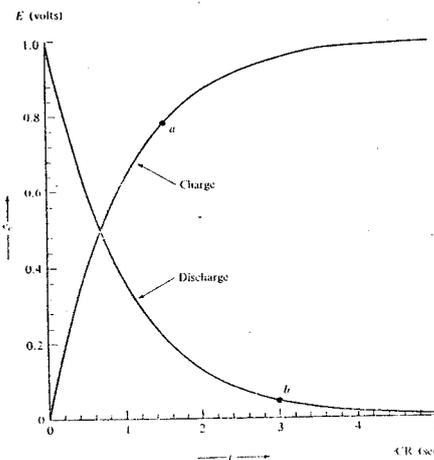
<sup>25)</sup>Bell, David A., Solid State Pulse Circuit, A Prentice-Hall Company, Virginia, 1981, hlm.30

<sup>26)</sup> Ibid hlm. 33

Gambar 2.16.<sup>27)</sup>

Rangkaian pengisian kapasitor melalui resistor

Dari ke dua persamaan di atas dapat kita gambarkan diagram pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor seperti gambar 2.17.

Gambar 2.17.<sup>28)</sup>

Pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor untuk rangkaian RC

27) Ibid hlm. 30

28) Ibid hlm. 35

## BAB III

### PERENCANAAN ALAT

---

#### III.1. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas tentang perencanaan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) dari alat yang akan dibuat. Untuk memudahkan pembahasan bab ini akan dibagi menjadi unit-unit yang lebih kecil.

Pertama akan dibahas tentang sistem penentuan kadar air dalam beras yang dipakai dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir ini. Selanjutnya akan dijelaskan diagram blok sistem yang dibuat yaitu penjelasan sistem secara keseluruhan diikuti dengan penjelasan mengenai hardware dan software yang dibutuhkan dalam pembuatan alat tersebut secara lebih mendetail.

#### III.2. SISTEM PENENTUAN KADAR AIR DALAM BERAS

Mengetahui kandungan air dalam beras adalah faktor yang sangat penting dalam proses penyimpanan beras tersebut di gudang. Dengan mengetahui kadar air maka keadaan yang aman untuk menyimpan beras serta syarat-syarat gudang penyimpanan akan dapat ditentukan. Faktor ini nantinya akan sangat mempengaruhi kualitas beras yang akan di konsumsi setelah keluar dari gudang. Penyimpanan beras ini erat hubungannya dengan penyediaan stok pangan dan menjaga

kestabilan harga beras di pasaran.

Untuk mengetahui kadar air dalam beras pada tugas akhir ini akan dilakukan dengan metode kapasitansi. Metode ini berdasarkan sifat dielektrik dari air yang dapat berubah-ubah sesuai dengan jumlah air yang dikandungnya. Makin banyak kadar air dari beras tersebut maka kapasitansinya akan makin besar karena besar permitivitas relatifnya bertambah. Kadar air dalam beras dinyatakan dalam persen yaitu jumlah total air yang dikandung oleh satu satuan berat beras.

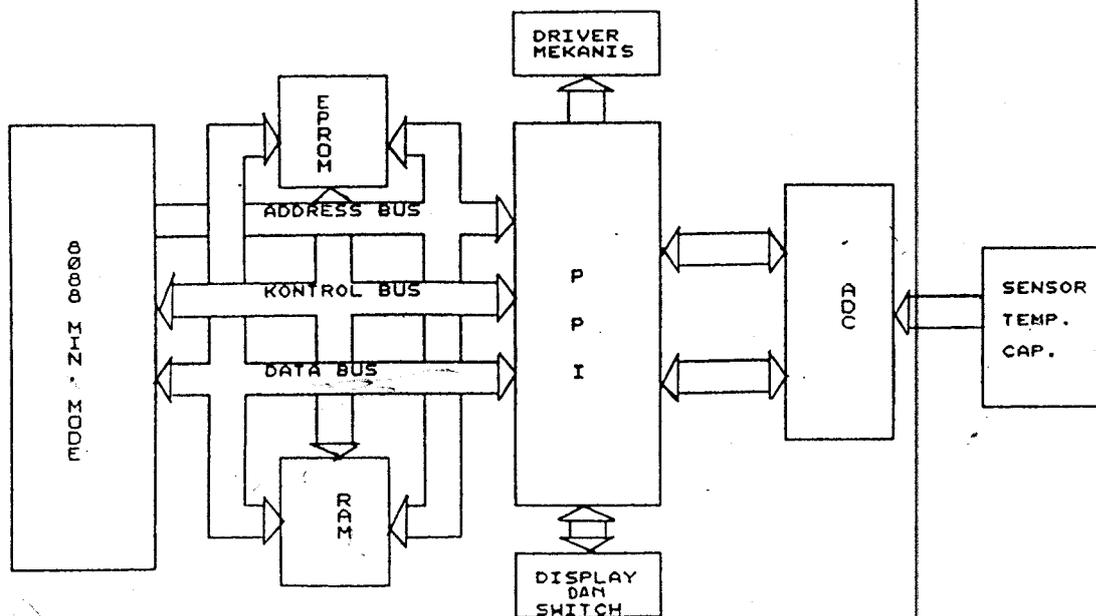
Pada tugas akhir ini pengukuran kadar air dilakukan dengan mengambil sample dari sejumlah beras dan memasukkannya pada sensor kapasitansi. Dengan beberapa proses dan perhitungan yang dikontrol oleh minimum sistem  $\mu P$  8088 akan ditampilkan kadar air beras tersebut dalam persen. Supaya didapat hasil yang sesuai dilakukan kalibrasi dengan mencocokkan dengan sampel beras yang kadar airnya telah diketahui secara pasti yaitu telah dilakukan pengukuran kadar air beras dengan alat ukur standar yang biasa digunakan oleh DOLOG. Hasil akhir dari proses pengukuran kadar air oleh sensor kapasitansi disesuaikan untuk suhu tertentu dengan faktor koreksi suhu.

### III.3. BLOK DIAGRAM SISTEM ALAT UKUR KADAR AIR BERAS

Gambar 3.1. memperlihatkan blok diagram dari sistem yang dibuat secara lengkap. Sebagai pusat dari sistem tersebut adalah minimum sistem  $\mu P$  8088. Dari CPU inilah

semua sistem dapat dikendalikan.

Dari blok diagram yang dibuat terlihat bahwa sistem yang dibuat merupakan sistem yang saling interaksi antara bagian tersebut.  $\mu P$  melalui Programmable Peripheral Interface akan dapat mengendalikan semua peralatan output input yaitu melalui perintah IN dan OUT dari port. Dari Port ini kendali akan dilanjutkan ke bagian input dan output alat. Sedangkan memori digunakan untuk menyimpan program yaitu seluruh program pada EPROM dan nilai-nilai variabel pada RAM. Secara terinci blok diagram tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut:



Gambar 3.1.

Blok diagram sistem pengukuran kadar air beras

1. Minimum sistem  $\mu P$  8088 sebagai unit pengendali dan pengolah data yang ditunjang oleh buffer yang berfungsi memperbesar fan out atau beban yang dapat didrive oleh  $\mu P$ . Bagian yang dibuffer adalah jalur address bus, data bus dan kontrol bus dan juga driver untuk penggerak mekanis dan tampilan. Komponen yang digunakan adalah buffer 74LS245 dan 74LS373.
2. Unit memori yang nonvolatile, yaitu EPROM dan yang volatile yaitu RAM sebagai penyimpan program dan ditunjang oleh dekoder yang berfungsi mengkodekan jalur address bus menjadi suatu address tertentu sehingga suatu unit hanya dapat diaktifkan dengan memberi bilangan address yang benar. Komponen yang digunakan adalah gerbang logika dengan dekoder 74LS138.
3. Unit Programmable Peripheral Interface yang bekerja sebagai penghubung antara minimum sistem 8088 dengan dunia luar atau peralatan input output. Unit ini dilengkapi dengan dekoder yang mengkodekan address bus ( $A_0 - A_9$ ). Komponen yang dipakai adalah IC PPI 8255.
4. Unit ADC yang berfungsi untuk mengkonversikan data analog menjadi data digital. Hal ini terjadi karena kita memproses sinyal analog dari sensor yang kontinu supaya bisa diproses dan diolah oleh  $\mu P$  8088 sebagai pengendali sentral. Komponen yang dipakai adalah IC ADC0808 yang dilengkapi dengan sumber clock dan sumber tegangan referensi.
5. Unit sensor dan pengkondisi sinyal yang terdiri atas

sensor temperatur dan sensor kapasitansi. Sensor suhu atau temperatur berfungsi untuk mengkonversikan suhu atau temperatur pada sensor temperatur menjadi tegangan listrik yang selanjutnya dengan rangkaian pengkondisi sinyal akan diinputkan ke rangkaian ADC. Sedangkan sensor kapasitansi akan mengkonversikan kapasitansi dari beras yang merupakan fungsi dari kadar air yang dikandungnya ke besaran listrik untuk input analog ke ADC. Sensor temperatur memakai IC LM 335 sedangkan sensor kapasitansi memakai plat tembaga yang biasa dipakai sebagai PCB.

6. Unit driver mekanis yang berfungsi untuk menyesuaikan besarnya beban dengan kemampuan drive dari PPI 8255 yang merupakan komponen digital untuk beban-beban besar seperti solenoid. Driver yang dipakai dari jenis IC ULN2001 yang merupakan array transistor darlington.
7. Unit display dan switch yang berfungsi untuk menampilkan persen kadar air sehingga dapat dibaca berupa angka-angka digital dan switch berfungsi untuk mengatur display yang lain yang diperlukan untuk mengatur sistem.

Adapun penjelasan secara lebih mendetail akan dijelaskan pada bagian-bagian selanjutnya.

### III.4. PERENCANAAN HARDWARE

#### III.4.1. UNIT MINIMUM SISTEM 8088

Yang menjadi inti dari modul ini adalah

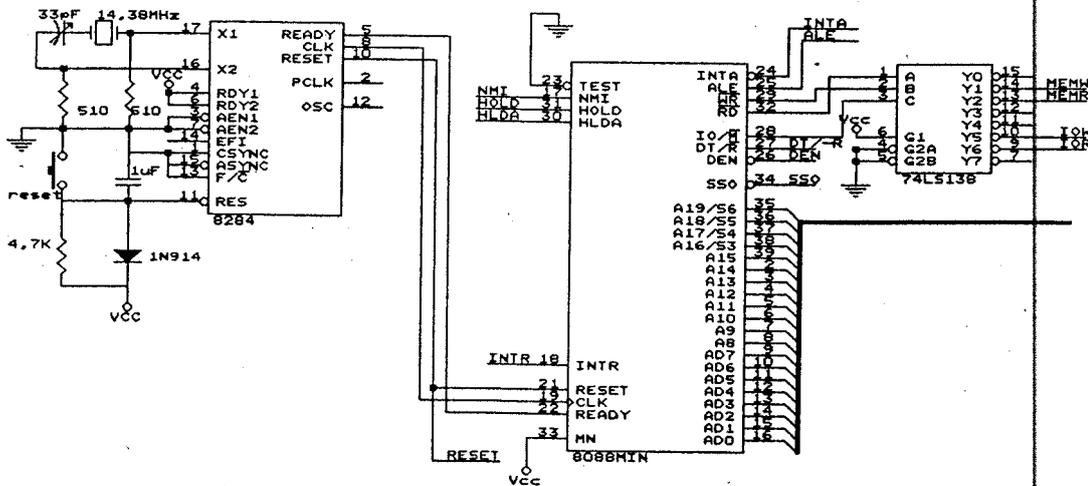
mikroprosessor 8088. Mikroprosessor ini berlaku sebagai pengolah sentral yang mengolah dan mengatur semua proses kegiatan yang akan dilakukan. Pin-pin dari  $\mu P$  8088 akan dihubungkan dengan rangkaian clock, buffer dan latching memori dan PPI. Adapun pada bagian ini hanya akan diuraikan tentang perencanaan rangkaian clock, rangkaian buffer dan latching sedangkan mikroprosessor sendiri sudah diuraikan pada BAB Teori Penunjang.

#### RANGKAIAN CLOCK

Sinyal clock dari  $\mu P$  8088 dihasilkan pin clock dari generator clock 8284A. Pin clock dari 8284A mempunyai frekwensi sepertiga dari frekwensi kristal dan dengan duty cycle 33% yang diperlukan oleh  $\mu P$  8088, jadi dengan kristal frekwensi 14,318 MHz akan dihasilkan frekwensi output 4,77 MHz. Rangkain lengkap generator 8284 clock dan hubungannya dengan minimum sistem  $\mu P$  8088 adalah seperti gambar 3.2.

