

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA

kkc
kkc
571.4
Ran

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GULA DIGITAL DENGAN MODEL KAPASITOR KEPING SEJAJAR

PAMERAN

01 DEC 1999

UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

SELESAI

Ketua Peneliti :

Drs. Tri Anggono Prijo

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

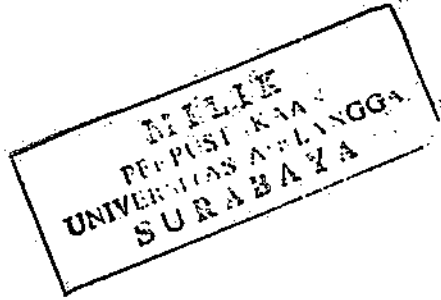


3000 10199 3141

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai Oleh : Dana Rutin Unair 1998/1999
SK.Rektor Nomor : 6128/J03/PL/1998
Nomor : 53

3000101993141



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GULA DIGITAL
DENGAN MODEL KAPASITOR KEPING SEJAJAR

Peneliti :

Tri Anggono Prijo
Tokok Ardianto
Supadi
Sami'an
Sistojo Pramudiswojo

(Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam)

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai : DANA RUTIN Universitas Airlangga

SK Rektor Nomor : 6128/J03/PL/1998

Tanggal : 24 Agustus 1998



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
LEMBAGA PENELITIAN

- | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1. Puslit Pembangunan Regional | 5. Puslit Pengembangan Gizi (5995720) | 9. Puslit Kependudukan dan Pembangunan (5995719) |
| 2. Puslit Obat Tradisional | 6. Puslit/Studi Wanita (5995722) | 10. Puslit / Kesehatan Reproduksi |
| 3. Puslit Pengembangan Hukum | 7. Puslit Olahraga | |
| 4. Puslit Lingkungan Hidup (5995718) | 8. Puslit Bioenergi | |

Kampus C, Jl. Mulyorejo Telp. (031) 5995246, 5995248, 5995247 Fax. (031) 5995246, Surabaya 60115

IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Digital Dengan Model Kapasitor Keping Sejajar
- b. Macam Penelitian : Fundamental, Terapan, Pengembangan
 Institusional
- c. Katogori Penelitian : I II III IV
2. Kepala Proyek Penelitian
- a. Nama Lengkap Dengan Gelar : Drs. Tri Anggono Prijo
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. Pangkat/Golongan dan NIP : Penata Muda/IIIa/131 878 369
- d. Jabatan Sekarang : Staf Pengajar
- e. Fakultas/Jurusan/Puslit. : Fakultas MIPA/Fisika
- f. Univ./Inst./Akademi : Universitas Airlangga
- g. Bidang Ilmu Yang Diteliti : Biofisika
3. Jumlah Tim Peneliti : 5 (lima) orang
4. Lokasi Penelitian : Lab. Biofisika Fakultas MIPA Unair
5. Kerjasama dengan Instansi Lain
- a. Nama Instansi :
- b. A l a m a t :
6. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
7. Biaya Yang Diperlukan : Rp 3.000.000,00
8. Seminar Hasil Penelitian :
- a. Dilaksanakan Tanggal : 1 Maret 1999
- b. Hasil Penelitian : Baik Sekali Baik
 Sedang Kurang

Surabaya, 1 Maret 1999



Mengetahui/ Mengesahkan :
a.n. Rektor
Ketua Lembaga Penelitian,

Prof. Dr. Noor Cholies Zaini
NIP. 130 355 372

RINGKASAN PENELITIAN

Judul Penelitian : RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR GULA DIGITAL
DENGAN MODEL KAPASITOR KEPING SEJAJAR

Ketua Peneliti : Tri Anggono Prijo

Anggota Peneliti : 1. Tokok Ardianto
2. Supadi
3. Sami'an
4. Sistojo Pramudiswojo

Fakultas/Puslit : MIPA Universitas Airlangga

Sumber Biaya : DANA RUTIN Universitas Airlangga
SK Rektor Nomor : 6128/J03/PL/1998
Tanggal 24 Agustus 1998

Salah satu cara pengukuran kadar gula adalah menggunakan polarimeter. Namun selain kurang praktis pengukuran ini juga menyulitkan upaya otomatisasi.

Pengukuran kadar gula dengan model kapasitor keping sejajar dilakukan dengan menganggap larutan gula sebagai bahan dielektrik, yang akan memperbesar nilai kapasitansi kapasitor tersebut.

Karena nilai tetapan dielektrik larutan gula bergantung pada kadar gulanya, maka kadar gula dapat ditentukan dengan mengukur nilai kapasitansinya.

Penelitian ini bertujuan mewujudkan alat ukur kadar gula digital dengan model kapasitor keping sejajar, mencakup upaya pemecahan permasalahan meliputi :

1. Bagaimana membuat sensor kapasitor keping sejajar sebagai pengukur kadar gula ?
2. Bagaimana membuat rancangan alat pengukur kapasitansi ?
3. Bagaimana linieritas hubungan antara kadar gula terhadap nilai kapasitansi terukur ?

Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan serangkaian urutan langkah meliputi perancangan dan perwujudan alat secara elektro digital, uji coba alat, dan analisis data.

Dari hasil kalibrasi dengan menggunakan LCR-meter type AG-4311 buatan ANDO Electric, menunjukkan adanya kesesuaian hasil pengukuran kedua alat tersebut. Hal ini didukung oleh

hasil uji statistik yang dilakukan.

Untuk mengetahui hubungan antara kapasitansi terhadap kadar gula larutan, dilakukan pengukuran nilai kapasitansi beberapa larutan dengan kadar gula bervariasi.

Dari hasil analisis regresi linier, diperoleh persamaan linier yang menyatakan hubungan antara kapasitansi terhadap kadar gula larutan. Secara matematis hubungan tersebut dinyatakan sebagai :

$$Y = 15,97 X + 1390$$

dengan Y : nilai kapasitansi terukur (pF)

X : kadar gula larutan (gram/liter).

Karena hasil pengukuran yang ditampilkan masih berupa nilai kapasitansi, perlu dilakukan penyempurnaan alat sedemikian hingga dapat menampilkan nilai kadar gula sebenarnya. Selain itu penyempurnaan juga dapat dilakukan dengan variasi bentuk dan ukuran sensor sehingga memiliki ketelitian yang lebih baik lagi.

Alat ini diharapkan juga dapat digunakan untuk menentukan kadar larutan lain.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena karunia-Nya, penelitian ini dapat terlaksana.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Lembaga Penelitian Universitas Airlangga yang mengusahakan dana penelitian ini, juga rekan-rekan sejawat di Fakultas MIPA Unair.

Penulis melakukan penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bidang instrumentasi dan biofisika di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Airlangga.

Kritik dan saran yang membangun selalu terbuka demi kesempurnaan penelitian dan tulisan ini.

Surabaya, Februari 1999

Penulis

BAB 3 : METODE PENELITIAN	23
3.1. Perancangan dan Perwujudan Alat	23
3.1.1. Perancangan Alat	23
3.1.2. Perwujudan Alat	23
3.2. Kalibrasi Alat	30
3.3. Prosedur Pengambilan Data	31
3.3.1. Persiapan Bahan Uji	32
3.3.2. Persiapan Alat	32
3.3.3. Prosedur Percobaan	33
BAB 4 : HASIL PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA	35
4.1. Hasil Pengamatan	35
4.2. Analisis Data	36
4.2.1. Analisis Data Untuk Proses Kalibrasi Alat	36
4.2.2. Analisis Hubungan Kapasitansi Terhadap Kadar Gula	38
4.3. Pembahasan	41
BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Tabel Kebenaran IC CD 4026	20
Tabel 4.1 : Nilai kapasitansi kapasitor dengan bahan penyekat udara dan aquadest	35
Tabel 4.2 : Hubungan antara kapasitansi dan kadar gula	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 :Diagram blok alat	10
Gambar 2.2 : Rangkaian Osilator RC	11
Gambar 2.3 : Rangkaian osilator kristal	12
Gambar 2.4 : Diagram waktu pencacahan biner 4 bit	14
Gambar 2.5 : Rangkaian pembagi frekuensi	15
Gambar 2.6 : Rangkaian Pengatur Gate	18
Gambar 2.7 : Pencacah dan peraga 7-segmen	19
Gambar 2.8 : Rangkaian penghapus nol	22
Gambar 3.1 : Rangkaian lengkap alat ukur kadar gula	24
Gambar 3.2 : Tata jalur dan tata letak komponen PCB-1	26
Gambar 3.3 : Tata jalur dan tata letak komponen PCB-2	27
Gambar 3.4 : Tata jalur dan tata letak komponen PCB-3	28
Gambar 3.5 : Foto alat ukur kadar gula digital	29
Gambar 3.6 : Diagram blok kalibrasi alat	31
Gambar 3.7 : Diagram blok susunan alat percobaan	32

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Pada umumnya pengukuran kadar gula larutan dapat dilakukan dengan menggunakan polarimeter. Selain kurang praktis metode pengukuran ini juga sulit digunakan untuk sarana otomatisasi pengaturan kadar gula yang diinginkan.

Pengukuran kadar gula dalam bidang medis sering dilakukan dengan menggunakan pereaksi-pereaksi kimia, sehingga metode ini relatif mahal dan menghasilkan limbah berupa bahan-bahan kimia.

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun alat ukur kadar gula berdasarkan nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar. Larutan gula digunakan sebagai bahan dielektrik kapasitor keping sejajar, yang berfungsi untuk menaikkan nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar.

Nilai tetapan dielektrik larutan gula bergantung pada konsentrasi atau kadar gula larutan. Perubahan nilai kadar gula larutan menyebabkan perubahan nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar, sehingga kapasitor keping sejajar dapat berfungsi sebagai sensor kadar gula larutan.

Perubahan nilai kapasitansi yang dideteksi oleh sensor kapasitif akan menyebabkan perubahan nilai frekuensi rangkaian osilator dan nilai frekuensi ini dibandingkan dengan nilai frekuensi osilator acuan. Perbandingan nilai frekuensi kedua osilator selanjutnya ditampilkan pada peraga digital sebagai tampilan akhir yang menunjukkan nilai kapasitansinya.

Selain menampilkan nilai kapasitansi alat ukur tersebut juga memiliki keluaran berupa pulsa listrik dengan periode sebanding dengan konstanta dielektrik larutan yang diukur. Hal ini memungkinkan dilakukannya pengaturan kadar gula secara otomatis berdasarkan perubahan periode atau frekuensi pulsa.

