

**RANCANGAN ALAT UKUR KADAR GULA PADA PRODUK PANGAN
MENGUNAKAN KARAKTERISTIK ELEKTRIK BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 8535**

(Skripsi)

Oleh

Hardaniyus Sanjaya



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PERANCANGAN ALAT UKUR KADAR GULA PADA PRODUK PANGAN MENGGUNAKAN KARAKTERISTIK ELEKTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Oleh

HARDANIYUS SANJAYA

Telah direalisasikan alat ukur kadar gula menggunakan sensor kapasitor keping sejajar berbasis mikrokontroler ATmega8535. Tujuan penelitian adalah merancang dan merealisasikan alat pendeteksi kadar gula pada produk pangan. Desain penelitian dilakukan dengan meletakkan sensor kapasitor keping sejajar sebagai masukan tegangan yang selanjutnya akan dikondisikan sinyal oleh jembatan wheatstone yang akan diteruskan ke Mikrokontroler ATmega 8535 dan ditampilkan di LCD. Hasil pengukuran yang dilakukan pada produk pangan menunjukkan bahwa persentase kadar gula pada tepung terigu sebesar 4,77%, tepung tapioka 20,50%, tepung Maizenaku 16,46%, Tepung Ketan Putih 25,05%, Tepung Beras Putih 31,36%, Sagu 21,76%, dan Beras Merah 12,17%. Data hasil penelitian dianalisis dan diperoleh standar deviasi berdasarkan perubahan tegangan sebesar 0,01 V dan berdasarkan persentase 0,2%.

Kata Kunci: Kapasitor Keping Sejajar, Wheatstone, ATmega8535.

ABSTRACT

DESIGN OF MEASURING INSTRUMENT OF SUGAR CONTENT IN FOOD PRODUCT USING CHARACTERISTIC OF ELECTRICAL MICROCONTROLLER BASED ATMEGA8535

By

HARDANIYUS SANJAYA

It has been realized a instrument measuring of sugar content using sensor chip capasitors parallel based on microcontroller ATMega8535. The research objective design and realize a detector sugar in food product. The design of study was conducted by placing the sensor chip capasitors parallel as input voltage, then the signal will be condition by the Wheatstone Bridge which will be forwarded to the microcontrollel ATMega8535 and displayed on the LCD. The result of measurements performed on the percentage of food product with sugar content of the flour by 4,77%, tapioca starch 20,50%, flour Maizeaku 16,46%, white glutinous rice flour 25,05%, white rice flour 31,36%, sago 21,76% and red rice 12,17%. The data were analyzed and obtained the standard deviation by the change of voltage 0,01 V and according of percentage 0,2 %.

Keywords. *Chip Capasitor parallel, Wheatstone, ATMega8535.*

**RANCANGAN ALAT UKUR KADAR GULA PADA PRODUK PANGAN
MENGUNAKAN KARAKTERISTIK ELEKTRIK BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 8535**

Oleh

Hardaniyus Sanjaya

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

**Judul Skripsi : RANCANGAN ALAT UKUR KADAR GULA
PADA PRODUK PANGAN MENGGUNAKAN
KARAKTERISTIK ELEKTRIK BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 8535**

Nama Mahasiswa : Hardaniyus Sanjaya

Nomor Pokok Mahasiswa : 1117041015

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Drs. Amir Supriyanto, M.Si.
NIP. 19650407 199111 1 001



Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP. 19801010 200510 1 002

MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Fisika



Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si
NIP. 19751219 200012 2 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Amir Supriyanto, M.Si.**



Sekretaris : **Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Warsito, S.Si., D.E.A Ph.D.
NIP 19710212 199512 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 9 Mei 2016

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 9 Mei 2016

Hardanius Sanjaya
NPM. 1117041015

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 1 Desember 1991, anak ke-3 dari 4 bersaudara pasangan Bapak Janahar Janusi dan Ibu Yusmiati. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 2 Labuhan Ratu, Bandar Lampung tahun 2004, SMP Negeri 22 Bandar Lampung tahun 2007 dan SMA Negeri 10 Bandar Lampung 2010.

Pada tahun 2011 penulis masuk dan terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menempuh pendidikan penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Fisika Dasar, Asisten Praktikum Elektronika Dasar. Penulis pernah aktif di kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) periode 2012-2013 sebagai anggota bidang Sosial Masyarakat dan periode 2013-2014 sebagai Ketua Kaderisasi. Selain itu penulis juga pernah aktif di UKM Karate Unila sebagai anggota bidang Kepelatihan pada periode 2012-2013.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PDAM Way Rilau Bandar Lampung dan melaksanakan Kerja Kuliah Nyata (KKN) di Desa Bumi Jaya Kecamatan Abung Timur Kabupaten Lampung Utara.