Rangkain RC memberikan logika nol ke input  $\overline{RES}$  ketika daya pertama kali diberikan ke sistem. Dalam waktu yang singkat input  $\overline{RES}$  akan menjadi logika tinggi, karena kapasitor diisi dari sumber 5 Volt melalui resistor 4,7 K. Dengan memberikan switch push button sejajar dengan kapasitor ini maka  $\mu P$  akan dapat di Reset sesuai dengan saat yang di kehendaki. Sedangkan pin-pin lain yang aktif low di hubungkan dengan ground dan pin yang aktif high di hubungkan dengan + 5 Volt. Selanjutnya pin-pin Ready, Reset dan Clock dihubungkan dengan pin-pin yang bersesuaian pada

$\mu$ P 8088 yang di pakai.



Gambar 3.2.

Rangkain generator clock 8284A

### RANGKAIAN BUFFER DAN LATCHING

Sebelum  $\mu$ P dapat dihubungkan untuk bekerja dengan memori atau interface I/O maka bus-bus yang termultiplex harus didemultiplex. Juga jika dia memakai sistem yang besar sehingga fan outnya lebih dari sepuluh komponen level TTL maka arus drive dari  $\mu$ P harus ditingkatkan dengan memberikan rangkaian buffer.

Adress dan data dari  $\mu$ P 8088 adalah dimultiplex

untuk penghematan jumlah pin yaitu dari A<sub>0</sub> sampai dengan A<sub>7</sub>. Karena dalam operasi read dan write memori dan I/O memerlukan address yang stabil maka bus-bus ini perlu didemultiplek sehingga memori dan I/O tidak mengakses lokasi address yang salah dalam melakukan operasi read dan write.

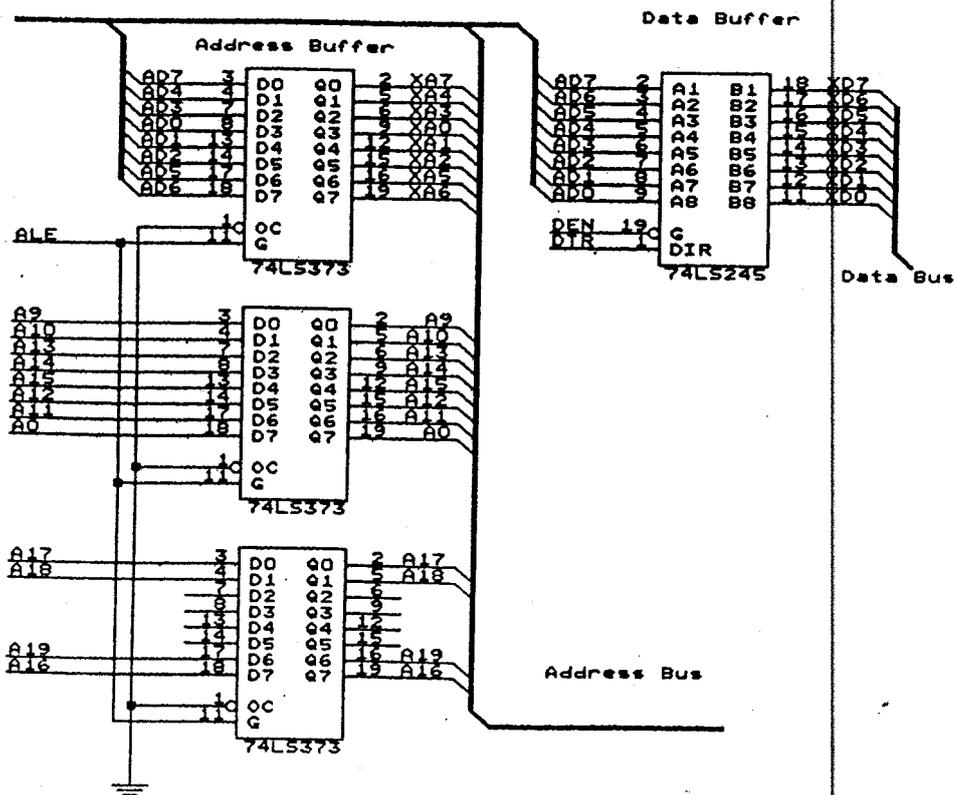
Gambar 3.3. memperlihatkan rangkaian untuk, buffer data dan address dengan menggunakan IC oktal transparent latch 74LS373 dan IC octal bus transceiver 74LS245. IC 74LS373 adalah seperti konduktor biasa ketika pin ALE dalam logika high sehingga address dapat dilewatkan dari input ke outputnya. Sesudah waktu yang singkat ALE akan kembali ke logika low dan menyebabkan latches mengingat inputnya dalam hal ini address dari address bus. Dari sini akan didapatkan address yang terpisah yaitu dari A<sub>0</sub> - A<sub>19</sub> yang memungkinkan  $\mu$ P 8088 mempunyai address space sebanyak 1 M byte. Sedangkan pin  $\overline{OE}/\overline{OC}$  yang aktif low dihubungkan dengan ground.

Pin-pin demultiplek juga dibuffer oleh IC 74LS373 yang memang didesain untuk bus-bus kapasitan tinggi yang terdapat dalam sistem komputer. Dengan demikian maka fan out dari pin-pin ini ditingkatkan sehingga lebih banyak unit beban TTL yang dapat dihubungkan dengannya.

Rangkaian buffer.

Karena mikroprosesor di pakai dengan beberapa rangkaian pada outputnya maka dia harus secara handal dapat

mendrive beban-beban tersebut. Karena kemampuan arus drive dari mikroprosesor terbatas maka untuk menaikkan kemampuan ini dipakai rangkaian buffer yang mempunyai arus output  $I_{OL}$  dan  $I_{OH}$  beberapa kali lebih besar dari arus inputnya  $I_{IL}$  dan  $I_{IH}$ . Adapun rangkaian buffer ini berupa IC 74LS373 Octal transparent latch



Gambar 3.3.

Rangkaian untuk address buffer dan data buffer

### III.4.2. UNIT MEMORI

Memori pada perencanaan ini memakai sebuah RAM

statis 6116 sebesar 2 KB dan sebuah EPROM 27128 sebesar 16 KB. IC 6116 adalah RAM (Random access memori) statis 16384 bit disusun dalam 2 Kilo word kali 8 bit dan beroperasi dari catu daya tunggal 5 Volt. RAM ini digunakan untuk data - data yang berupa variabel yaitu isinya akan berubah selama eksekusi program yaitu sesuai dengan sifatnya yang dapat dibaca dan ditulisi. Pada memori map lokasi RAM ini adalah biasanya diletakkan pada address yang paling kecil atau LSB. Pada perencanaan tugas akhir ini RAM diletakkan pada address 00000H sampai dengan 007FFH yaitu sepanjang 2 Kilo.

Adapun gambar memori mapping dari address memori yang dibuat pada perencanaan tugas akhir ini adalah seperti tampak dalam gambar 3.4.

00000H	RAM 0 ( 2 KB )	0000: 0000
007FFH		0000: 07FF
00800H		0000: 0800
:	kosong	:
FC000H		FC00: 0000
	EPROM 0 (16 KB)	
FFFFFFH		FC00: 3FFF

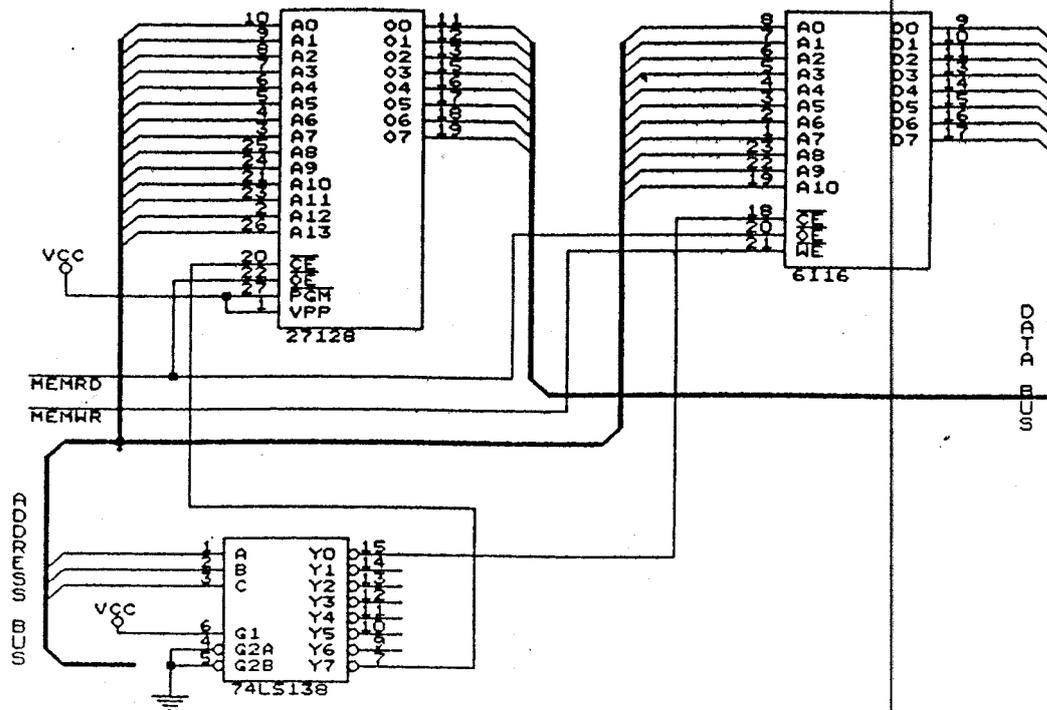
Gambar 3.4.

Memori mapping  $\mu$ P 8088

27128 adalah EPROM (Erasable and electrically programmable read only memori) yang disusun dalam 8192 word

kali 8 bit yang dipack dalam 28 pin dual in line dengan penutup tembus cahaya yang memungkinkan isi memori dihapus dengan sinar ultraviolet sehingga bisa diisi atau ditulisi lagi. Address EPROM ini diletakkan pada lokasi FFFFH sampai dengan FC00H karena pada mikroprosesor 8088 setelah operasi RESET maka program pertama akan dijalankan pada lokasi FFFF0H. Lokasi memori FFFF0H sampai dengan FFFFH digunakan untuk meletakkan perintah jump atau lompat (EAD) ke awal program.

Sedangkan rangkaian lengkap untuk unit memori dan dekodernya dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5.

Rangkaian memori dan dekodernya

Pada perencanaan ini dipakai sistem partial dekoding yaitu hanya sebagian zone bit saja yang dihubungkan ke rangkaian dekoder sehingga terdapat duplikasi memori untuk satu device. Dari gambar memori mapping dapat dibuat tabel kebenaran (truth table) untuk rangkaian dekoder untuk memori yaitu untuk RAM dan EPROM sebagai berikut:

Untuk EPROM 27128

A19	A18	A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	ADDRESS
1	1	1	X	X	X	0	0	0	FC000H
1	1	1	X	X	X	1	1	1	FFFFFFH

Untuk RAM 6116

A19	A18	A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	ADDRESS
0	0	0	X	X	X	X	X	X	0	0	00000H
0	0	0	X	X	X	X	X	X	1	1	007FFH

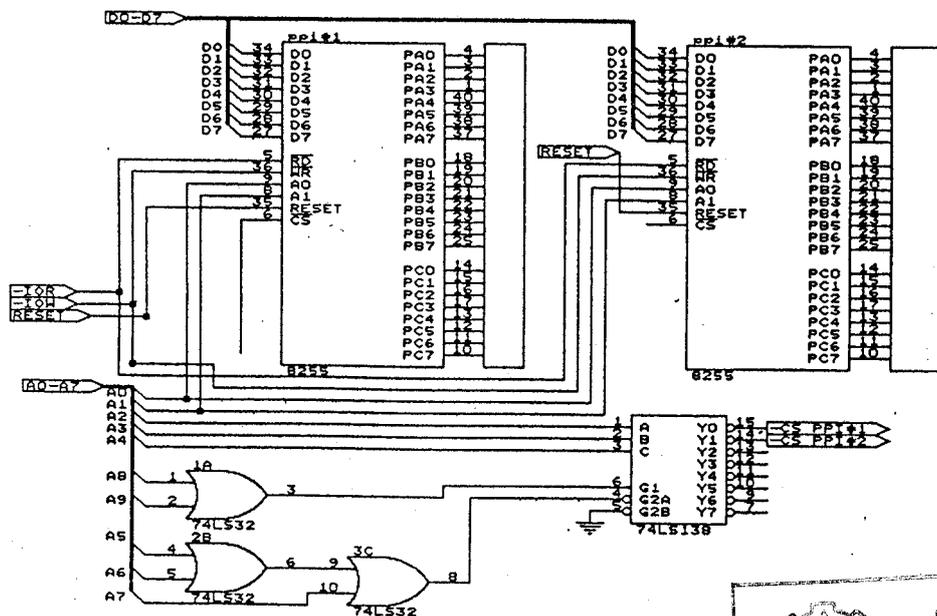
### III.4.3. UNIT PROGRAMABLE PERIPHERAL INTERFACE

Bagian PPI berfungsi untuk menginterfacekan peralatan yang dipakai dengan pengolah sentral yaitu minimum sistem 8088. Bagian ini terdiri dari beberapa IC yaitu 2 buah IC programable peripheral interface 8255, 1 buah IC 1 of 8 decoder/demultiplexer 74LS138, 1 buah IC octal bus transceiver (with 3-state output) 74LS245, dan 1 buah IC quad 2 input OR gate 74LS32.