Dengan rekayasa bentuk dan ukuran keping-keping sejajar dimungkinkan dilakukan pengukuran secara kontinyu yang sangat penting artinya dalam proses pengaturan kadar gula yang diinginkan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat sensor kapasitor keping sejajar agar dapat berfungsi sebagai pengukur kadar gula larutan ?

2. Bagaimana membuat rancangan alat ukur kadar gula berdasarkan nilai kapasitansi sensor kapasitor keping sejajar ?
3. Sejauh mana hubungan linearitas antara kadar gula dan nilai kapasitansi ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan membuat alat ukur kadar gula larutan dengan metode kapasitor keping sejajar yang memiliki kriteria sebagai :

1. menggunakan komponen yang mudah didapat dan relatif murah harganya
2. menggunakan tampilan digital untuk memudahkan pembacaan hasil pengukuran
3. memiliki ketelitian yang memadai
4. hemat energi listrik, sehingga murah pengoperasiannya

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan berhasilnya penelitian ini berupa terwujudnya alat ukur kadar gula larutan yang sederhana, praktis dan murah, diharapkan dapat digunakan sebagai batu loncatan untuk melakukan pengukuran bahan yang lebih kompleks.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kapasitor Keping Sejajar

Kapasitor keping sejajar merupakan dua keping penghantar atau konduktor yang dipasang sejajar dan diberi muatan berlainan jenis. Besarnya kapasitansi adalah perbandingan antara besar muatan suatu penghantar (Q) dengan beda potensial antara kedua penghantar (V). Secara matematik nilai kapasitansi dapat dituliskan sebagai :

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.1)$$

Besarnya kapasitansi menunjukkan kemampuan kapasitor menyimpan muatan apabila diberikan tegangan listrik tertentu. Jadi semakin tinggi nilai kapasitansinya semakin besar pula kemampuannya menyimpan muatan listrik.

Kapasitansi kapasitor keping sejajar bergantung pada jarak (d), luas penampang keping (A), dan permitivitas bahan penyekat di antara kedua keping logam (ϵ), yang secara matematik dituliskan sebagai :

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \quad (2.2)$$

Jika penyekatnya berupa udara dengan permitivitas

Dari persamaan tersebut tampak bahwa adanya bahan dielektrik pada kapasitor keping sejajar dapat memperbesar nilai kapasitansi kapasitor yang bersangkutan. Dengan demikian bahan dielektrik bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan menyimpan muatan listrik kapasitor keping sejajar.

$$C = k C_0 \quad (2.6)$$

atau

$$C = k \epsilon_0 \frac{d}{A} \quad (2.5)$$

dielektrik k dapat ditulis sebagai bahan penyekat yang memiliki permitivitas ϵ dan tetapan dielektrik k dapat ditulis sebagai :

$$\epsilon = k \epsilon_0 \quad (2.5)$$

atau

$$k = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (2.4)$$

udara (ϵ_0) secara matematik ditulis sebagai :
Tetapan dielektrik (k) yang merupakan nisbah antara permitivitas bahan penyekat (ϵ) terhadap permitivitas

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{d}{A} \quad (2.3)$$

(ϵ_0) maka nilai kapasitansinya adalah

Karena tetapan dielektrik gula berbeda dengan tetapan dielektrik air, maka tetapan dielektrik larutan gula bervariasi terhadap kadar gula larutan tersebut. Perubahan nilai tetapan dielektrik terhadap kadar gula akan menyebabkan terjadinya perubahan nilai kapasitansi

$$C_g = k_g C_o \quad (2.6)$$

Selanjutnya bila kapasitor keping sejajar dicelupkan ke dalam larutan gula yang memiliki tetapan dielektrik k_g maka nilai kapasitansinya adalah :

$$C_a = k_a C_o \quad (2.5)$$

Bila kapasitor keping sejajar tersebut dicelupkan ke dalam air yang memiliki tetapan dielektrik k_a maka nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar adalah :

Kapasitor keping sejajar yang terbuat dari dua keping logam dengan luas penampang A dipasang sejajar berjarak d . Dalam keadaan awal di antara kedua keping berisi udara, sehingga nilai kapasitansi dari kapasitor keping sejajar adalah C_o yang berbanding lurus terhadap luas penampang dan berbanding terbalik terhadap jarak. Karena luas dan jaraknya tetap maka nilai kapasitansinya hanya bergantung pada jenis bahan yang terdapat di antara kedua keping.

Larutan

2.2. Kapasitor Keping Sejajar Sebagai Pengukur Kadar Gula

kapasitor keping sejajar. Berdasarkan prinsip ini kadar gula larutan dapat ditentukan dengan mengukur nilai kapasitansi sensor keping sejajar yang tercelup dalam larutan gula tersebut.

Untuk menghindari terjadinya kesalahan pengukuran nilai kapasitansi sebagai akibat perubahan nilai konduktansi larutan gula terhadap kadar gula, perlu dilakukan pelapisan dengan bahan isolator pada permukaan kedua keping logam yang digunakan.

Dalam pemilihan isolator selain mempertimbangkan ketahanan bahan pelapis terhadap larutan uji, kemudahan proses pelapisan mutlak diperhitungkan. Hal ini disebabkan lapisan tersebut harus diusahakan tipis dan rata, sehingga tidak mengganggu nilai kapasitansi keseluruhannya.

2.3. Diagram Blok Alat Ukur Kadar Gula Digital

Untuk mengukur kadar gula larutan dengan metode kapasitor keping sejajar digunakan dua keping logam yang dipasang sejajar. Di antara kedua keping logam diletakkan larutan gula yang berfungsi sebagai bahan dielektrik kapasitor tersebut. Perbedaan kadar gula untuk masing-masing larutan mengakibatkan perbedaan nilai konstanta dielektrik sehingga terjadi perbedaan nilai

kapasitansi kapasitor keping sejajar.

Salah satu cara pengukuran nilai kapasitor adalah menggunakan rangkaian osilator RC. Rangkaian osilator RC memiliki periode pulsa keluaran yang sebanding dengan nilai kapasitansi dan resistansi atau lebih dikenal dengan tetapan waktu RC, atau frekuensi keluarannya berbanding terbalik dengan tetapan RC tersebut.

Bila nilai resistansinya dibuat tetap maka nilai kapasitansinya dapat ditentukan dengan mengukur besarnya periode atau frekuensi keluaran osilator tersebut. Namun mengingat kesebandingan antara kapasitansi terhadap periode pulsa keluaran maka seyogyanya dipilih pengukuran nilai periode pulsa tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut maka pengukuran kadar gula larutan dapat ditentukan dengan mengukur periode pulsa osilator RC yang menggunakan sensor keping sejajar sebagai bagian kapasitornya.

Untuk mengetahui besarnya periode pulsa keluaran osilator RC dapat digunakan rangkaian pencacah. Pulse keluaran osilator RC ini berfungsi sebagai penentu lebar pintu cacah, yakni yang menentukan dimulai dan diakhirinya proses pencacahan.

Adapun sebagai sumber pulsa cacah adalah osilator acuan. Osilator acuan merupakan penentu waktu dasar, sehingga dituntut memiliki periode dan frekuensi pulsa keluaran yang stabil. Untuk memperoleh hasil yang lebih teliti sebagai osilator acuan digunakan osilator kristal yang memiliki kestabilan frekuensi keluaran lebih baik dibanding osilator RC.

Ada dua cara untuk meningkatkan ketelitian hasil pengukuran, yakni dengan memperbesar nilai periode osilator RC sebagai alternatif pertama atau memperkecil nilai periode osilator acuan sebagai alternatif kedua. Namun karena ada batas atas frekuensi keluaran rangkaian osilator, maka lebih baik dipilih alternatif pertama, yang dilakukan dengan menggunakan rangkaian pembagi frekuensi atau pengali periode pulsa keluaran osilator RC.

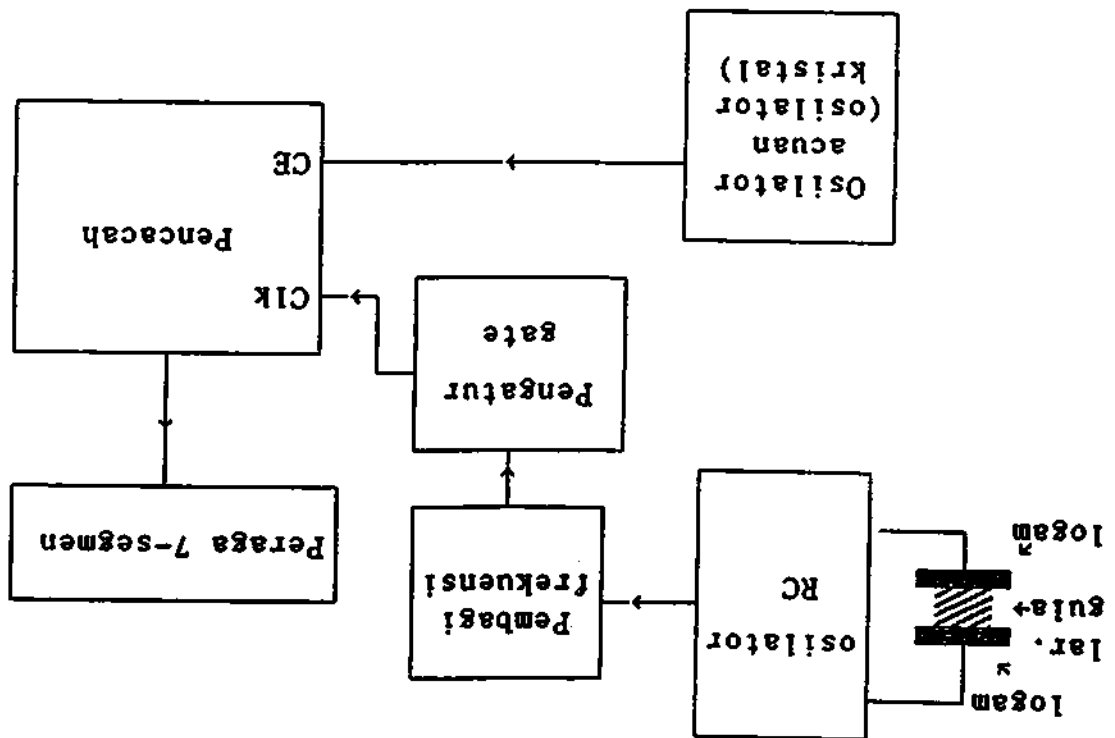
Jumlah cacahan merupakan perbandingan antara periode pulsa keluaran pembagi frekuensi terhadap periode osilator acuan ditampilkan secara digital berupa 7 buah peraga 7-segmen. Angka yang ditampilkan tersebut adalah merupakan nilai kapasitansi yang terukur.