MOTTO

Gunakanlah waktu dengan sebaik-baiknya agar hidup penuh berkah dan selalu ada dalam ridho Allah SWT.

Jika mencintai kehidupan, janganlah menyi-nyikan waktu, karena waktulah hidup ini tercipta..

Bergerak untuk memberi manfaat bagi diri sendiri dan orang lain.

Kesalahan selalu dimaafkan, jika seseorang memiliki keberanian untuk mengakuinya.

Dan mohonlah pertolongan kepada Allah SWT dengan sabar dan shalat. Dan shalat itu sungguh berat kecuali bagi orang-orang yang khusyuk, yaitu mereka yang yakin bahwa mereka akan menemui Tuhannya dan mereka akan kembali kepada-Nya.

(Al-Baqarah: 45-46)

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, ku persembahkan karya ini untuk orang-orang yang ku cintai dan ku sayangi karena Allah SWT

Bapak Janahar Janusi & Ibu Yusmiati

Kedua orang tua yang telah banyak berkorban tanpa lelah dan menjadi motivasi hingga dapat menyelesaikan pendidikan ditingkat Universitas dan menyelesaikan skripsi ini.

Bapak-Ibu guru serta Bapak-Ibu dosen

Terima kasih atas bekal ilmu pengetahuan dan budi pekerti yang telah membuka hati dan wawasanku

Para sahabat dan teman-teman seperjuangan

Terima kasih atas kebaikan kalian dan kebersamaan yang kita lalui

dan

Almamaterku tercinta

Universitas Lampung

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahim,

Segala puji bagi Allah SWT berkat rahmat dan hidayah Nya, penulis dapat menyelesaikan kuliah serta skripsi dengan baik. Judul skripsi ini “**Rancangan Alat Ukur Campuran Gula Pasir pada Produk Pangan Menggunakan Sensor Kapasitor Keping Sejajar Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535**”. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabat dan pengikutnya.

Skripsi ini dilaksanakan dari bulan September 2015 sampai Februari 2016 bertempat di Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penekanan skripsi ini adalah diketahuinya kadar gula dari berbagai produk pangan untuk mengontrol konsumsi produk pangan yang mengandung gula yang berlebih..

Penulis menyadari dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi kita semua. Aamiin...

Bandar Lampung, Mei 2016

Penulis

SANWACANA

Alhamdulillah, penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik berkat dorongan, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si. selaku Pembimbing I.
2. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Pembimbing II.
3. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. selaku Penguji.
4. Bapak Prof. Posman Manurung, M.Si., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik.
5. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Fisika dan Seluruh Dosen serta Staf Jurusan Fisika FMIPA Unila.
6. Bapak Prof. Dr. Warsito, S.Si.,D.E.A. selaku Dekan FMIPA.
7. Dwinta Octiara yang telah memberikan semangat dan motivasi yang luar biasa untuk menyelesaikan skripsi ini..
8. Vaolina, Shinta, Gana, Fathul, Rizal, Sami, Encep, Fahad, Heri, Abdan, Edo, Ali, Hendri, Diwan, Yuri, Annisa, Yuni dan teman-teman angkatan 2011 dan semua pihak yang telah membantu penulis selama penelitian ini semoga Allah senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta memberkahi hidup kita. Aamiin...

Bandar Lampung, Mei 2016
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Batasan Penelitian	5