PPI 8255 adalah komponen interfacing yang murah dan sangat banyak dipakai dalam bermacam aplikasi. Dia

mempunyai 24 pin untuk I/O, dapat diprogram dalam 2 grup yang terdiri dari masing-masing 12, dan dapat dipakai dalam 3 mode operasi yang berbeda. Adapun gambar lengkap dari unit PPI adalah seperti gambar 3.6.

Untuk memilih PPI yang akan diaktifkan kita harus mengaktifkan pin Chip select dengan menggunakan dekoder address dari prosessor. Karena kita memakai port 0300h - 0307h sebagai port input output maka tabel dekoding dari port-port ini adalah seperti gambar 3.7.. Pemakaian port-port tersebut dapat dilihat pada gambar 3.6. di atas.



Gambar 3.6.

Rangkaian unit PPI



MILIK PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER

Pada pembuatan tugas akhir ini hanya dipakai satu mode operasi dari PPI yaitu mode nol. Mode ini adalah untuk operasi input output sederhana untuk ketiga port-port yang bisa berfungsi sebagai port input ataupun output tergantung kontrol word (port CW) yang kita keluarkan dari  $\mu\text{P}$  8088. Dengan kemampuannya ini maka PPI 8255 dapat melakukan interfacing dari peralatan di luar  $\mu\text{P}$  8088 dengan mudah dan handal.

ADDRESS PORT (HEXA)	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	EQU.
0300	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	PORT A
0301	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	PORT B
0302	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	PORT C
0303	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	CW
0304	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	PORT A1
0305	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	PORT B1
0306	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	PORT C1
0307	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	CW1

Gambar 3.7.

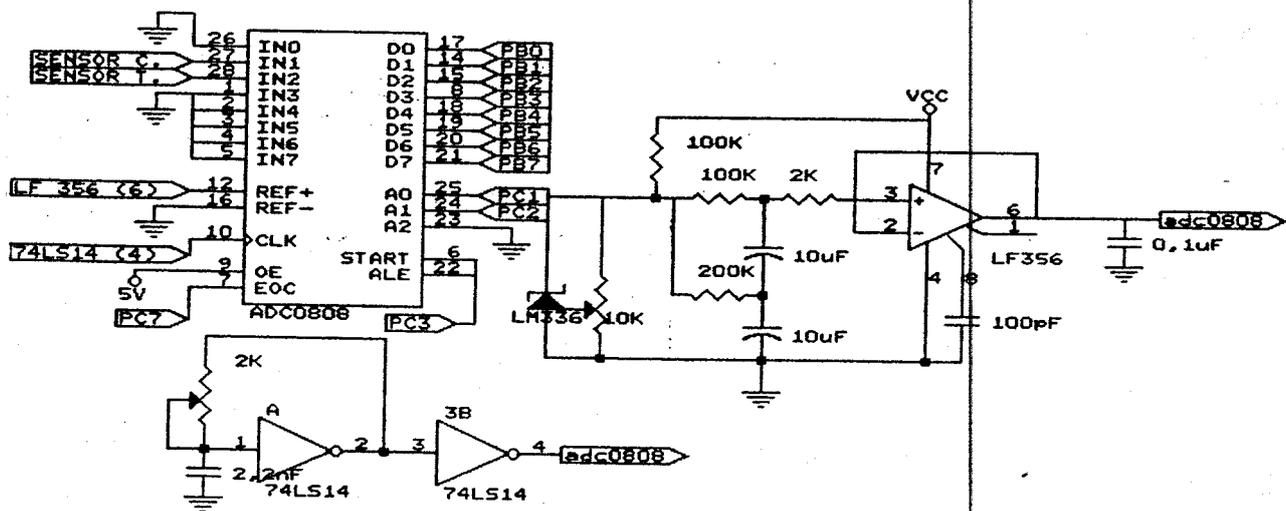
Address decoding untuk PPI 8255

#### III.4.4. UNIT ANALOG TO DIGITAL CONVERTER

Dalam perencanaan alat ini ADC yang dipakai adalah dari tipe successive approximation ADC dan merupakan komponen CMOS monolitik dengan 8 bit analog ke digital konverter yang mempunyai 8 buah chanel multiplexer dan

kontrol logika yang kompatibel dengan mikroprosesor. Keistimewaan konverter ini adalah menyediakan kecepatan yang tinggi, akurasi tinggi, ketergantungan temperatur minimal, akurasi long-term dan kemampuan pengulangan yang sangat bagus, dan pemakaian daya minimal. Gambar 3.8. menunjukkan ADC 0808.

Untuk memilih channel yang dikehendaki dapat dipilih dengan memasukkan address channel ke address line input A,B dan C disertai sinyal dari low ke high pada ALE yang akan melatchnya. Diagram waktu dari ADC dapat dilihat pada gambar 3.9..



Gambar 3.8.

Rangkaian unit ADC 0808

Penjelasan diagram waktu pada gambar 3.9. adalah sebagai berikut:

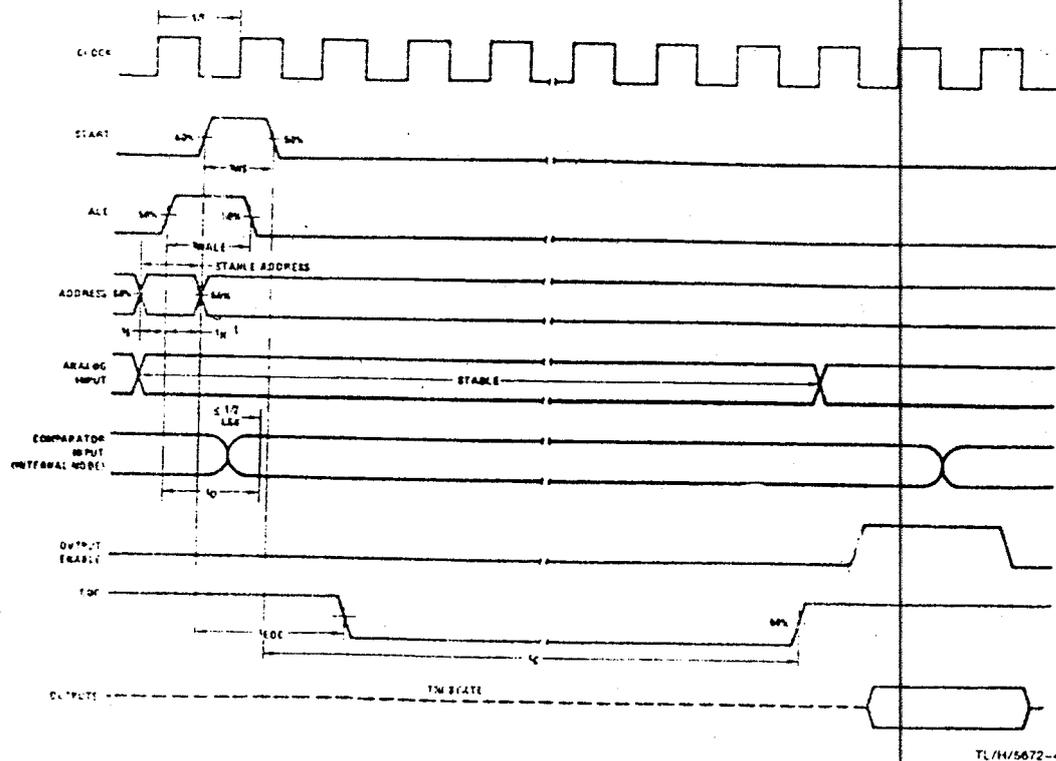
- sinyal clock menentukan kecepatan proses konversi

- sinyal start memulai proses konversi
- sinyal ale menahan (latch) data address
- data address menentukan channel analog yang aktif
- analog input, input sinyal analog yang akan dikonversikan
- komparator input, sinyal analog siap dikonversikan
- output enable (OE), pin yang memungkinkan hasil konversi dapat dikeluarkan dari ADC
- sinyal EOC, sinyal penandaan proses konversi selesai
- output, data digital hasil konversi

Bagian sensor kapasitansi dan suhu dihubungkan terhadap input sinyal analog ADC 0808. Untuk memilih input analog yang akan dilihat nilai digitalnya, maka dilakukan dengan memilih jalur address bit yaitu A, B dan C. Jalur address ini diinputkan melalui port PPI. Ke delapan bit data digital hasil konversi input analog dari sensor dibaca melalui port PPI juga.

Pada clock cycle yang pertama diinputkan adalah address channel berupa address 3 bit dengan kombinasi bit tergantung pada input analog mana yang akan dikonversikan. Lalu serentak pin ALE dan START diberi logika '1', saat transisi dari logika '1' ke '0', proses konversi berlangsung. Pada saat proses konversi selesai, keluaran EOC akan berubah dari logika '0' ke logika '1', hal ini menunjukkan bahwa proses konversi selesai dan pin output enable (OE) akan tinggi sehingga data dapat dibaca atau diinputkan ke PPI 8255.

Timing Diagram



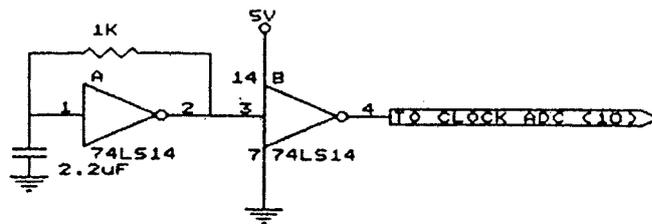
Gambar 3.9.

Timing diagram dari ADC 0808

## RANGKAIAN CLOCK

Rangkaian pembangkit clock ADC 0808 dibentuk dari sebuah Inverter Schmitt Trigger 74LS14 dan rangkaian resistor kapasitor. Rangkaian ini menyediakan sinyal clock untuk pin clock (10) ADC 0808. Gambar 3.10. menunjukkan gambar rangkaian clock (Schmitt Trigger Oscillator). Frekwensi clock yang dihasilkan tergantung pada harga R dan C. Supaya clock ini tidak gagal berosilasi maka disyaratkan bahwa harga R maksimal adalah 2 Kohm dan frekwensi yang dihasilkan adalah mendekati  $0,8 RC$ .

Dengan memakai R variabel maka frekwensi tipikal dari ADC sebesar 640 KHz akan bisa di dapatkan dengan mengubah-ubah harga R ini dan melihat bentuk gelombang hasil pada osiloskop. Dan dari sini di dapatkan bentuk gelombang sinyal clock yang cukup baik dipakai sebagai sumber clock untuk ADC.



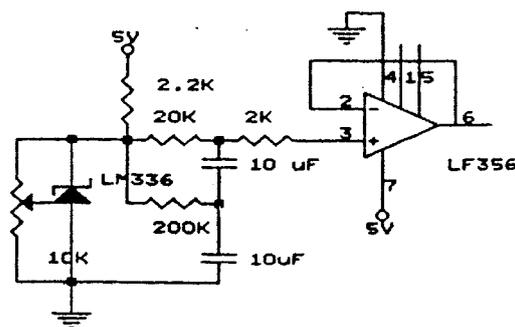
Gambar 3.10.

#### Rangkaian clock untuk input pin clock ADC

Cara kerja rangkaian ini adalah sebagai berikut: Misal input inverter pertama adalah '1', dan outputnya adalah '0', maka kapasitor akan dikosongkan lewat tahanan ke output inverter. Tegangan input inverter pertama turun sampai menuju harga logika '0', akibatnya output inverter akan '1'. Dan proses sebaliknya terjadi yaitu kapasitor akan dimuati melalui R dari output ke input sehingga setelah pin input mencapai taraf logika '1' maka outputnya akan kembali ke taraf logika '0'. Selanjutnya proses akan berulang kembali secara periodik. Untuk memperoleh bentuk gelombang yang cukup baik (square) maka output inverter pertama dilewatkan ke inverter ke dua, baru kemudian sinyal clock ini diinputkan ke input clock ADC (pin 10).