Nilai kapasitansi terukur yang ditampilkan peraga digital tersebut memiliki ketelitian 0,1 pF (*pico farad*). Karena terdapat 7 digit, maka nilai pengukuran maksimal

Osilator merupakan pembangkit isyarat listrik dengan bentuk gelombang dan frekuensi tertentu. Dalam rangkaian digital osilator memiliki keluaran berbentuk gelombang persegi dan berfungsi sebagai penentu waktu dasar (time base). Rangkaian osilator yang dibuat dari pintu logika

2.4. Osilator RC

Gambar 2.1 : Diagram blok Alat



Gambar 2.1.

Untuk memudahkan proses perancangan alat disusun diagram blok alat ukur kadar gula seperti ditunjukkan pada

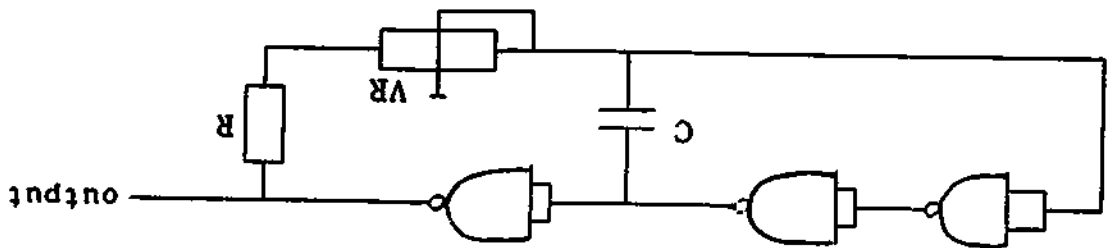
adalah berorde μF (mikro farad).

dasar, oleh karena itu dituntut memiliki kestabilan dan
 Rangkaian osilator acuan merupakan penentu waktu

2.5. Rangkaian Osilator Kristal

tidak mudah berubah.
 posisi VR dapat dikunci, sehingga frekuensi keluarannya
 diperoleh nilai frekuensi atau periode yang dikehendaki
 yang dihasilkan dapat diatur dengan mudah. Setelah
 dipasang resistor variabel, sehingga nilai tetapan waktu
 Untuk memudahkan pengaturan frekuensi pulsa keluaran

Gambar 2.2 : Rangkaian osilator RC

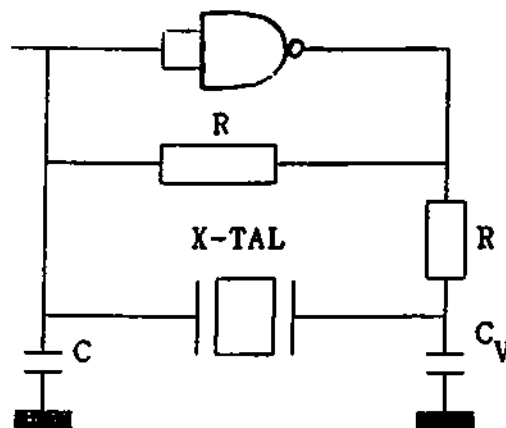


terlalu tinggi kestabilannya.
 digunakan, namun pada umumnya osilator jenis ini tidak
 osilator RC sangat bergantung pada kualitas R dan C yang
 lebih kecil dari 22 k Ω . Kestabilan frekuensi keluaran
 digunakan. Nilai R yang dianjurkan adalah tidak boleh
 keluaran osilator RC ini sebanding dengan nilai RC yang
 terbalik dengan hasil kali R dan C, atau periode pulsa
 gambar 2.2. Besarnya frekuensi osilator dibandingkan
 Nand beserta komponen pasif R dan C ditunjukkan pada

ketelitian tinggi.

Karena frekuensi yang dihasilkan osilator harus memiliki nilai yang stabil, maka digunakan osilator kristal yang frekuensi isyarat keluarannya dikontrol oleh kristal. Frekuensi yang dikontrol oleh kristal piezoelectric lebih stabil dibanding kapasitor biasa (Millman-Halkias, 1972).

Osilator kristal dibuat dari pintu logika Nand yang rangkaianannya ditunjukkan oleh gambar 2.3.



Gambar 2.3 : Gambar rangkaian osilator kristal

(Millman-Halkias, 1972)

Untuk memudahkan proses pengaturan frekuensi keluaran secara tepat dapat dilakukan dengan mengatur kapasitor variabel sedemikian hingga frekuensinya tepat sama dengan frekuensi yang dikehendaki. Pengukuran frekuensi keluaran dilakukan dengan Frekuensi-meter.

2.6. Rangkaian Pembagi Frekuensi

Seperti telah dijelaskan pada sub bab 2.3, bahwa untuk meningkatkan ketelitian hasil pengukuran lebih menguntungkan bila digunakan rangkaian pembagi frekuensi, yang berfungsi memperbesar periode pulsa keluaran osilator RC, sebagai fungsi nilai kapasitansi terukur.

Dalam penelitian ini pembagi frekuensi yang dibutuhkan adalah pembagi desimal dan pembagi biner. Sebagai pembagi desimal digunakan pencacah desimal yang terdapat pada IC CD 4518, dan pembagi binernya menggunakan pencacah biner yang terdapat pada IC CD 4520.

IC CD 4520 (dual 4 bit binary counter) terdiri dari dua buah pencacah biner yang masing-masing memiliki sebuah masukan clock (Clk), sebuah clock enable (CE), masukan asinkron reset (R), dan memiliki 4 keluaran berturut-turut adalah Q_0 , Q_1 , Q_2 , dan Q_3 , masing-masing merupakan bit ke-0, ke-1, ke-2, dan ke-3. Keempat keluaran ini membentuk bilangan biner dari 0000 hingga 1111 yang sesuai dengan bilangan desimal dari 0 hingga 16. Pulsa-pulsa setiap keluaran memiliki duty cycle sebesar 50 %.

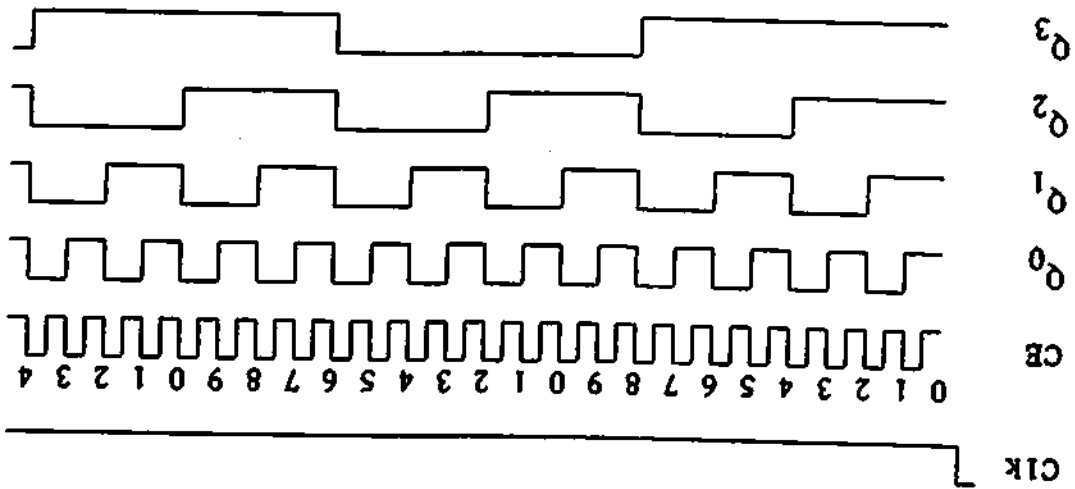
Masukan Clk dan CE bersifat komplementer. Pencacahan berlangsung bila pulsa masukan pada CE berada pada transisi 1 ke 0 (pemicuan sisi negatif) dan Clk = 0, atau

IC CD 4518 (dua) 4 bit decade counter) terdiri dari dua buah pencacah dekade yang masing-masing memiliki sebuah masukan clock (Cik), sebuah masukan clock enable (CE), sebuah masukan asinkron reset (R), dan 4 buah

2, 4, 8, dan 16 ditunjukkan oleh gambar 2.5a. merupakan pembagi 4, 8, dan 16. Gambar rangkaian pembagi Q_0 disebut sebagai pembagi-2. Selanjutnya Q_1 , Q_2 , dan Q_3 pulsa masukan atau frekuensinya $\frac{1}{2}$ frekuensi masukan, maka pada CE. Periode pulsa keluaran Q_0 adalah dua kali periode berlangsung bila masukan Cik berlevel-0 dan pulsa masukan Dari diagram waktu pencacahan tampak bahwa pencacahan

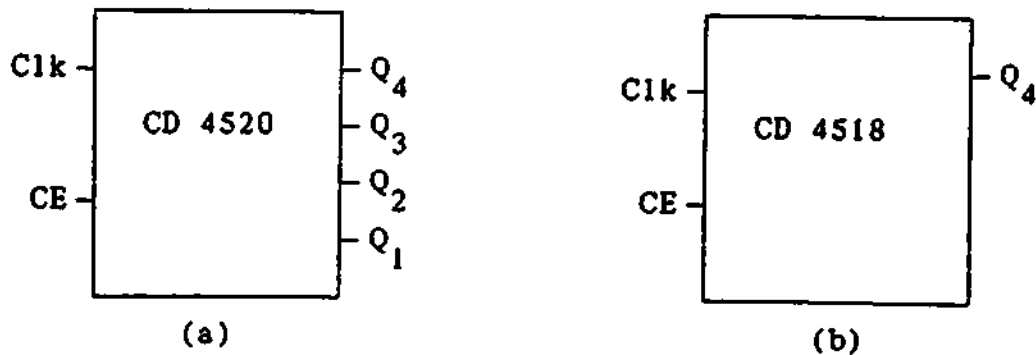
(sumber : ---.CMOS Data Book)

Gambar 2.4 : Diagram waktu pencacah biner 4 bit



biner 4 bit ditunjukkan oleh gambar 2.4. (pemicuan sisi positif) dan CE = 1. Diagram waktu pencacah pulsa masukan pada Cik berada pada transisi 0 ke 1

keluaran berturut-turut adalah Q_0 , Q_1 , Q_2 , dan Q_3 , yang masing-masing merupakan bit ke-0, ke-1, ke-2, dan ke-3. Keempat keluaran ini membentuk biner dari 0000 sampai dengan 1001 yang sesuai dengan bilangan desimal dari 0 sampai dengan 9. Pencacah desimal ini berfungsi sebagai pembagi-10 bila masukan CE = 0, pulse masukan diberikan pada masukan Clk, dan keluarannya diambil pada Q_3 . Gambar rangkaian pembagi-10 ditunjukkan oleh gambar 2.5b.



Gambar 2.5 : (a) Pembagi biner 4 bit
(b) pembagi 10

2.7. Pengatur Gate

Rangkaian pengatur gate pada hakikatnya berfungsi sebagai penentu berlangsung tidaknya proses pencacahan pulsa rangkaian pencacah. Keluaran pengatur gate inilah yang mengendalikan proses pencacahan. Bila keluaran pengatur gate berlevel-1 maka pencacahan berlangsung.

dan sebaliknya bila berlevel-0 maka cacahan berhenti.

Karena lamanya pencacahan ditentukan oleh periode pulsa keluaran osilator RC setelah melalui rangkaian pembagi frekuensi, maka masukan pengatur gate tampaknya dapat langsung digunakan sebagai penentu awal dan akhir pencacahan. Namun karena sifat pulsa keluaran osilator tersebut adalah periodik, maka hubungan langsung tersebut akan mengakibatkan terjadinya proses mencacah selama setengah periode dan berhenti mencacah pada setengah periode berikutnya. Pergantian ini berlangsung terus-menerus secara periodik. Akibatnya jumlah cacahan makin lama akan semakin bertambah. Untuk menghindari pertambahan jumlah cacahan antara periode pulsa, maka pada awal pencacahan sekaligus dilakukan pengaktifan Reset, sehingga pada awal cacahan periode berikutnya mulai dari 0 lagi.

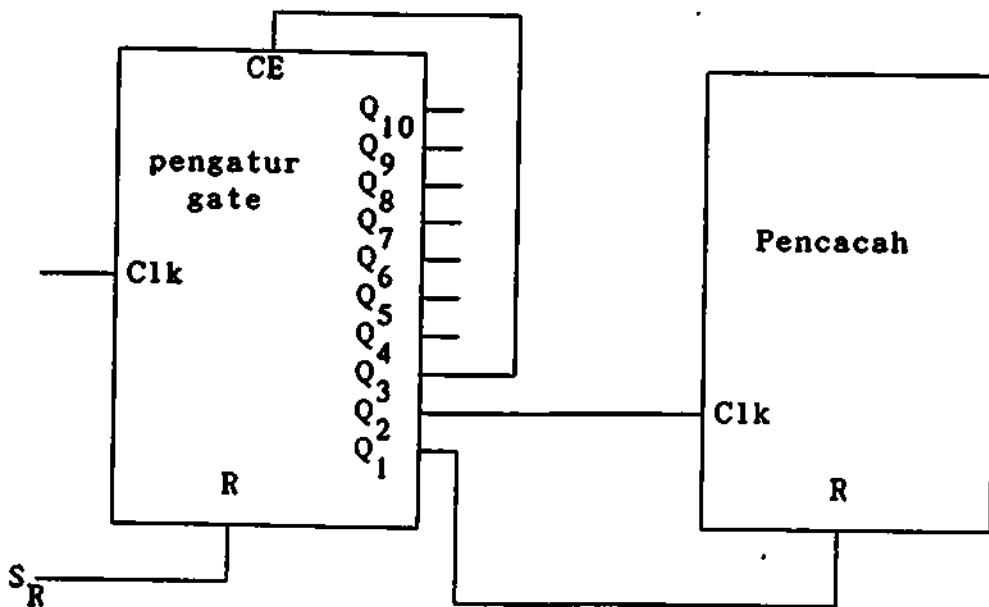
Kelemahan lain hubungan langsung tersebut adalah bahwa kita dapat mengamati hasil cacahan ketika proses pencacahan berhenti, hal ini berlangsung selama setengah periode, selanjutnya pada setengah periode berikutnya pengamatan tidak dapat dilakukan karena sedang berlangsung proses pencacahan.

Bila ingin dapat mengamati cukup leluasa maka periode harus besar, hal ini mengakibatkan proses pencacahan

menjadi cukup lama, sebaliknya bila waktu pencaahan dipersingkat maka waktu pengamatanpun menjadi singkat.

Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan usaha membuat perbandingan antara pulsa aktif dan pasif rangkaian pengatur gate tidak 1 : 1, melainkan 9 : 1. Nilai perbandingan ini harus selalu tetap, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan rangkaian pembagi 10 dengan 10 terminal keluaran yang aktif secara bergantian.

Ketika pulsa ke-1 masuk keluaran-1 aktif dan keluaran lainnya pasif, bila pulsa ke-2 masuk keluaran-2 aktif yang lain pasif, demikian seterusnya. Jadi bila diambil salah satu keluaran sebagai penentu aktifnya pencacahan, maka selama 1 periode pulsa terjadi pencacahan dan selama 9 periode pulsa berikutnya pencacahan berhenti, sehingga menambah keleluasaan kita membaca data hasil pengukuran. Adapun gambar rangkaian pengatur gate ditunjukkan oleh gambar 2.6.



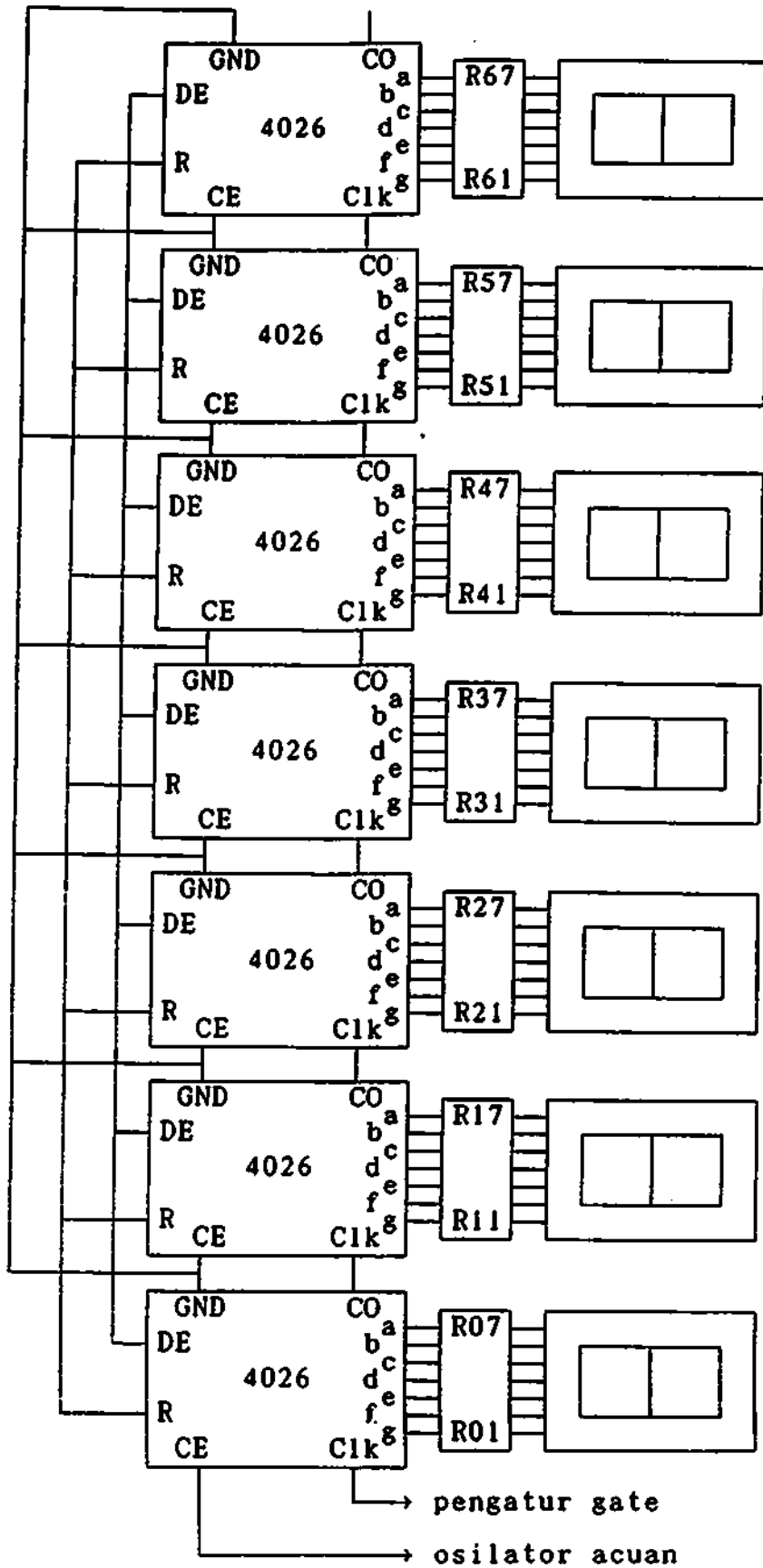
Gambar 2.6 : Rangkaian Pengatur Gate

2.2.7. Rangkaian pencacah dan peraga 7-segmen berpenghapus nol

Rangkaian pencacah dan peraga 7-segmen terdiri atas 7 buah peraga 7-segmen katode bersama (*common cathode*), dan 7 buah IC CD 4026 (*decade counter with 7-segment decoded output*), seperti ditunjukkan oleh gambar 2.7.

Peraga 7-segmen katode bersama akan menyala bila masukan display enable (DE) berlevel-1.

Bila masukan clock (Clk) digunakan sebagai pengatur lebar pintu cacah dan sumber pulsa cacah dihubungkan dengan masukan clock enable (CE) maka pencacahan akan berlangsung ketika Clk berlevel-1.



Gambar 2.7 : Gambar Pencacah Peraga 7-segmen

Antara masukan Clk dan CE bersifat komplementer. Pencacah (*counter*) akan mencacah melalui masukan Clk bila CE berada pada level-0 atau melalui masukan CE bila Clk=1. Masukan Clk bersifat trigger sisi positif sedangkan CE bersifat trigger sisi negatif (*Lancaster, 1976*).

Tabel kebenaran IC CD 4026 ditunjukkan oleh tabel 2.1.