### RANGKAIAN TEGANGAN REFERENSI

Rangkaian tegangan referensi berfungsi untuk memberikan tegangan referensi positif  $V_{ref}$  (+) (pin 12) yang stabil pada ADC. Rangkaian ini menggunakan op. amp. LF356 beberapa resistor dan kapasitor serta sebuah diode regulator shunt type LM336 2.5 Volt. Dengan tegangan input 5 volt akan didapatkan tegangan output yang bisa diubah-ubah sekitar 2,5 Volt.



Gambar 3.11.

Rangkaian tegangan referensi untuk ADC

Adapun gambar rangkaian tegangan referensi positif ADC adalah seperti gambar 3.11.

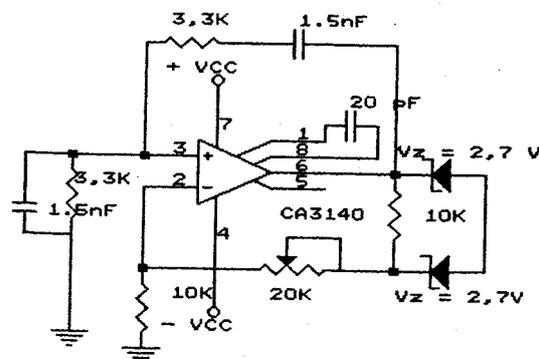
### III.4.5. UNIT SENSOR DAN PENGKONDISI SINYAL

Dalam tugas akhir ini dipakai dua sensor yaitu sensor kapasitansi dan sensor suhu. Sensor kapasitansi dipakai untuk menghasilkan perbedaan tegangan antara lengan jembatan bolak-balik yang dihasilkan oleh osilator jembatan Wien sebagai sumber eksitasi yang selanjutnya disearahkan oleh rangkaian MAV dan diperkuat oleh penguat instrumentasi untuk diinputkan ke input analog dari

rangkaian ADC.

Sebagai sumber eksitasi bolak balik dipakai osilator jembatan wien dengan frekwensi 30 KHz sinusoidal. Osilator adalah rangkaian yang dapat membangkitkan sinyal output tanpa adanya sinyal input. Hal ini terjadi karena adanya umpan balik positif dari outputnya. Adapun amplitudo peak to peaknya adalah 7,1 Volt (variabel dengan mengubah  $R = 20 \text{ K}$ ). Gambar rangkaian lengkap dari osilator sinusoidal jembatan Wien adalah seperti gambar 3.12..

Sedangkan untuk terjadi osilasi disyaratkan bahwa hasil kali penguatan dengan umpan balik  $\beta A = 1$ . Dan dari syarat ini didapatkan harga  $R$  umpan balik  $R_f = 2 \cdot R_i$ , sehingga jika  $R_i = 10 \text{ K}$ , maka  $R_f = 20 \text{ K}$ , dan ini bisa didapat dengan memberikan resistor variabel pada salah satu dari  $R_f$ , yaitu  $R$  variabel 20 K. Untuk menjaga besar dan kestabilan tegangan output dari osilator maka pada output dari osilator ini kita pasang diode zener yang saling bertolak belakang.



Gambar 3.11.

Osilator sinusoidal jembatan wien

Frekwensi osilasi dari osilator dapat dicari dengan persamaan

$$\begin{aligned} f &= 1 / (2 \pi R C) \\ &= 1 / (2 \pi 3,3 K 1,5 nF) \\ &= 32,1 KHz \end{aligned}$$

Sensor kapasitansi dibuat dari 2 pelat paralel yang berfungsi sebagai kapasitor plat paralel. Bahan dari sensor ini dibuat dari tembaga yang biasa dibuat untuk PCB untuk 2 layer (PCB fiber). Dimensi pelat paralel yang efektif digunakan adalah sekitar  $14 \times 10 \times 1 \text{ cm}^3$ . Jarak antar plat paralel adalah 1 cm. Dalam keadaan kosong atau dengan dielektrik udara didapatkan besar harga kapasitansi adalah 110 pf. Sedangkan jika di isi bahan dielektrik berupa sejumlah volume beras dengan berat sekitar 65 gram beras maka kapasitansinya akan naik menjadi sekitar 210 pf tergantung besar dari permitifitas relatif dari air yang dikandung oleh beras tersebut.

Adapun pemilihan tembaga sebagai bahan sensor kapasitansi adalah karena konduktifitas listriknya yang tinggi (ke dua sesudah perak), konduktifitas termalnya juga tinggi, tahan korosi, lunak (malleability) dan gampang dibentuk, kuat dan mudah didapat di pasaran.

Untuk menghasilkan tegangan output dari sensor kapasitansi yang berubah sangat kecil kita pakai rangkaian jembatan ac yang biasa dipakai untuk mengukur kapasitansi dari jenis Jembatan Schering dengan sedikit penyederhanaan

untuk menghasilkan perubahan tegangan yang lebih besar untuk perubahan harga kapasitansi yang sama.

Persamaan kesetimbangan untuk jembatan ini dapat dijelaskan dengan persamaan-persamaan di bawah ini. Rumus umum yang berlaku untuk reaktansi kapasitor adalah

$$X_c = 1 / ( 2 \pi f C )$$

$$= 1 / ( \omega C )$$

dimana  $\omega$  adalah konstan

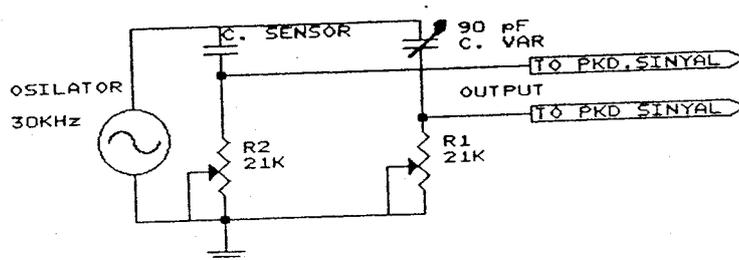
Jembatan akan setimbang jika memenuhi persamaan

$$X_s R_1 = X_v R_2$$

Dengan mensubstitusikan persamaan di atas dan menyelesaikannya akan didapatkan

$$C_s R_2 = C_v R_1$$

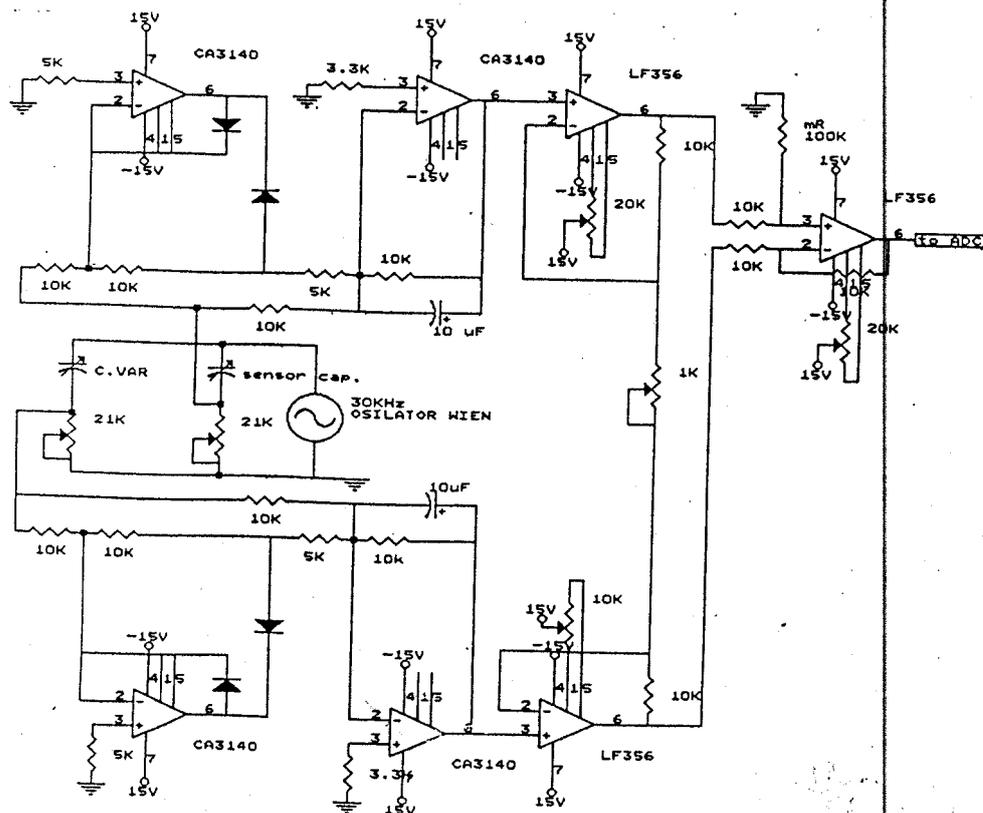
$$C_s = \frac{R_1}{R_2} C_v$$



Gambar 3.13.

Rangkaian jembatan kapasitansi

Dari persamaan ini bahwa besar dari frekwensi tidak mempengaruhi kesetimbangan jembatan kapasitansi ini. Sedangkan persyaratan fasa tidak menjadi penting sebab kita tidak mengambil output dari jembatan tetapi mengambil dan memproses sinyal output yang sudah disearahkan oleh rangkaian MAV.



Gambar 3.14.

Sensor kapasitansi dan pengkondisi sinyal

Adapun gambar rangkaian lengkap dari sensor kapasitansi, sumber eksitasi (osilator jembatan wien) dan rangkaian pengkondisi sinyalnya adalah seperti gambar 3.14.. Di sini plat paralel kita tempatkan sebagai salah satu dari lengan variabel jembatan bolak-balik sehingga perubahan yang kecil pada harga kapasitansi akan menimbulkan perubahan tegangan pada lengan yang lainnya.

Sensor temperatur digunakan untuk mengerjakan proses konversi yaitu untuk menambahkan atau mengurangi kadar air akibat perubahan permitifitas relatif dari air karena perubahan temperatur operasional dari alat ukur. Yaitu permitifitas relatif akan makin berkurang jika temperatur bertambah pada frekwensi tetap.

Pada tugas akhir ini dipakai sensor temperatur LM 335 yang merupakan IC sensor temperatur presisi buatan National Semikonductor, sedangkan untuk rangkaian pengkondisi sinyal terdiri dari beberapa bagian yaitu rangkaian buffer, rangkaian penguat perata-rata pembalik, rangkaian tegangan referensi dan rangkaian penguat instrumentasi. IC LM 335 mempunyai tegangan break down proporsional terhadap temperatur absolut sebesar  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{K}$ . Rangkaian pengkondisi sinyal temperatur ditunjukkan pada gambar 3.15..

Karena sensor ini masih dalam satuan derajat Kelvin, maka diubah ke dalam derajat Celsius, untuk itu diperlukan tegangan kalibrasi  $-2,73 \text{ Volt } (0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}, 273 \times 10 \text{ mV} = 2,73 \text{ V})$ . Ini dihasilkan dari IC voltage referensi LM 336

sebesar 2,5 V. kemudian diperkuat oleh penguat tak membalik sehingga diperoleh tegangan sebesar -2,73 V. Pengaturan pembesaran ini dilakukan dengan mengatur besar  $R_1$  dengan perhitungan sebagai berikut.

$$V_{ref} = A_{CL} \times (2,5 \text{ Volt})$$

Karena  $V_{ref}$  yang diminta sebesar -2,73 Volt, maka besarnya penguatan ( $A_{CL}$ ) adalah sebesar :

$$A_{CL} = \frac{- 2,73 \text{ V}}{- 2,5 \text{ V}}$$

$$= 1,092 \text{ kali.}$$

Untuk penguatan rangkaian tak membalik adalah :