Tabel 2.1. : Tabel Kebenaran IC CD 4026

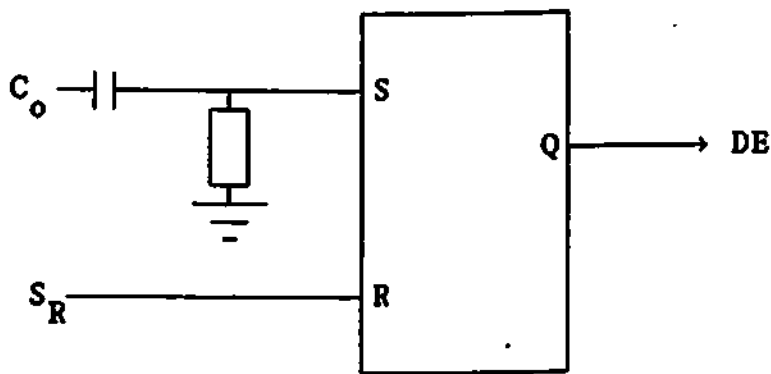
R	DE	Clk	CE	K E A D A A N	
				PENCACAHAN	PERAGA 7-SEGMENT
1	x	x	x	Reset	-
x	0	x	x	-	Mati
0	1	0	0	Tidak	Hidup
0	1	0	1	Tidak	Hidup
0	1	1	0	Tidak	Hidup
0	1	1	1	Tidak	Hidup
0	1	\downarrow	0	Ya	Hidup
0	1	\uparrow	1	Tidak	Hidup
0	1	0	\downarrow	Tidak	Hidup
0	1	1	\downarrow	Ya	Hidup

(*Lancaster, 1976*)

Peraga 7-segmen menampilkan hasil cacahan dalam bentuk angka desimal. Angka desimal yang ditampilkan adalah 7 digit, dengan digit terendah menunjukkan angka sepersepuluh. Untuk menyalakan tanda titik digunakan resistor yang menghubungkan titik h 7-segmen digit satuan dengan catu daya positif (V_{cc}) melalui sebuah resistor.

Tampilan angka desimal tampak tidak baik bila terdapat angka nol di depan angka satuan atau puluhan yang tidak bermakna. Untuk memperbaiki tampilan tersebut diperlukan rangkaian penghapus nol dengan memanfaatkan masukan display enable (DE) pada IC 4026. Rangkaian penghapus nol berupa rangkaian half TIRS seperti ditunjukkan oleh gambar 2.8.

Masukan S yang bersifat *trigger input* dihubungkan dengan keluaran IC 4026 digit yang lebih kecil, masukan R dihubungkan langsung dengan jalur reset, dan keluarannya dihubungkan dengan masukan display enable (DE) IC 4026 digit yang lebih besar.



Gambar 2.8 : Rangkaian penghapus nol

Pada saat reset berlevel-1 dan keluaran IC CD 4026 juga berlevel-1, sehingga latch R-S berada pada keadaan terlarang. Tetapi karena masukan S bersifat triggered input maka keadaan terlarang hanya berlaku sesaat. Setelah itu masukan R akan menentukan keluaran TIRS latch menjadi berlevel-0.

Setelah jalur reset berlevel 0 dan IC CD 4026 digit satuan menjalani hitungan sampai 9 maka keluarannya akan berlevel-1. Hal ini membuat keluaran Q juga berlevel-1 sehingga IC 4026 digit puluhan hidup dan peraga 7-segmen digit puluhan akan menyala terus, kecuali bila dilakukan reset.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini yang bertujuan menghasilkan alat ukur kadar gula digital dengan urutan langkah meliputi perancangan dan perwujudan alat, kalibrasi alat, proses pengambilan data percobaan, dan analisis hasil percobaan.

Penelitian dilakukan di Lab. Biofisika dan Lab. Fisika Instrumentasi, Jurusan Fisika, FMIPA UNAIR.

3.1. Perancangan dan Perwujudan Alat

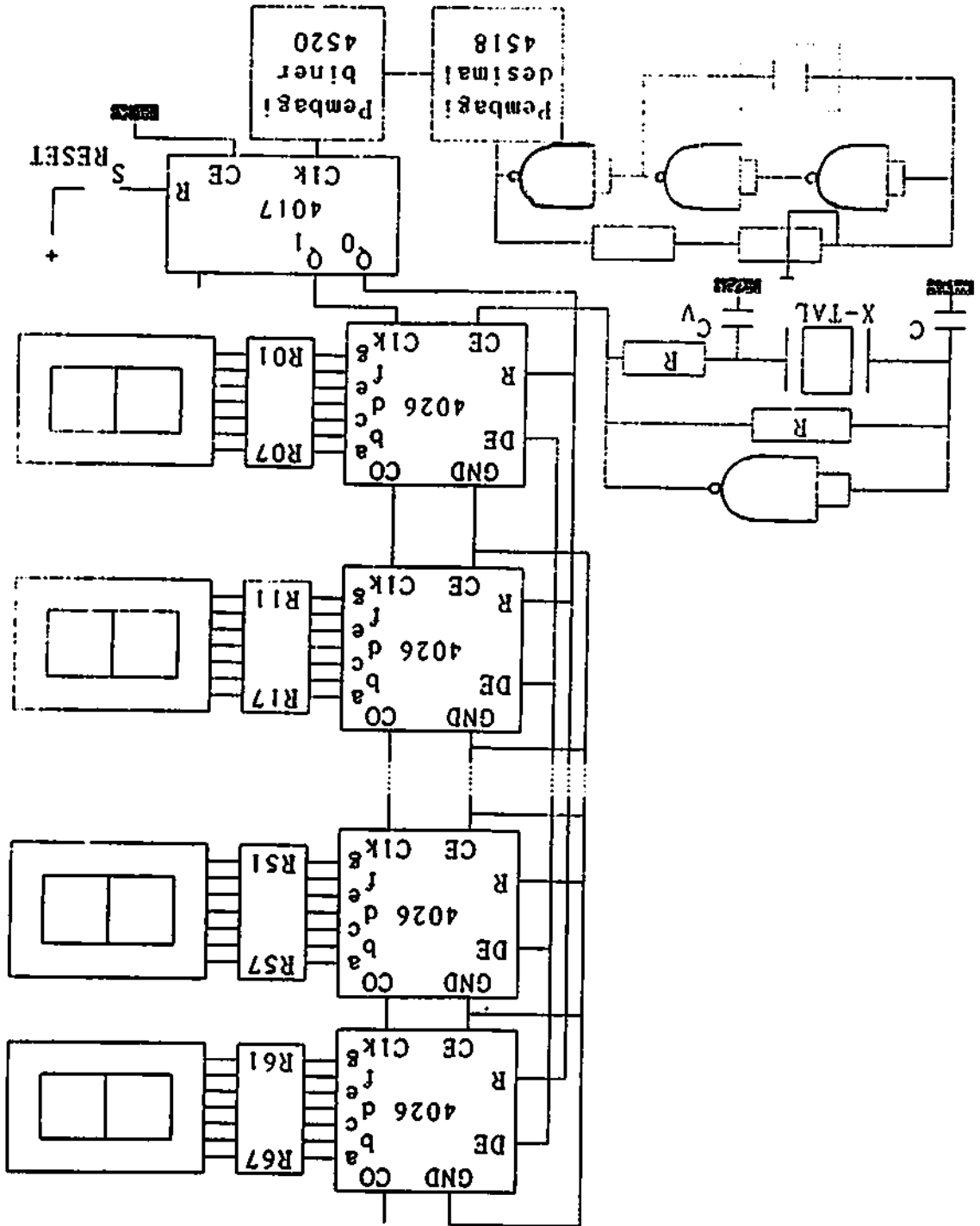
3.1.1. Perancangan Alat

Dalam bab 2 telah dibahas landasan teori perancangan alat ukur kadar gula digital. Berdasar atas pertimbangan komponen yang ada di pasaran dan penekanan jumlah komponen seminimal mungkin, dapat disusun rangkaian lengkap alat seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.

3.1.2. Perwujudan Alat

Setelah diketahui rangkaian lengkap sebagai hasil perancangan, langkah selanjutnya adalah membuat tata jalur dan tata letak komponen elektronika dengan mengacu pada rangkaian lengkap tersebut.

Gambar 3.1 : Gambar Rangkaian Lengkap Alat Ukur Kadar Gula



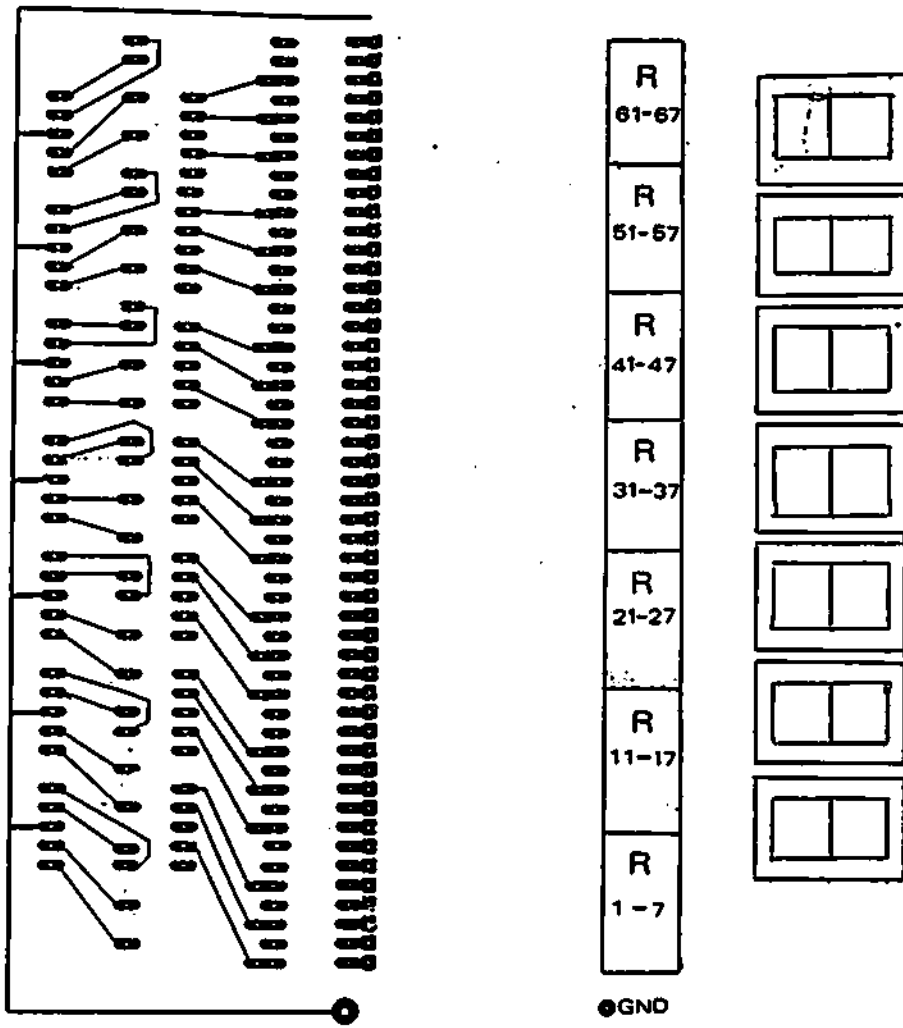
Berdasarkan alasan praktis, tata jalur dan tata letak komponen elektronika alat ukur kadar gula digital dirakit dalam tiga buah papan tercetak atau lebih dikenal dengan istilah PCB, masing-masing terdiri atas :

PCB-1 : berisi rangkaian peraga 7-segmen.

PCB-2 : berisi rangkaian pencacah desimal

PCB-3 : meliputi rangkaian osilator , pembagi frekuensi,

Adapun tata jalur dan tata letak komponen elektronika untuk masing-masing PCB ditunjukkan oleh gambar 3.2. untuk PCB-1, gambar 3.3 untuk PCB-2, dan gambar 3.4 untuk PCB-3.



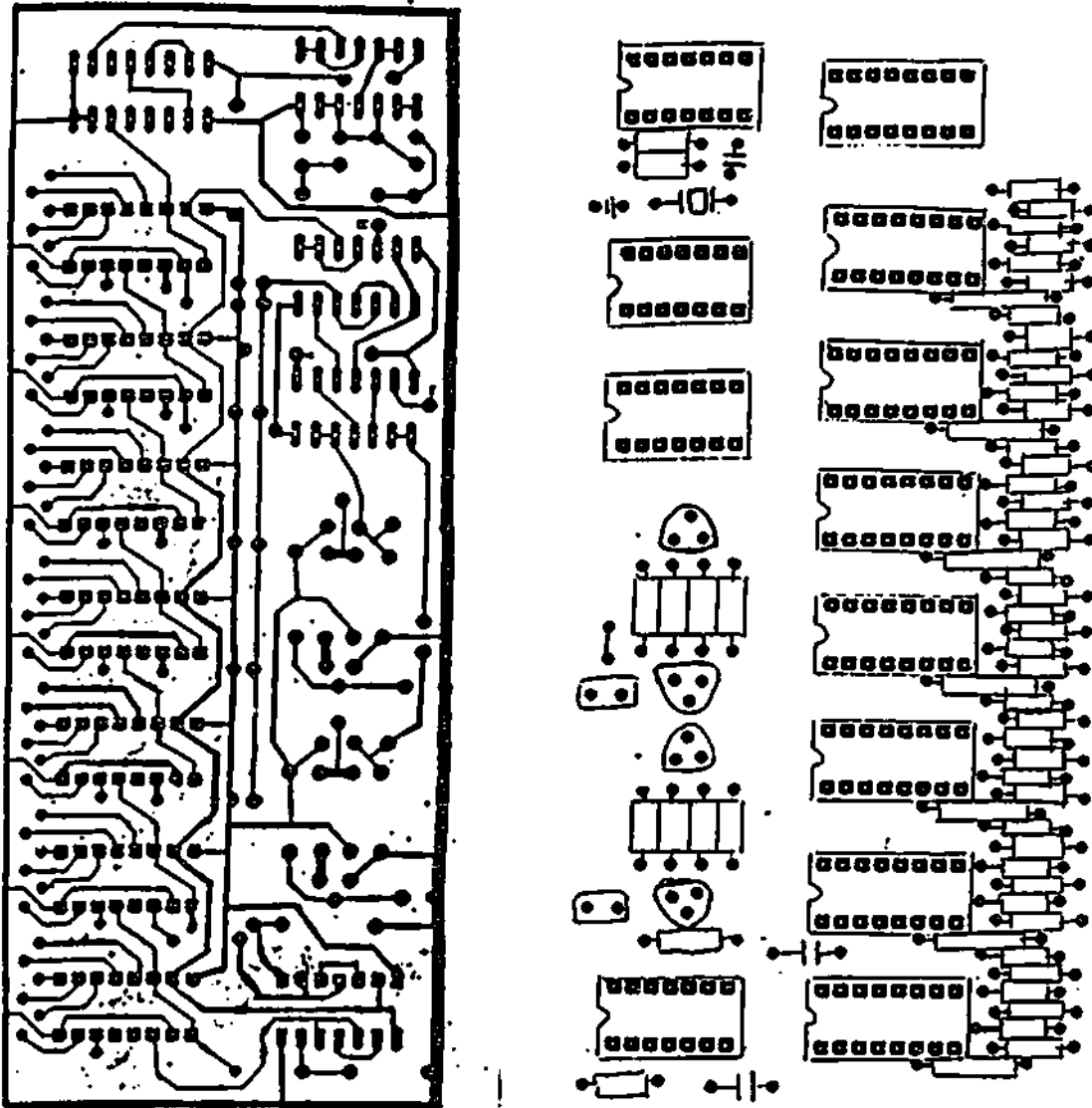
(a)

(b)

Gambar 3.2 : Tata jalur dan tata letak komponen elektronika untuk PCB-1

(a) tata jalur

(b) tata letak komponen elektronika



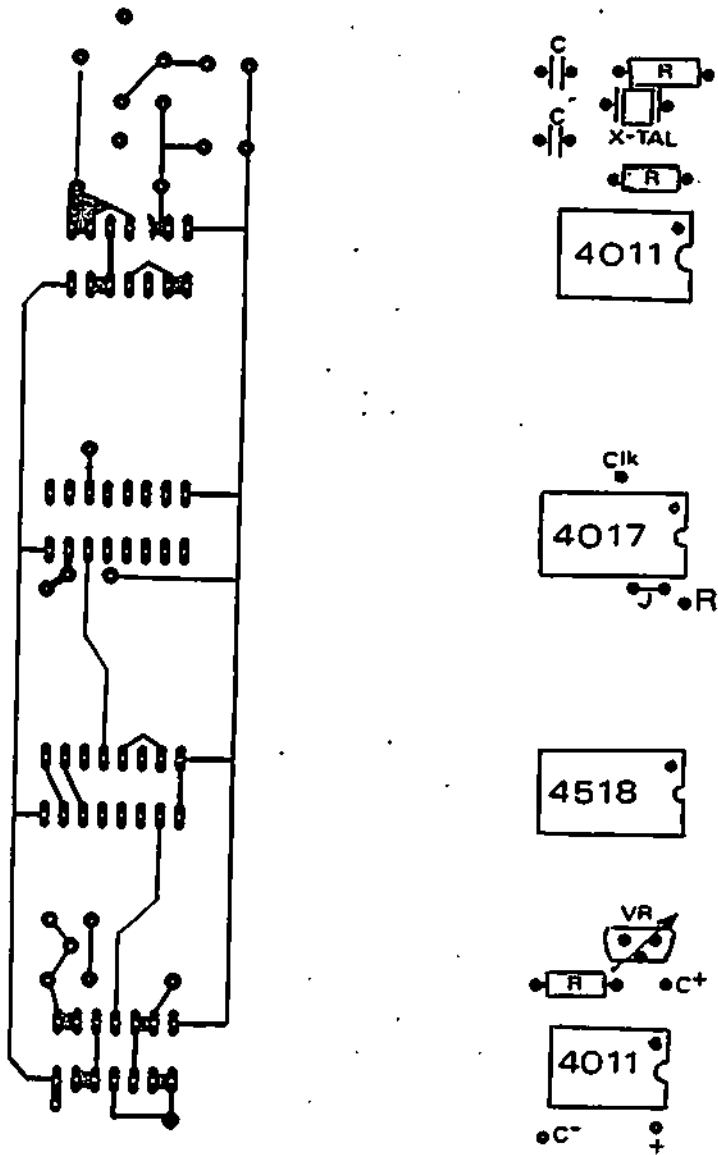
(a)

(b)

Gambar 3.3 : Tata jalur dan tata letak komponen elektronika untuk PCB-2

(a) tata jalur

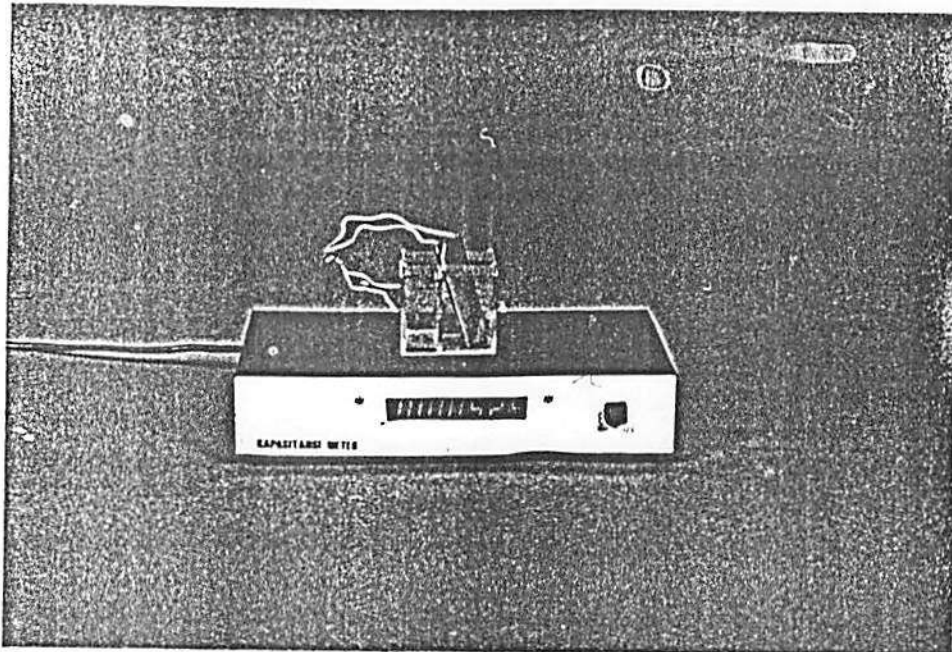
(b) tata letak komponen elektronika



Gambar 3.4 : Tata jalur dan tata letak komponen PCB-3

Setelah tata jalur tersebut tercetak pada PCB dilakukan proses perakitan alat. Semua komponen dipasang pada PCB sesuai dengan tata letak komponen yang dibuat.

Hasil rakitan kemudian dikemas dalam kotak yang sesuai untuk keamanan dan kemudahan pengoperasian alat. Alat ukur kapasitansi hasil perakitan yang siap digunakan dalam pengujian alat ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 : Foto Alat Ukur Kadar Gula Digital

Adapun sensor kapasitor keping sejajar dibuat dari dua keping logam (tembaga) pada PCB dirakit sedemikian dan pada permukaan luar logam diberi lapisan isolator untuk mencegah adanya pengaruh konduktansi larutan.