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

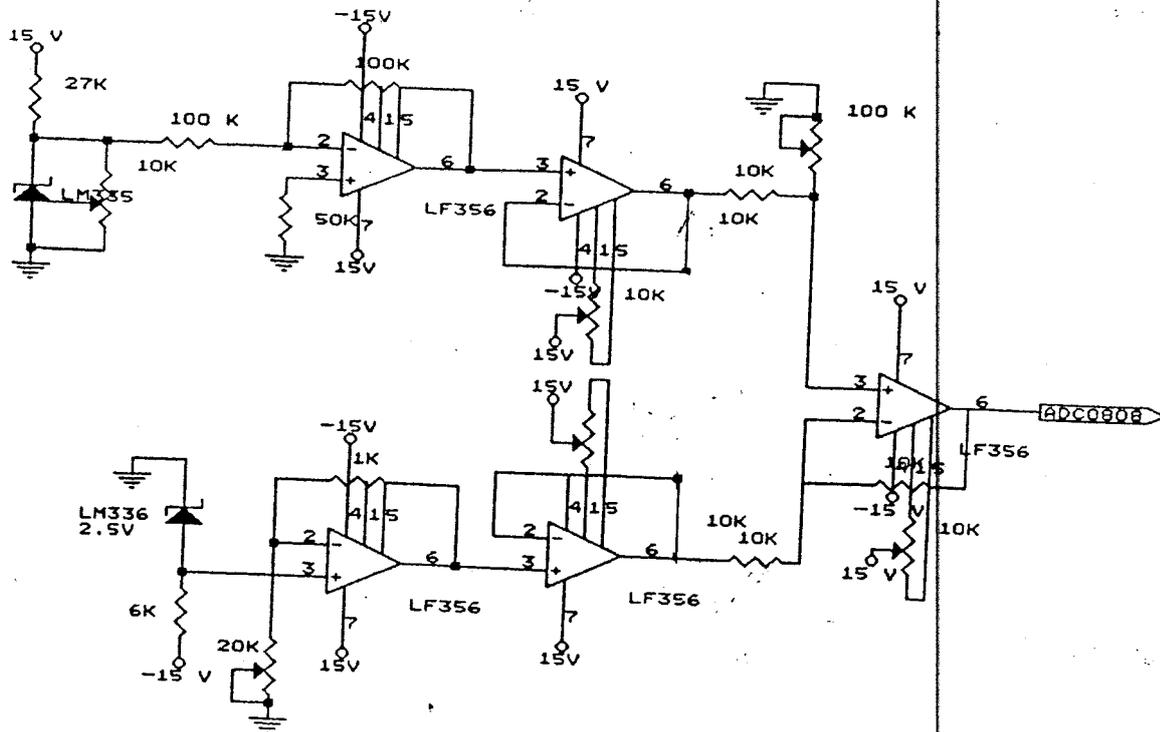
diambil  $R_f = 1 \text{ K}$ , maka:

$$\begin{aligned} R_i &= \frac{R_f}{A_{CL} - 1} \\ &= \frac{1\text{K.}}{1,092 - 1} \\ &= 10896,565 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Agar didapat tegangan referensi - 2,73 Volt maka dipilih resistor variabel  $R_1$  jenis multiturn 15 K.

Keluaran dari perata-rata tegangan dan tegangan referensi diumpankan ke penguat instrumentasi, karena

penguat instrumenasi mempunyai impedansi input yang tinggi sehingga tidak membebani rangkaian selanjutnya.



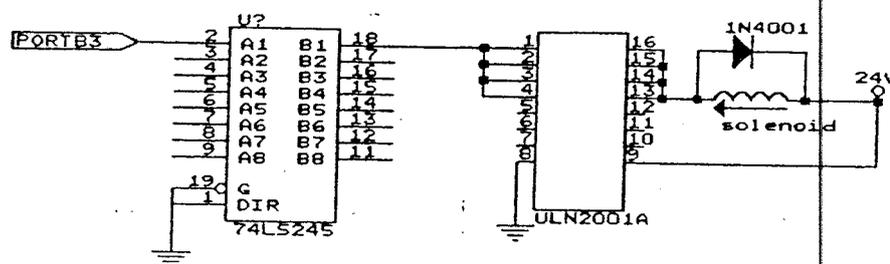
Gambar 3.15.

Rangkaian pengkondisi sinyal temperatur

### III.4.6. UNIT DRIVER MEKANIS

Untuk membuka dan menutup bagian bawah dari sensor kapasitansi dikerjakan dengan menggunakan solenoida. Solenoida adalah kumparan yang akan menghasilkan medan magnet jika diberi tegangan listrik. Dengan membebani inti dari solenoida ini dengan alat yang berfungsi untuk membuka dan menutup bagian bawah dari sensor kapasitansi maka gerakan menutup dan membuka bisa diatur dari port PPI.

Untuk rangkaian driver solenoida dipakai IC ULN 2001 yang merupakan array transistor darlington yang terdiri dari 7 buah pasangan darlington yang sama. Output dari IC ini mampu menggerakkan beban dengan tegangan output sampai dengan 50V. Sebelum pin output dari port PPI dihubungkan dengan pin-pin ULN dia dibuffer dulu dengan IC 74LS245. Adapun gambar rangkaian lengkap dari unit driver mekanis ini adalah seperti gambar 3.16.



Gambar 3.16

Rangkaian driver mekanis

### III.4.7. UNIT DISPLAY DAN SWITCH

Bagian display berfungsi untuk menampilkan kadar air dalam persen dan suhu dalam derajat Celsius pada beras yang di ukur sehingga dapat dibaca berupa angka-angka desimal. Dengan tampilan berupa angka desimal ini maka kesalahan karena pembacaan (paralak) dapat dihindari. Dari

tampilan ini maka dia akan langsung mengetahui persentase kadar air beras sehingga dapat menentukan tindakan-tindakan selanjutnya dengan tepat.

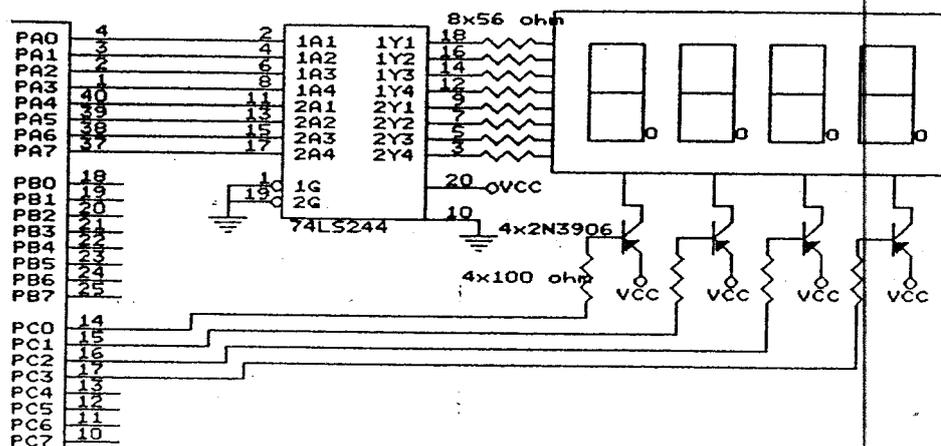
Bagian ini terdiri atas 4 buah seven segmen, empat buah transistor switch 2N 3906 jenis pnp, sebuah buffer 74LS244 dan tahanan-tahanan pembatas arus. Proses operasi dari modul tampilan ini diatur oleh port-port PPI. Dengan memanfaatkan sifat delay dari mata terhadap obyek yang bergerak maka dengan menscaning semua seven segment tapi dalam waktu yang lebih kecil dari delay mata ini maka angka-angka yang di tampilkan akan tampak seolah-olah tak berjalan atau berkedip-kedip, sehingga dapat dilihat dan dibaca dengan jelas dan tetapt.

Seven segment yang digunakan adalah tipe common anoda. Secara umum seven segmen ini adalah diode pemancar cahaya yaitu dia akan menyala bila diberikan bias maju sebesar tegangan potong masuknya. Harga tegangan potong masuk ini bagi diode-diodenya adalah sekitar 1,6 V. Karena  $I_{OL}$  dan  $I_{OH}$  dari tiap port PPI tidak mampu untuk mendrive 4 buah segment dari ke empat seven segment (multiplex) maka fan out dari port harus diperbesar. Hal ini dilakukan dengan memberikannya buffer dari tipe TTL yaitu dari jenis 74LS244.

Sedangkan untuk mengatur on-off nya dari seven segmen ini di pakai switch transistor tipe 2N3906 jenis pnp yang mempunyai  $\beta$  cukup besar sehingga mampu mendrive ke tujuh segmen yaitu jika di menampilkan angka desimal 8,

yaitu jika semua segmen-segmen ini menyala COND. Sinyal-sinyal pengatur dari transistor switch ini berasal dari port-port PPI. Karena seven segmen yang di pakai adalah dari jenis Common anoda maka untuk menyalakannya diperlukan sinyal rendah (logika 0) pada basis transistor switch dan ini dapat diatur dan tentukan dari port output PPI 8255. Rangkaian lengkap dari unit display adalah seperti gambar 3.17.

Sedangkan rangkaian switch diatur langsung dari port C PPI dan dia bisa langsung dipakai dengan menambahkan rangkaian C untuk mengurangi bouncing dan R untuk mengurangi arus inputnya.



gambar 3.17.

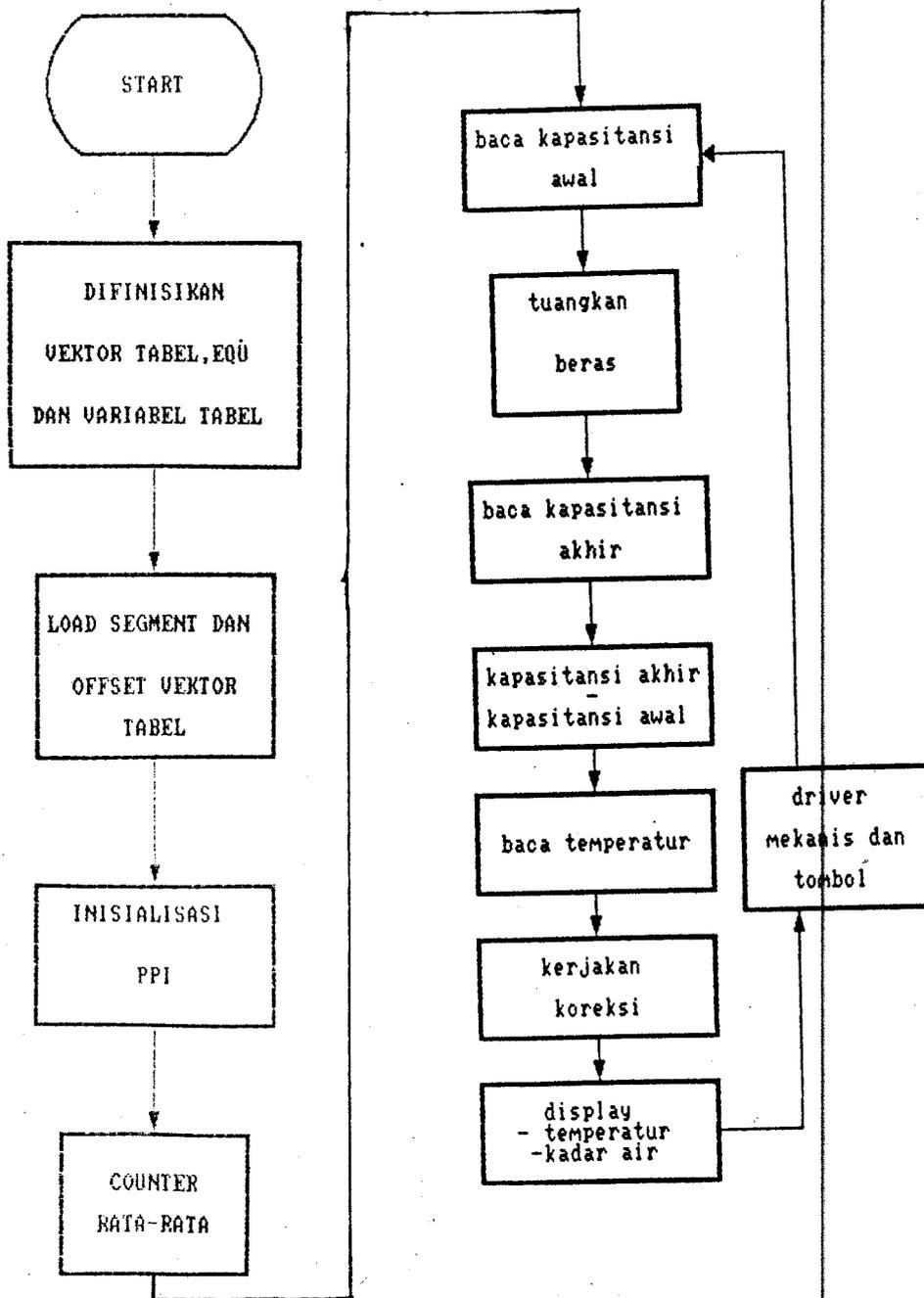
Unit display seven segment

### III.5. PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK

Untuk mengoperasikan peralatan keras yang telah dibuat diperlukan perangkat lunak untuk mengoperasikannya.

Pada tugas akhir ini dipakai Bahasa Assembly untuk mikroprocessor 8088 dengan editor dan compiler TASM untuk mempercepat kompilasi program ke bahasa mesin.

Adapun urutan program secara garis besar dapat dijelaskan seperti flow chart di bawah.