3.2. Kalibrasi Alat

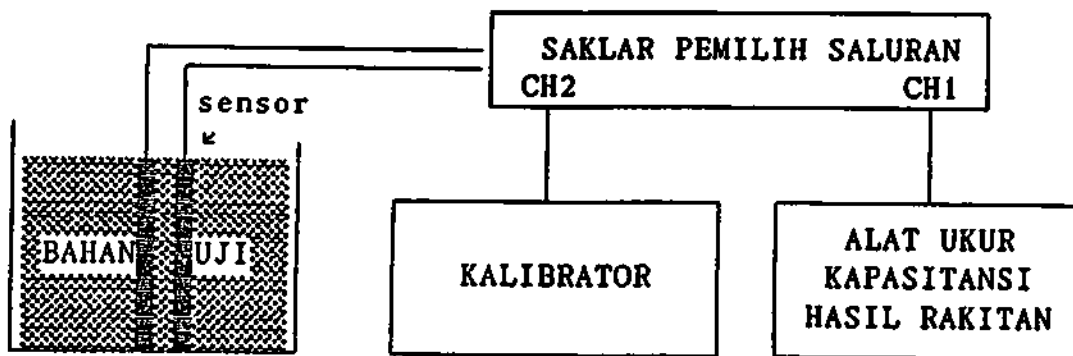
Kalibrasi alat dilakukan dengan menyesuaikan nilai kapasitansi yang terukur dengan alat ukur hasil rakitan terhadap kalibrator. Kalibrator yang digunakan adalah LCR-meter type AG-4311 buatan ANDO Electric Co. Ltd. yang ada di Laboratorium Biofisika, Jurusan Fisika, FMIPA UNAIR.

Sebagai variabel uji adalah nilai kapasitansi sensor kapasitor keping sejajar dengan bahan uji berupa udara dan aquadest. Diagram blok susunan peralatan yang digunakan dalam proses kalibrasi ditunjukkan pada gambar 3.6.

Dari hasil pengambilan data dalam proses kalibrasi, selanjutnya dilakukan analisis data untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan bermakna antara hasil pengukuran dengan alat ukur kapasitansi hasil rakitan terhadap hasil pengukuran oleh kalibrator. Untuk itu dilakukan pengujian secara statistik berupa uji beda dengan menggunakan uji-t.

Setelah dikalibrasi dengan baik, artinya tidak terdapat perbedaan bermakna antara pengukuran dengan alat

yang dirakit terhadap kalibrator, berarti alat tersebut dapat berfungsi sebagai alat ukur kapasitansi. Selanjutnya alat ukur kapasitansi digital dapat digunakan untuk mengukur kapasitansi sensor sebagai fungsi kadar gula larutan.



Gambar 3.6. : Diagram blok kalibrasi alat

3.3. Prosedur Pengambilan Data

Untuk menguji hasil rakitan alat ukur kadar gula digital dilakukan percobaan yang bertujuan mengetahui tanggapan alat hasil rakitan terhadap perubahan kadar gula dalam larutan. Hal ini terutama menyangkut peranan penting sensor kapasitor keping sejajar sebagai alat konversi besaran kadar gula dengan nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar tersebut. Dari hasil percobaan diharapkan dapat diketahui hubungan antara nilai kapasitansi terhadap beberapa nilai kadar gula.

3.3.1. *Persiapan Bahan Uji*

Sebagai bahan uji dalam penelitian ini digunakan larutan gula dengan kadar gula bervariasi.

Untuk mendapatkan ketelitian yang baik, penimbangan gula dilakukan dengan neraca digital dengan ketelitian 1 mg.

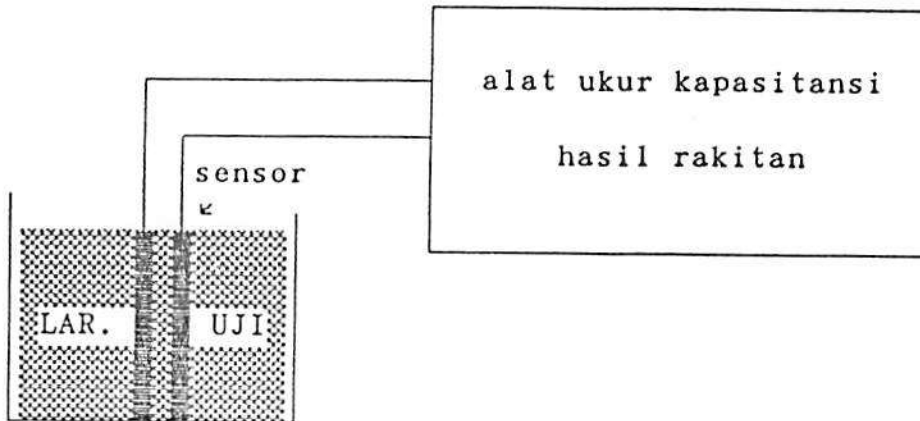
Selanjutnya masing-masing sampel dilarutkan ke dalam 100 ml aquadest, sehingga diperoleh beberapa larutan gula dengan kadar gula yang dikehendaki. Adapun nilai kadar gula larutan yang dibuat berturut-turut adalah 0,5 gr/l, 1,0 gr/l, 2,0gr/l, hingga 20,0 gr/l.

Setelah bahan uji siap, maka dapat dilakukan pengukuran nilai kapasitansi larutan gula dengan sensor kapasitor keping sejajar secara bergantian. Dalam pengukuran tersebut volume bahan uji yang digunakan kira-kira sebanyak 40 ml sesuai dengan volume tempat bahan uji yang digunakan.

3.3.2. *Persiapan Alat*

Untuk menguji alat ukur kapasitansi hasil rakitan dilakukan percobaan yang bertujuan menganalisis hubungan antara nilai kapasitansi terukur terhadap perubahan kadar gula larutan uji. Adapun diagram blok susunan peralatan untuk mengukur nilai kapasitansi sensor sebagai fungsi

kadar gula larutan ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 : Diagram blok susunan alat percobaan

3.3.3. Prosedur Percobaan

Untuk menguji alat hasil rakitan dilakukan prosedur percobaan sebagai berikut :

1. Merakit peralatan seperti pada gambar 3.4.
2. Memasukkan aquadest sebanyak ± 40 ml pada tempat bahan uji dengan ketinggian ± 5 cm, sesuai dengan ukuran sensor.
3. Memasukkan sensor berupa keping logam ke tempat bahan uji, lalu mengamati besarnya kapasitansi yang terukur pada peraga digital, sebanyak 5 kali pengamatan.

4. Mengganti aquadest dengan larutan berkadar gula 1 gr/l dan mengamati nilai kapasitansi larutan yang terukur sebanyak 5 kali pengamatan.
5. Mengulangi langkah ke-4 untuk beberapa larutan gula dengan kadar gula yang berbeda-beda.

BAB 4

HASIL PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA

4.1. Hasil Pengamatan

Dari serangkaian pengamatan yang dilakukan diperoleh data hasil pengamatan nilai kapasitansi untuk bahan uji berupa udara dan aquadest dengan menggunakan alat ukur hasil rakitan dan kalibrator seperti pada tabel 4.1. Sedangkan data hasil pengamatan berupa hubungan antara nilai kapasitansi terhadap perubahan nilai kadar gula ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.1 : Nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar dengan bahan penyekat udara dan aquadest

No.	Udara		Aquadest	
	C_1 (pF)	C_2 (pF)	C_1 (pF)	C_2 (pF)
1.	56,8	56,5	1350,1	1345,9
2.	56,4	56,6	1351,2	1343,6
3.	56,5	56,6	1349,8	1349,3
4.	56,3	56,5	1352,4	1346,1
5.	56,5	56,7	1352,3	1352,7
6.	56,5	56,8	1354,6	1357,8
7.	56,5	56,5	1353,8	1348,7
8.	56,6	56,5	1353,4	1351,8
9.	56,5	56,4	1353,4	1355,5
10.	56,6	56,3	1353,2	1352,7
rata-rata	56,52	56,54	1352,42	1350,41

Tabel 4.2 : Hubungan antara nilai kapasitansi dan kadar gula larutan

No.	Kadar gula (gr/l)	C ₁ (pF)	C ₂ (pF)	C ₃ (pF)	C ₄ (pF)	C ₅ (pF)	C _{rerata} (pF)
1.	0,0	1350,1	1351,2	1349,8	1352,4	1352,3	1351,16
2.	0,5	1404,2	1403,8	1404,8	1402,9	1401,5	1403,44
3.	1,0	1411,6	1411,3	1410,9	1410,1	1413,5	1411,48
4.	2,0	1431,3	1431,9	1433,2	1433,4	1434,1	1411,48
5.	3,0	1448,1	1446,4	1448,5	1447,3	1446,7	1447,40
6.	4,0	1462,4	1461,4	1462,3	1462,2	1462,4	1462,14
7.	5,0	1480,3	1481,8	1481,1	1481,1	1481,2	1481,10
8.	10,0	1541,1	1541,0	1542,3	1542,3	1541,8	1541,70
9.	15,0	1639,8	1643,8	1643,4	1642,9	1642,4	1642,46
10.	16,0	1651,2	1650,8	1646,0	1646,9	1647,8	1648,54
11.	17,0	1659,8	1658,7	1657,4	1658,0	1657,4	1658,26
12.	20,0	1699,1	1699,5	1701,9	1698,4	1697,3	1699,24

4.2. Analisis Data

4.2.1. Analisis Data Untuk Proses Kalibrasi Alat

Dari serangkaian data hasil pengamatan dalam proses kalibrasi seperti ditunjukkan pada tabel 4.1, dilakukan pengujian secara statistik untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara hasil pengukuran dengan alat hasil rakitan terhadap kalibrator. Adapun uji beda tersebut

$$t_{12} \text{ (aquades)} = 1,00634.$$

$$t_{12} \text{ (udara)} = -0,32539$$

diperoleh nilai t_{12} sebagai :

berdasarkan atas data pengamatan dan persamaan 4.1 dapat
Selanjutnya dengan melakukan perhitungan nilai t_{12}

$$s_1 = 1,5145 \quad s_2 = 4,2707$$

$$2. \text{ Untuk aquades : } \bar{C}_1 = 1352,42 \quad \bar{C}_2 = 1350,41$$

$$s_1 = 0,1249 \quad s_2 = 0,1356$$

$$1. \text{ Untuk udara : } \bar{C}_1 = 56,52 \quad \bar{C}_2 = 56,54$$

dan simpangan baku sebagai :

Dari data pada tabel 4.1 diperoleh nilai rata-rata
pengujian secara dua arah adalah $t < -2,101$ atau $t > 2,101$
nyata 0,05 dan derajat kebebasan 18, daerah kritis untuk
Berdasarkan tabel persentasi distribusi t untuk taraf
pengukuran dengan alat hasil rakitan terhadap kalibrator.

alternatif adalah terdapat perbedaan antara hasil
kalibrator atau $\bar{C}_1 = \bar{C}_2$, sedangkan sebagai hipotesis
antara hasil pengukuran dengan alat hasil rakitan terhadap
Sebagai hipotesis nol adalah tidak terdapat perbedaan

$$t_{12} = \frac{\bar{C}_1 - \bar{C}_2}{\sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2} \left(\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} - 2 \right)}} \quad (4.1)$$

menggunakan uji-t dengan rumus :

Dari hasil perhitungan t_{12} baik untuk udara maupun aquadest, yang keduanya berada di luar daerah kritis, berarti hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak.