## BAB IV

### PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

---

Untuk mendapatkan hasil pengukuran sesuai dengan yang diinginkan yaitu jumlah kadar air yang dikandung oleh beras secara teliti diperlukan proses pengukuran yang berulang. Ini disebabkan karena ketidakhomoginan dari volume beras yang dimasukkan ke sensor. Juga diperlukan data konversi kapasitansi ke jumlah kadar air yang dikandung oleh beras tersebut.

#### V.1. PENGUJIAN SENSOR KAPASITANSI

Karena pelat yang digunakan untuk kapasitansi karakteristiknya belum diketahui maka diperlukan pengujian kapasitansi dari sensor ini. Untuk itu dilakukan dengan mengukur kapasitansi dari sensor dan hubungannya dengan kadar air dari beras yang sedang diukur. Untuk itu dimasukkan sejumlah volume beras sejumlah  $13 \times 10 \times 1 \text{ cm}^3$ . Setelah itu dilakukan pengukuran untuk sejumlah kadar air beras secara berulang, dimana kadar air beras diambil dengan melakukan pengukuran pada alat CERA tester yang telah terkalibrasi. Adapun hasil pengukuran secara berulang dengan menuangkan dan membuang beras dari sensor kemudian memasukkan beras tersebut kembali adalah sebagai berikut:

Untuk kadar air 8% hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

NO.	KAP. (PF)
1	149
2	149
3	148
4	150
5	150
mean = 149,2	

Tabel 4-1  
Kapasitansi untuk kadar air 8%

Untuk kadar air 9,3% hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

NO.	KAP. (PF)
1	160
2	159
3	157
4	158
5	158
mean = 158,4	

Tabel 4-2  
Kapasitansi untuk kadar air 9,3%

Untuk kadar air 11,3% hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

NO.	KAP. (PF)
1	180
2	184
3	181
4	182
5	185
mean = 182,4	

Tabel 4-3.

Kapasitansi untuk kadar air 11,3%

Untuk kadar air 12,5% hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

NO.	KAP. (PF)
1	195
2	196
3	196
4	200
5	194
mean = 196,2	

Tabel 4-4.

Kapasitansi untuk kadar air 12,5%

Untuk kadar air 13,5% hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

NO.	KAP. (PF)
1	199
2	203
3	204
4	203
5	204
mean = 202,6	

Tabel 4-5.

Kapasitansi untuk kadar air 13,5%

Untuk kadar air 14,6% hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

NO.	KAP. (PF)
1	216
2	217
3	215
4	216
5	216
mean = 216	

Tabel 4-6.

Kapasitansi untuk kadar air 14,6%

Untuk hubungan kadar air dengan rata-rata kapasitansi dapat dibuat seperti tabel berikut:

NO	% Mc	kap. (pf)
1	8,0	149,2
2	9,3	158,4
3	11,3	182,4
4	12,5	192,6
5	13,5	202,6
6	14,6	216,0

Tabel 4-7.

Hubungan % kadar air dengan kapasitansi rata-rata

Untuk memudahkan pembacaan hubungan kadar air rata-rata dengan kapasitansinya dapat dibuat sebuah grafik yang bisa mewakili tabel 4-7. seperti gambar 4.1.

Untuk mendapatkan hubungan antara kadar air dengan kapasitansi dipakai persamaan regresi linear yang menyatakan hubungan antara kadar air yang lainnya dengan kapasitansinya. Persamaan regresi linear dari data-data tabel 4-7. adalah sebagai berikut:

$$y = 10,19 x + 65,94$$

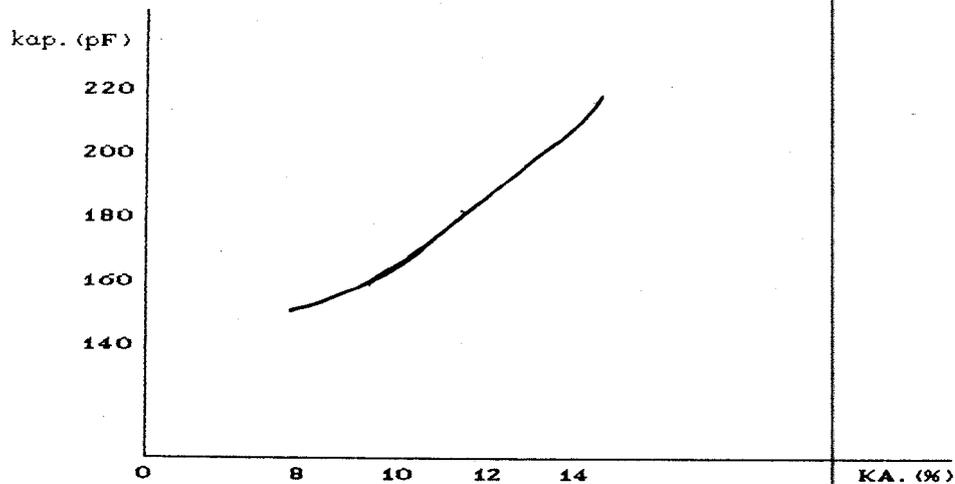
$$r = 0,998$$

dimana:

y = kapasitansi dalam pf

$x$  = kadar air dalam persen (%)

$r$  = koefisien regresi



Gambar 4-1.

Grafik hubungan antara kadar air beras dengan kapasitasnya

Koefisien regresi ( $r$ ) sebesar 0,9978 yaitu mendekati satu menunjukkan bahwa antar kadar air dan kapasitansi terdapat hubungan yang linear. Sehingga dari persamaan ini didapatkan hubungan antar kadar air pada beras dan kapasitasnya untuk persen kadar air yang lain seperti tabel 4-8.

Selanjutnya kadar air dari beras ini ditampilkan pada display seven segmen dan hubungan antara kadar air beras dari CERA tester dengan angka-angka yang ditampilkan pada display adalah seperti tabel di bawah:

NO.	% Mc	kap (pf)
1	8	147,51
2	9	157,70
3	10	167,9
4	11	178,10
5	12	188,29
6	13	198,49
7	14	208,08
8	15	218,87
9	16	229,07
10	17	239,27
11	18	249,46
12	19	259,67
13	20	269,85
14	21	280,05
15	22	290,25

Tabel 4-8.

Hubungan persen kadar air dengan kapasitansinya dari persamaan regresi linear

Selanjutnya kadar air dari beras ini ditampilkan pada display seven segmen dan hubungan antara kadar air beras dari CERA tester dengan angka-angka yang ditampilkan pada display adalah seperti tabel di bawah:

Untuk kadar air 14,2 % pada CERA tester pada display akan muncul sebagai berikut:

NO.	DISPLAY(%)
1	14,10
2	13,80
3	14,10
4	13,80
5	13,80
mean = 13,9	

Tabel 4-9.

Hubungan kadar air 14,2% pada CERA dan Display

Untuk kadar air 13,7 % pada CERA tester pada display akan muncul sebagai berikut:

NO.	DISPLAY(%)
1	13,60
2	13,60
3	13,20
4	13,70
5	13,40
mean = 13,50	

Tabel 4-10.

Hubungan kadar air 13,7% pada CERA dan Display

Untuk kadar air 12,6 % pada CERA tester pada display akan muncul sebagai berikut:

NO.	DISPLAY(%)
1	12,50
2	12,50
3	12,40
4	12,50
5	11,80
mean = 12,3	

Tabel 4-11.

Hubungan kadar air 12,6% pada CERA dan Display

Untuk kadar air 11,3 % pada CERA tester pada display akan muncul sebagai berikut:

NO.	DISPLAY(%)
1	11,40
2	11,40
3	11,60
4	11,70
5	11,70
mean = 11,6	

Tabel 4-12.

Hubungan kadar air 11,3% pada CERA dan Display

Untuk kadar air 9,7 % pada CERA tester pada display akan muncul sebagai berikut:

NO.	DISPLAY(%)
1	09,80
2	09,90
3	10,00
4	09,80
5	10,10
mean = 9,9	

Tabel 4-13.

#### Hubungan kadar air 9,7% pada CERA dan Display

Terdapat perbedaan hasil penunjukkan pada display dengan CERA ada beberapa proses yang dilakukan secara manual sehingga memungkinkan timbulnya kesalahan karena kurang jelian membaca jarum pada CERA tester dan penuangan beras yang tak sama/tidak merata pada kedua jenis alat (CERA TESTER dan alat ukur yang dibuat).

Sedangkan hasil pengukuran sensor temperatur dengan menggunakan IC LM 335, dibandingkan dengan termometer air raksa adalah seperti tabel berikut, sedangkan titik setting dilakukan pada suhu 28°C sebesar 3,01 V.

pengujian sensor temperatur		
termometer (Celcius)	multimeter (volt)	konversi ke Celcius
25	2,98	25
26	2,99	26
27	3,00	27
28	3,01	28
29	3,02	29
30	3,03	30
31	3,04	31
32	3,05	32
33	3,05	32
34	3,05	32
35	3,06	33
36	3,06	33
37	3,06	35
38	3,07	35
39	3,07	35
40	3,07	35

Tabel 4-14. Perbandingan hasil penunjukkan termometer air raksa dengan sensor temperatur LM 335

Pada tabel 4-14 kita lihat bahwa pada suhu diatas 32 derajat Celsius sensor temperatur mulai mengkonversikan suhu lebih lambat dibandingkan dengan termometer air raksa dan jika suhu dinaikkan lagi maka respon dari IC sensor LM 335 menjadi makin ketinggalan dibandingkan dengan termometer air raksa.

Hasil pembacaan IC sensor temperatur ini dipakai

untuk faktor koreksi suhu sesuai dengan yang terdapat pada alat CERA tester. Yaitu di atas 30 derajat hasil penunjukkan dari CERA tester dikurangkan sedangkan di bawah 30 derajat Celsius ditambahkan. Hal ini disebabkan oleh kenaikan permitifitas relatif dari beras tiap kenaikan temperatur 1<sup>o</sup>Celsius sedangkan kadar airnya tidak berubah.

## BAB V

### KESIMPULAN

---

#### V.1. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat dibuat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kapasitansi dari beras merupakan fungsi linear dari kadar air yang dikandung oleh beras sehingga hubungan ini bisa dipakai untuk mengetahui kadar air dari beras tersebut
2. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang valid diperlukan sample beras yang kadar airnya homogen antar butir-butir beras tersebut, sample tidak mengandung bahan yang bersifat konduktor (logam) serta pengukuran dilakukan secara berulang sehingga jumlah sample makin terwakili..
3. Dengan memakai volume beras tertentu sebagai sample kita tidak akan memerlukan penimbangan seperti pada Cera tester.
4. Tampilan kadar air rata-rata pada display berbeda sekitar 0,5% dengan Cera tester karena faktor ketidakhomoginan kerapatan dari beras dalam sensor.
5. Dengan memanfaatkan fasilitas pada perangkat lunak yang terdapat pada mikroprosesor 8088 maka kita dapat melakukan pengukuran kadar air dari beras secara lebih teliti.

## V.2. SARAN-SARAN

Berikut ini diberikan saran-saran yang diharapkan dapat berguna untuk pengembangan peralatan ini lebih lanjut:

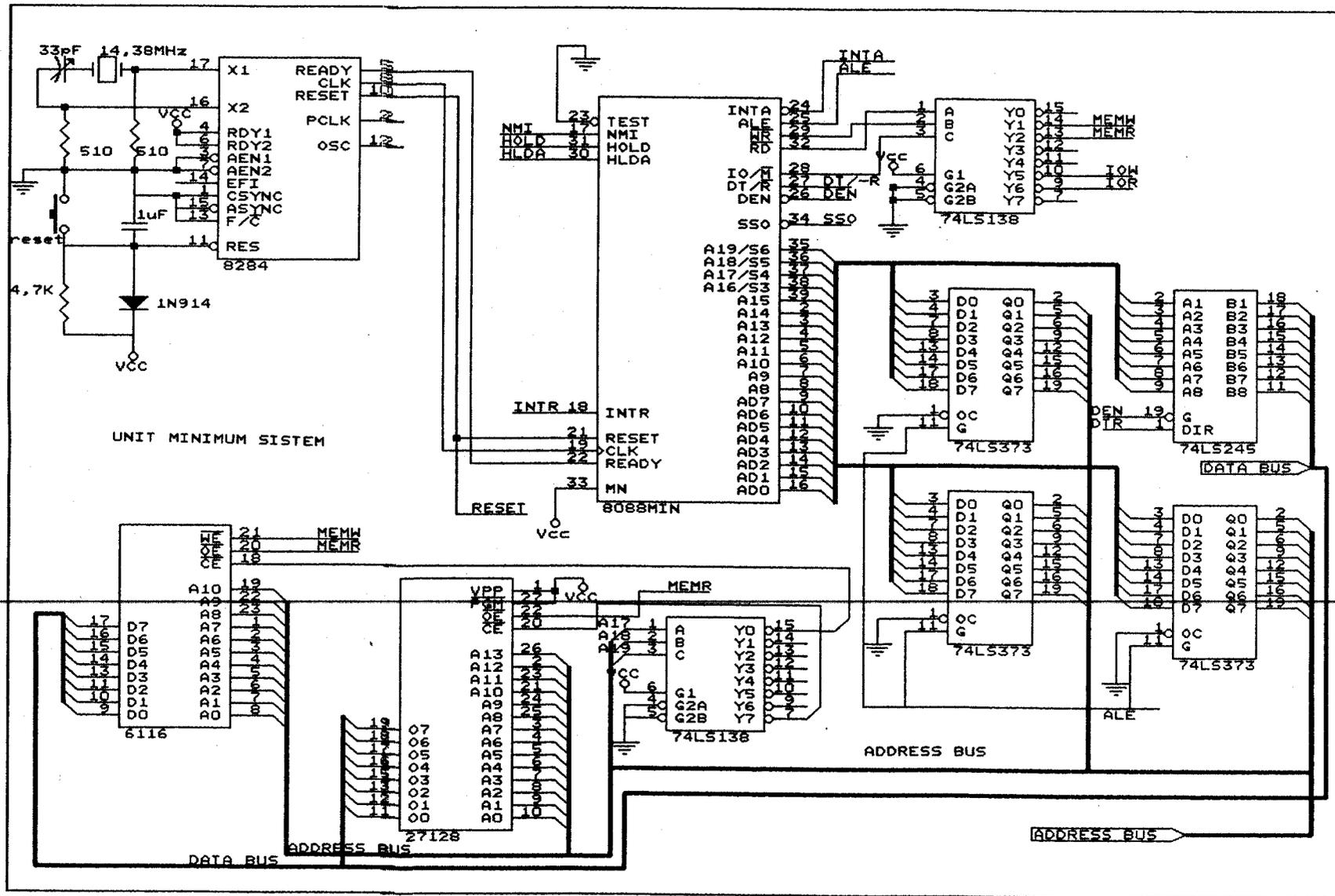
1. Untuk meningkatkan ketelitian pengukuran kadar air pada beras dapat dilakukan dengan:
  - Pemberian kerapatan beras yang sehomogen mungkin dengan cara menjatuhkan beras ke sensor secara perlahan lahan.
  - Suhu dan kelembaban mempengaruhi hasil pengukuran dari kadar air pada beras ini sehingga untuk meningkatkan ketelitian kita perlu meminimisasi pengaruh keadaan ini. Pengaruh suhu diminimisasi dengan faktor koreksi suhu sedangkan pengaruh kelembaban diminimisasi dengan hanya menghitung selisih output antara kapasitansi kosong dengan kapasitansi yang berisi beras.

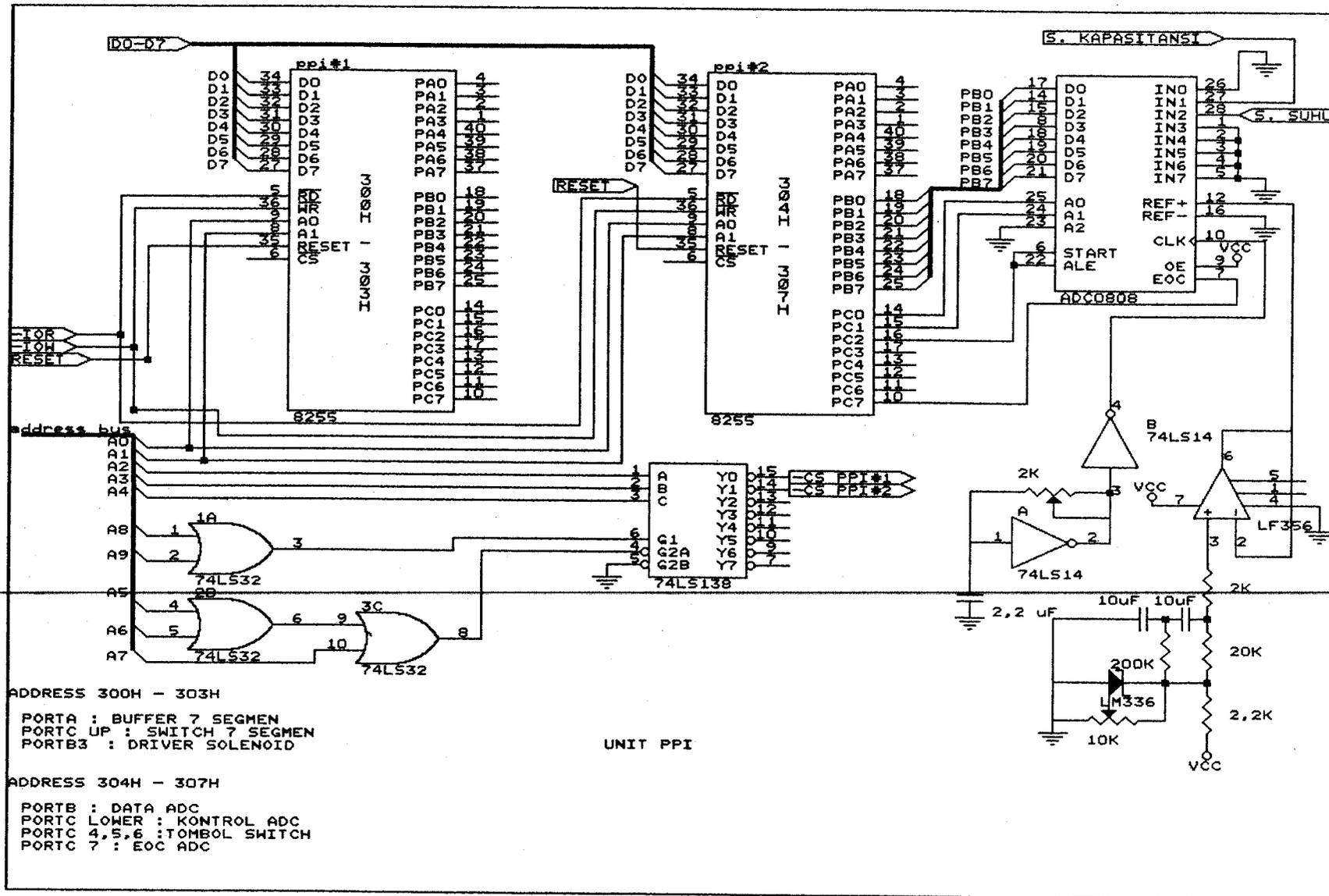
## DAFTAR PUSTAKA

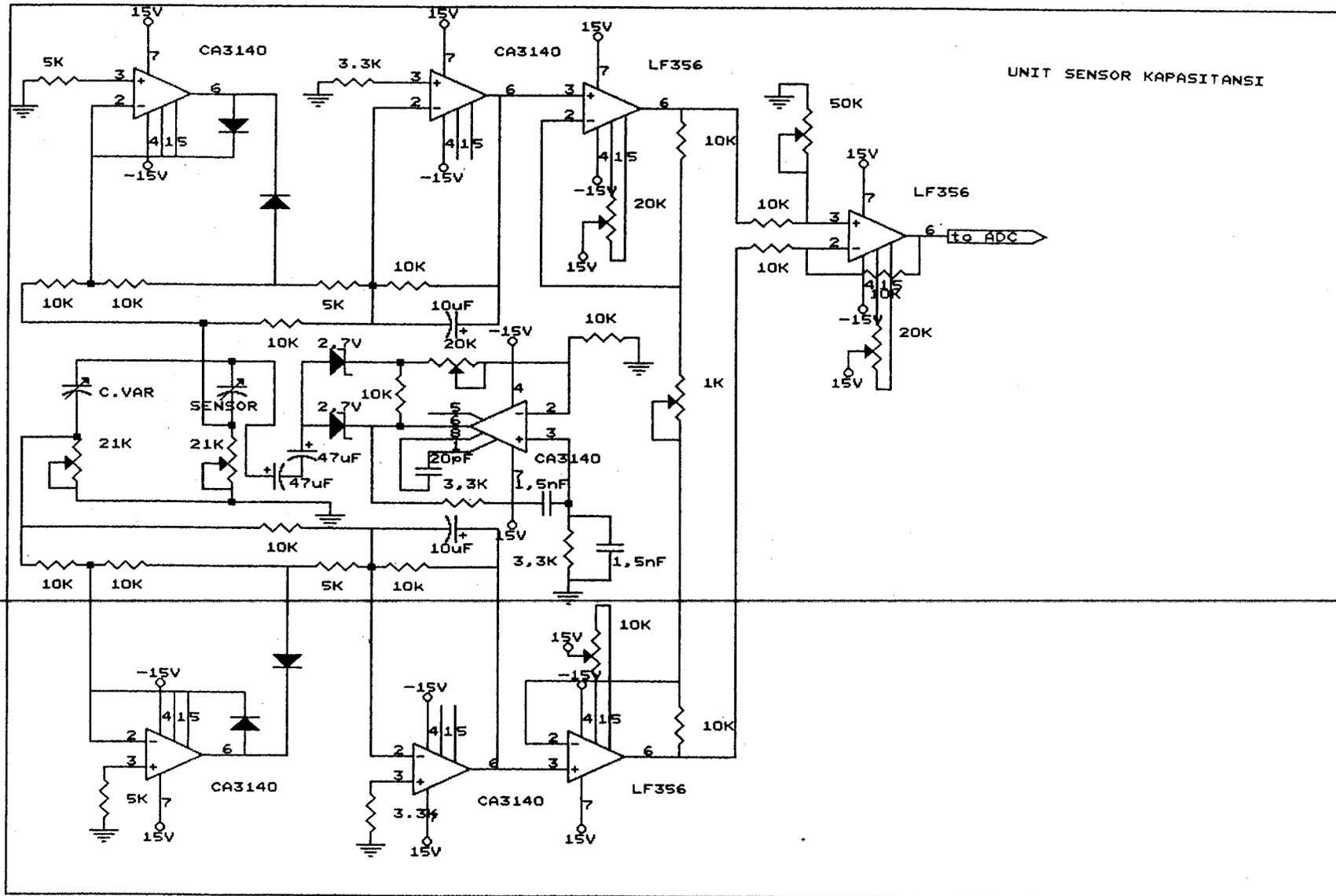
1. Brey, Barry B., THE INTEL MICROPROCESSOR 8088-8086, 80186, 80286, 80386, 80486,, Maxmillan International Publising Group, New York.
2. Cooper, William D., INSTRUMENTASI ELEKTRONIK DAN TEKNIK PENGUKURAN, edisi ke-2, Erlangga, Jakarta, 1985.
3. Coughlin, Robert F., and Frederick F. Driscoll, dan Herman W. Sumitro, PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKAIAN TERPADU, Jakarta, 1985.
4. Hall, Douglas V., MICROPROCESSOR AND INTERFACING PROGRAMING AND HARDWARE, McGraw-Hill Inc. ,Singapura, 1988.
5. Inglett, George E., Lars Munck, CEREAL FOR FOOD AND BEVERAGES, Academic Press, New York, 1980.
6. Schuler, Charles A., and William L. McNamee, INDUSTRIAL ELECTRONIC AND ROBOTIC, 1-st, McGraw-Hill, Singapore, 1986.
7. Sears, Francis Weston, Mark W. Zemansky, dan Ir. Soedarjana, Drs. Amir A., FISIKA UNTUK UNIVERSITAS I, Addison-Wesley Publising Company, Inc., Reading, Massachusetts.
8. Smyth, Charles Phelps, DIELEKRTIC BEHAVIOR AND STRUCTURE, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1955
9. Steaman, J.P.M., DATA SHEET BOOK 2, PT. Media Elex