Karena hipotesis nol baik untuk udara maupun aquadest diterima dan hipotesis alternatif ditolak, maka dapat dikatakan bahwa tidak terdapat perbedaan secara nyata antara hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur hasil rakitan terhadap hasil pengukuran dengan menggunakan kalibrator. Jadi terdapat kesesuaian hasil pengukuran antara alat ukur yang dibuat dengan kalibrator.

4.2.2 Analisis Hubungan Kapasitansi Terhadap Kadar Gula

Berdasarkan data pengamatan nilai kapasitansi untuk larutan gula dengan kadar gula bervariasi dilakukan analisis data untuk mendapatkan hubungan antara kedua variabel tersebut. Sebagai langkah awal diasumsikan bahwa hubungan antara keduanya adalah linier, sehingga secara matematik dapat diperoleh suatu persamaan linier yang dapat dinyatakan sebagai :

$$Y = aX + b$$

dengan Y : nilai kapasitansi (pF)
 X : kadar gula larutan (gram/liter)
 a dan b : konstanta

Untuk mendapatkan persamaan linier tersebut dilakukan analisis regresi linier dengan menggunakan paket program Lotus-123. Analisis regresi linier tersebut dilakukan berdasarkan atas data hasil pengukuran yang disajikan pada tabel 4.2. Karena pengukuran kadar gula merupakan pengukuran tunggal dan untuk kapasitansi dilakukan pengukuran berulang, maka data kapasitansi diambil dari nilai rata-ratanya. Dengan jumlah data untuk masing-masing kelompok adalah 12, diperoleh hasil lengkap analisis regresi linier yang dapat dituliskan sebagai :

$$a = 15,97$$

$$\Delta a = 0,62$$

$$b = 1390,53$$

$$\Delta b = 15,23$$

$$n = 12$$

$$d.f = 10$$

$$R^2 = 0,9849$$

Dari hasil analisis regresi linier tersebut dapat disusun suatu persamaan matematik, berupa persamaan linier yang menyatakan hubungan antara nilai kapasitansi terukur terhadap kadar gula larutan. Adapun bentuk persamaan

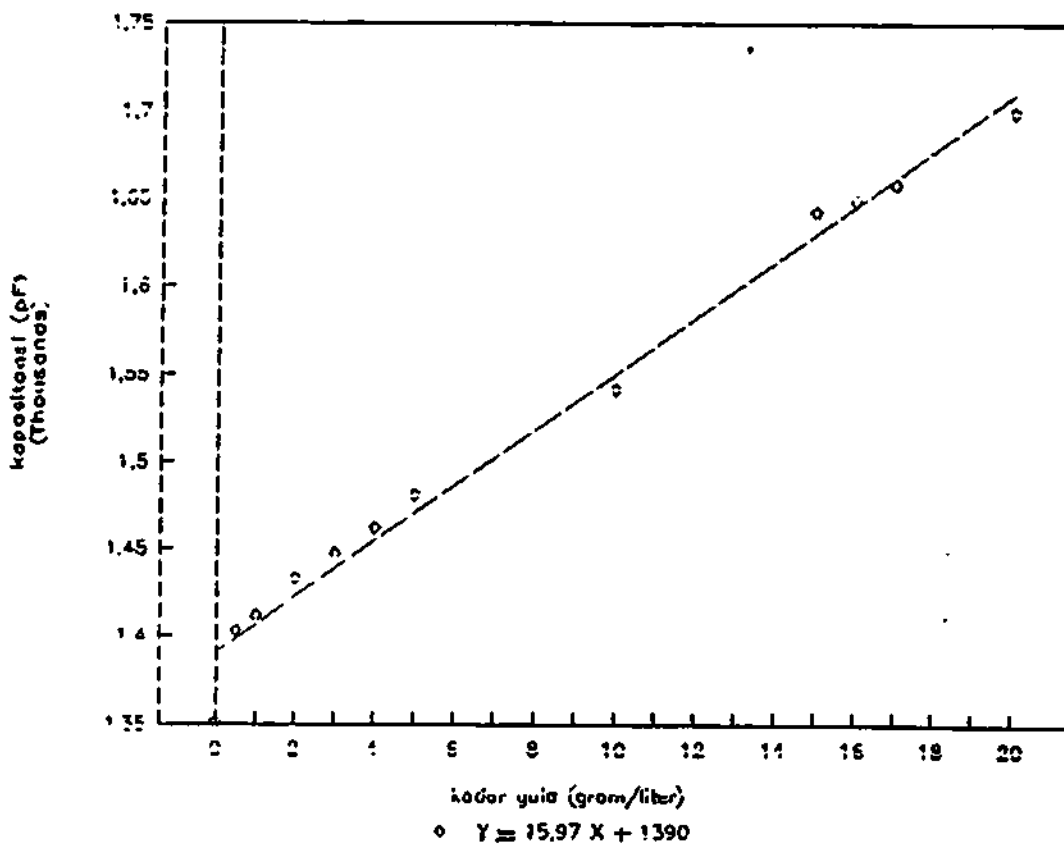
linier tersebut dapat dinyatakan sebagai :

$$Y = 15,97 X + 1390$$

dengan Y : kapasitansi terukur dalam satuan pF

X : kadar gula larutan dalam satuan gram/liter

Untuk memberikan gambaran secara grafis hubungan antara nilai kapasitansi terukur terhadap variasi kadar gula larutan, dibuat grafik hubungan antara nilai kapasitansi terhadap kadar gula, seperti ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 : Grafik hubungan antara nilai kapasitansi terhadap kadar gula larutan

4.3. Pembahasan

Hasil penelitian berupa alat ukur kadar gula dengan metode kapasitor keping sejajar terdiri atas dua bagian penting, yakni sensor kapasitor keping sejajar dan alat ukur kapasitansi. Untuk menguji akurasi alat ini dilakukan dua tahap pengujian, yaitu :

1. menguji akurasi alat ukur kapasitansi hasil rakitan dengan membandingkannya dengan kalibrator berupa LCR meter yang memiliki kepresisian sangat tinggi.
2. menguji kemampuan sensor kapasitor keping sejajar untuk melakukan konversi dari besaran kadar gula larutan menjadi besaran kapasitansi listrik.

Dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan dapat dibuktikan bahwa akurasi alat ukur kapasitansi cukup baik, yang ditunjukkan oleh kenyataan bahwa tidak terdapat perbedaan secara nyata antara nilai kapasitansi terukur terhadap kalibrator. Hal ini berarti alat ukur kapasitansi yang berhasil dibuat dapat digunakan untuk mengukur besarnya nilai kapasitansi kapasitor, terutama kapasitor keping sejajar.

Dari hasil analisis hubungan antara nilai kapasitansi terhadap variasi kadar gula, diperoleh suatu hubungan

linier antara keduanya, sesuai dengan hasil analisis regresi linier yang dilakukan. Dari persamaan linier yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai kapasitansi terukur berbanding lurus dengan kadar gula larutan. Hal ini juga menunjukkan bahwa tetapan dielektrik larutan gula berbanding lurus terhadap kadar gula larutan.

Berhasil diperolehnya hubungan linier antara nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar terhadap kadar gula larutan yang digunakan sebagai bahan dielektrik kapasitor tersebut menunjukkan bahwa sensor kapasitor keping sejajar dapat digunakan untuk melakukan konversi dari besaran kadar gula larutan menjadi nilai kapasitansi listrik.

Dari analisis data hasil pengujian alat menunjukkan bahwa alat ukur kadar gula dengan metode kapasitor keping sejajar dapat digunakan sebagai pengukur kapasitansi secara berdiri sendiri, maupun sebagai pengukur kadar gula larutan bila dioperasikan dengan menggunakan sensor berupa keping sejajar.

Hubungan linier antara kadar gula dan kapasitansi listrik pada kapasitor keping sejajar disebabkan oleh liniernya perubahan tetapan dielektrik larutan gula terhadap kadar gula.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini yang bertujuan mewujudkan alat ukur kadar gula yang dirancang secara elektro digital dengan menggunakan sensor kapasitor keping sejajar dapat dipetik beberapa kesimpulan meliputi :

1. Sensor kapasitor keping sejajar dibuat dari dua keping logam yang permukaannya diberi lapisan isolator untuk mencegah pengaruh perubahan konduktansi larutan gula.
2. Dari hasil pengukuran dapat ditunjukkan adanya hubungan linier antara nilai kapasitansi terhadap kadar gula larutan, yang memenuhi persamaan :
$$C = 15,97 X + 1390 \quad (\text{pF})$$
dengan x : kadar gula (gram/liter)
3. Tidak adanya perbedaan antara nilai kapasitansi terukur terhadap kalibrator menjadikan alat ini dapat digunakan sebagai pengukur kapasitor, dengan akurasi yang dapat diandalkan.
4. Tampilan alat berupa peraga desimal dalam bentuk nyala LED 7 segmen memudahkan pengamatan hasil pengukuran.

5.2. Saran

Selain menampilkan hasil pengukuran kapasitansi alat ukur kadar gula ini juga memberikan pulsa keluaran dengan periode sebanding dengan kadar gula larutan terukur. Berdasarkan atas pulsa keluaran ini memungkinkan dilakukannya otomatisasi pengaturan kadar gula yang dikehendaki berdasarkan perubahan frekuensi atau periode pulsa yang bergantung pada perubahan kadar gula terukur.

Dengan variasi rangkaian pembagi frekuensi memungkinkan adanya perubahan angka tampilan sesuai dengan kadar gula terukur, sehingga angka desimal yang ditampilkan benar-benar menunjukkan kadar gula yang diukur.

Karena prinsip kerja utama sensor kapasitif adalah mendeteksi perubahan tetapan dielektrik, maka dengan alat ini memungkinkan dilakukannya penelitian bahan, untuk mendapatkan bahan yang kemampuan menyimpan muatan listriknya besar.