Komputindo, Jakarta, 1988

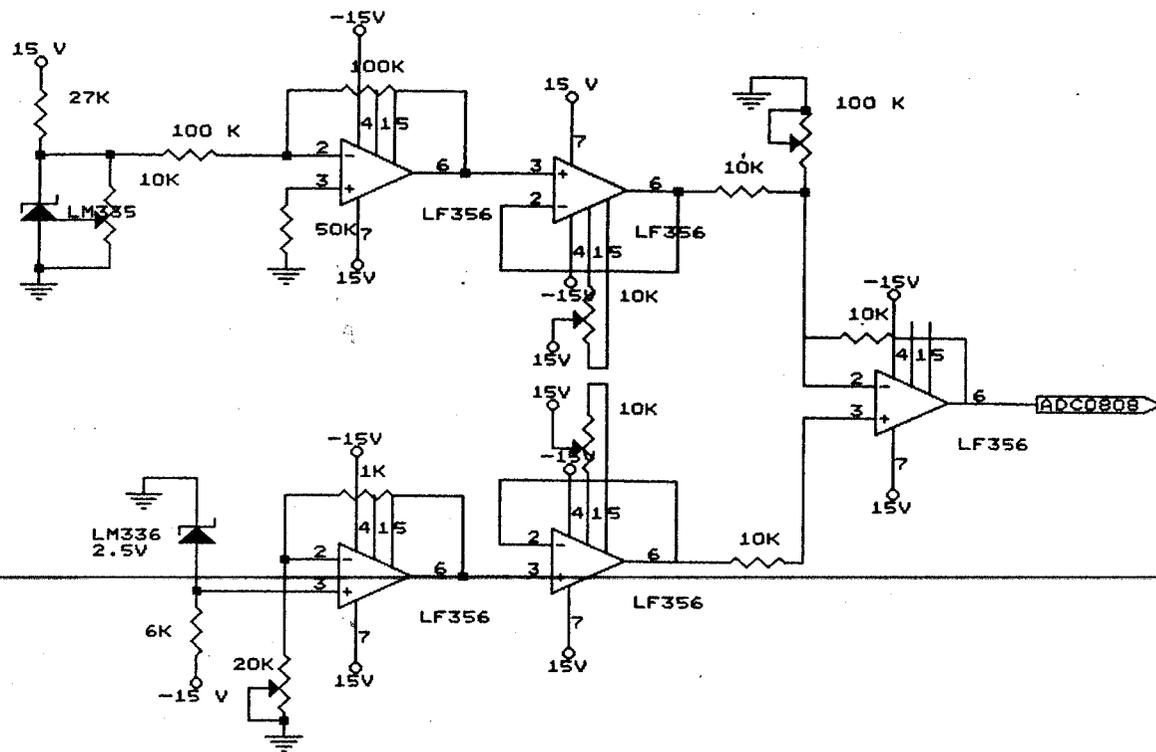
10. Tocci, Ronald J., DIGITAL SYSTEM, Prentice Hall Inc., 1988.
11. ...., LINEAR DATA BOOK, National Semikonduktor Corp., Santa Clara, California, 1982
12. ...., PEMBUATAN PROTOTYPE ALAT-ALAT UJI KADAR AIR BIJI-BIJIAN, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Surabaya

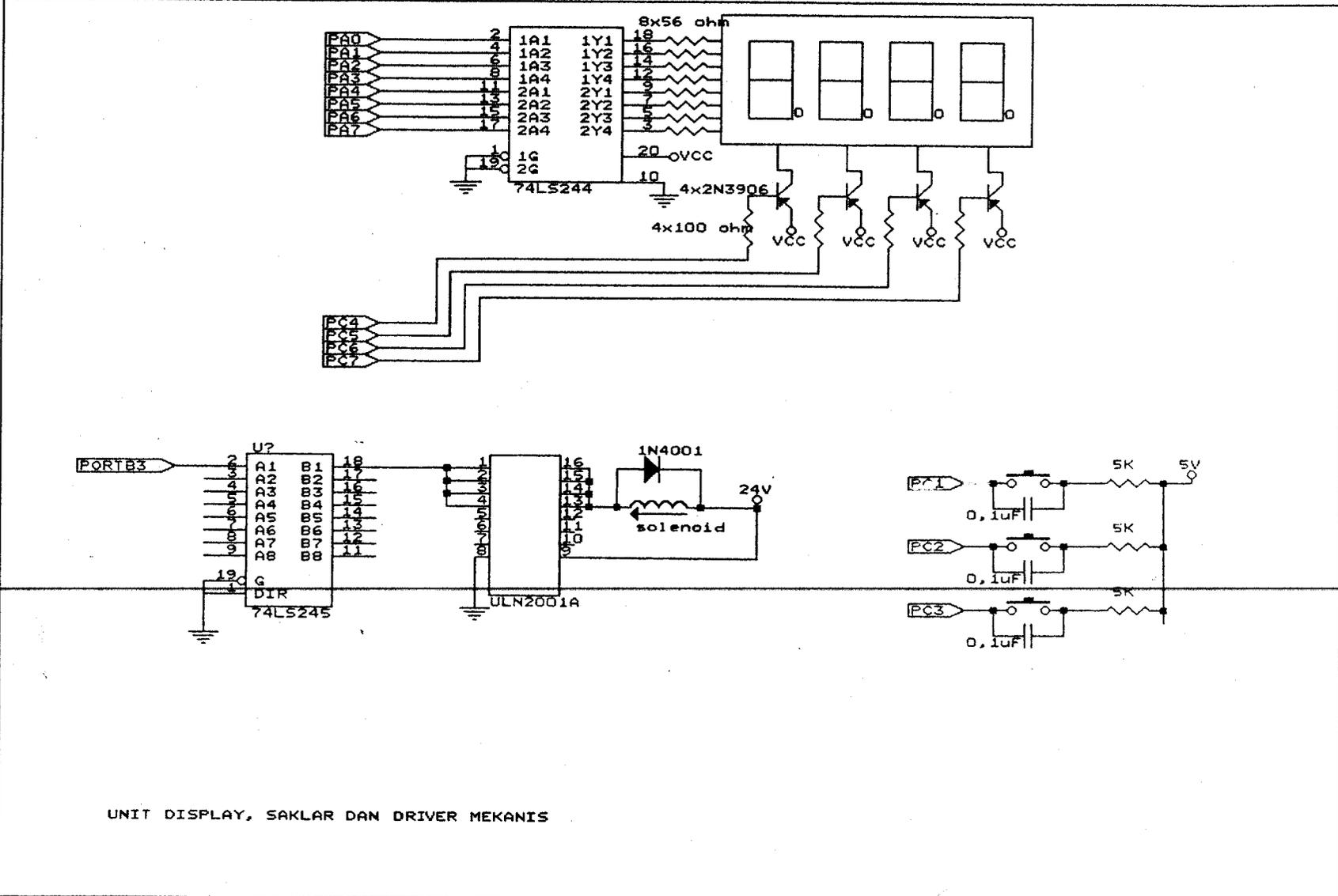






UNIT SENSOR TEMERATUR





UNIT DISPLAY, SAKLAR DAN DRIVER MEKANIS

05 MAY 1993

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO ITS

EE.1799 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama : IGA. Putu Raka A.  
Nomor pokok : 2902201623  
Bidang Study : Elektronika  
Tugas diberikan : Awal semester genap 1992/1993  
Tugas diselesaikan : Akhir semester gasal 1993/1994  
Dosen Pembimbing : Ir. Moch. Moefadol  
Judul Tugas Akhir :

ALAT UKUR KADAR AIR BERAS BERBASIS MINIMUM SISTEM 8088

URAIAN TUGAS AKHIR:

Dengan tercapainya swasembada pangan bagi Bangsa Indonesia akan timbul suatu masalah tentang kualitas dan cara penyimpanan beras. Faktor yang sangat mempengaruhi kualitas dan lama penyimpanan beras adalah kadar air dari beras tersebut.

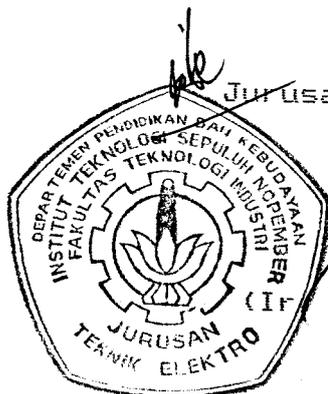
Untuk itu akan dibuat suatu alat yang dapat mengukur kadar air beras dengan memanfaatkan minimum sistem 8088. Dengan ini diharapkan akan didapatkan hasil pengukuran yang teliti dan handal. Dengan demikian alat yang dibuat akan dapat membantu manusia khususnya pihak BULOG dalam menentukan kadar air beras.

Mengetahui  
Bidang Study Elektronika  
Koordinator

(Ir. Soetikno)  
NIP. 130 445 231

Surabaya, 1 April 1993  
Dosen Pembimbing

(Ir. Moch. Moefadol)  
NIP. 130 422 814



Mengetahui  
Jurusan Teknik Elektro FTI - ITS  
Ketua

(Ir. Katjuk Astrowulan, MSEE)  
NIP. 130 687 438

## USULAN TUGAS AKHIR

1. Judul Tugas Akhir : ALAT UKUR KADAR AIR BERAS BERBASIS  
MINIMUM SISTEM BOSS

2. Ruang Lingkup : Elektronika

Mikroelektronika

Rangkaian Logika

Rangkaian Linear Aktif

Bahasa Assembly

Instrumen Elektronika

3. Latar Belakang : Dengan suksesnya Bangsa Indonesia mencapai tingkat swasembada pangan yaitu dipenuhinya kebutuhan terhadap beras maka diperlukan prasarana penunjang yang memadai dan handal. Salah satunya ialah alat untuk mengukur kadar air beras yaitu suatu alat untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat pada beras tiap satuan bobot/berat beras tersebut. Satuan kadar air beras dinyatakan dalam persen (%).

Ada beberapa cara dalam menentukan kadar air beras, salah satunya ialah berdasarkan konduktivitas listrik (daya hantar listrik) atau resistansinya. Hal ini karena



air merupakan penghantar listrik yang baik. Bahan yang mempunyai kandungan air yang besar akan mudah menghantarkan listrik atau mempunyai resistansi yang relatif kecil. Bila suatu bahan dapat dialiri listrik, maka apabila diketahui suatu grafik yang menggambarkan hubungan-hubungan antara kadar air dan resistansi, maka bila diketahui resistansi bahan sejenis selanjutnya akan dapat dihitung/dibaca kadar air bahan tersebut.

Untuk mengukur kadar air suatu bahan berupa butiran seperti beras dapat dilakukan dengan mengambil sejumlah kecil bahan tersebut (sample). Dengan menempatkan bahan ini pada salah satu lengan dari jembatan Wheat Stone / modifikasinya. Sehingga perubahan ratio dari tahanan pada keempat lengan akan mengubah besarnya arus pada terminal outputnya.

Sinyal -sinyal output dari jembatan ini akan diperkuat sehingga dapat digunakan sebagai input pada rangkaian ADC (analog to digital converter), yang selanjutnya dengan

menggunakan minimum sistem 8088 akan kita olah datanya untuk menampilkan persentase kadar air beras pada display. Dengan memakai minimum sistem 8088 sebagai pengatur proses untuk menentukan kadar air beras akan membantu manusia khususnya pihak BULOG untuk mengetahui kadar air beras sehingga akan didapatkan hasil dengan ketelitian yang tinggi dan praktis. Hal ini terutama bermanfaat dalam proses penyimpanan beras pada gudang-gudang penyimpan dalam waktu yang lama.

4. Penelaahan study : - Mempelajari sifat-sifat dari beras.
- Mempelajari Rangkaian Linear Aktip.
  - Mempelajari sistem kontrol berbasis komputer.
  - Mempelajari bahasa pemrograman komputer.

5. Tujuan : Merancang dan membuat alat untuk mengukur kadar air beras berbasis minimum sistem 8088.

6. Relevansi : Dengan alat ini diharapkan dapat bermanfaat dalam proses

pengukuran kadar air beras yang erat hubungannya dengan proses penyimpanan beras di gudang-gudang penyimpanan BULOG yang teliti dan handal.

7. Langkah-langkah :
1. Studi literatur.
  2. Perencanaan dan pembuatan alat.
  3. Pengujian alat.
  4. Penulisan naskah.

8. Jadwal Kegiatan :

KEGIATAN	BULAN KE					
	1	2	3	4	5	6
1. Studi literatur	■					
2. Perencanaan dan pembuatan alat.			■			
3. Pengujian Alat					■	
4. Penulisan naskah						■

## RIWAYAT HIDUP



I. G. A. Putu Raka A. dilahirkan di Desa Keramas, Kab. Gianyar, Bali pada tanggal 1 Juli 1967, dari Bapak I. G. A. Putu Widia dan Ibu I. G. A. A. Mas Tjandrawati. Terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Elektro Institut teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan nomor pokok 2902201623, melalui program pencangkakan dari Univ. Udayana Denpasar. Selama menjadi mahasiswa pernah menjadi asisten praktikum Rangkaian Listrik dan Elektronika .

Jenjang pendidikan yang telah ditempuh:

- SDN IV Keramas, Gianyar, lulus tahun 1980
- SMPN Gianyar lulus tahun 1983
- SMAN Gianyar lulus tahun 1986
- Program Studi Teknik Elektro, Fak. Teknik Univ. Udayana tahun 1986
- Intstitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Fak. Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, sejak tahun 1990. Diharapkan pada ujian periode Agustus 1994 dapat menyelesaikan studinya.