II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penelitian Sebelumnya	6
B. Gula	8
C. Sensor	9
D. Kapasitor Keping Sejajar	11
a. Medan Listrik Kapasitor	12
b. Kapasitansi	14
c. Dielektrik	16
E. Mikrokontroler ATmega 8535	18
a. Arsitektur ATMEGA8535	19
F. Liquid Crystal Display (LCD)	22
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	25
B. Alat dan Bahan	25
C. Prosedur Penelitian	26
D. Perancangan System	27
E. Metode Perlakuan Alat Ukur Kadar Gula pada Produk Pangan	31
F. Pengujian Fungsi Alat Ukur	32
G. Teknik Pembuatan Sampel	33
H. Rancangan Analisis Data	34
IV. PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	35
B. Pembahasan	38
1. Analisis Pengukuran Kalibrasi	38
2. Analisis Perangkat Keras	42
3. Analisis Perangkat Lunak	44
4. Analisis Alat Secara Keseluruhan	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	61
B. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Struktur Fruktosa	9
2.2. Struktur Glukosa	9
2.3. Kapasitor Keping Sejajar	12
2.4. Medan Listrik Kapasitor Keping Sejajar	13
2.5. Prinsip Dasar Kapasitor	14
2.6. Pin Out Atmega 8535	19
2.7. Peta Memori Data Avr Atmega 8535	19
2.8. Liquid Crystal Display	22
3.1. Diagram Alir Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula	26
3.2. Blok Sistem Pengukuran Konsentrasi Kadar Gula	27
3.3. Rancangan Alat Pengukuran Kadar Gula Pada Produk Pangan	28
3.4. Rangkaian Catu Daya	29
3.5. Rangkaian Minimum Atmega 8535	30
3.6. Rancangan Grafik Analisis Data Tegangan Terhadap Kadar Gula	32
3.7. Posisi Pemasangan Sensor	33
4.1. Perangkat Keras Alat Pengukuran	35
4.2. Pengambilan Data pada Produk Pangan	36
4.3. Grafik Hubungan Persentase Gula Terhadap Tegangan Terigu	38
4.4. Grafik Hubungan Persentase Gula Terhadap Tegangan Tapioka	40

4.5. Grafik Hubungan Persentase Gula Terhadap Tegangan Maizenaku.....	42
4.6. Grafik Hubungan Persentase Gula Terhadap Tegangan Ketan Putih.....	44
4.7. Grafik Hubungan Persentase Gula Terhadap Tegangan Beras Putih	46
4.8. Grafik Hubungan Persentase Gula Terhadap Tegangan Sagu.....	48
4.9. Grafik Hubungan Persentase Gula Terhadap Tegangan Beras Merah	50
4.10. Grafik Pengukuran Nilai Kadar Gula pada Produk Pangan	52
4.11. Pelat Kapasitor dan Penghantar Pada Wadah	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kekuatan Dielektrik Dari Beberapa Jenis Isolator.....	18
2.2. Konfigurasi pin-pin LCD.....	23
3.1. Tegangan Keluaran Sensor pada Produk Pangan Terigu Setelah Penambahan Gula	31
3.2. Rancangan Pengukuran Kadar Gula tahap awal.....	34
4.1. Data Pengukuran Kalibrasi pada Produk Pangan Terigu.....	37
4.2. Data Hasil Pengukuran Kadar Gula pada Produk Pangan	39

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Karbohidrat merupakan suatu senyawa organik yang terdiri dari unsur carbon, hydrogen, dan oksigen dimana karbohidrat ini banyak terdapat pada tumbuhan-tumbuhan seperti nasi/beras, jagung, singkong, gandum, sagu, kentang dan buah-buahan yang memiliki kandungan karbohidrat. Karbohidrat sendiri memiliki fungsi sebagai penghasil energi dalam tubuh yang dapat digunakan untuk bernafas, kontraksi jantung, dan gerak otot.

Karbohidrat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu, monosakarida, disakarida, oligosakarida, polisakarida. Pada bagian monosakarida kandungannya banyak terdapat pada buah-buahan sedangkan pada disakarida kandungannya banyak terdapat pada gula pasir dan susu sapi. Pada polisakarida kandungan ini banyak ditemukan pada banyak terdapat pada tebu, bit, siwalan, dan kelapa kopyor sedangkan pada polisakarida merupakan bagian dari monosakarida dimana contoh dari polisakarida ini dapat ditemukan seperti pati, glikogen, agarosa, dan selulosa. Gula merupakan sebutan pada karbohidrat jenis sukrosa yang biasa digunakan sebagai pemanis. Gula bukanlah suatu bahan yang akan mempengaruhi tingkat keasaman suatu produk apabila diberi dengan konsentrasi atau jumlah yang berbeda. Sehingga perlakuan penambahan gula tidak mempengaruhi tingkat keasaman suatu bahan berkarbohidrat (Hadiwijaya, 2013).

Gula juga sudah menjadi sangat penting karena gula mengandung kalori yang sangat penting bagi kesehatan dan gula juga digunakan sebagai pemanis utama yang digunakan oleh banyak makanan dan minuman. Fungsi gula salah satunya sebagai penghasil energi dalam tubuh sehingga dapat digunakan untuk bernafas, kontraksi jantung, dan gerak otot. Akan tetapi, pengkonsumsian makanan berkarbohidrat tinggi secara berlebihan dapat menimbulkan penyakit *Diabetes Melitus* atau yang lebih dikenal dengan sebutan kencing manis disebabkan gula mengandung kalori yang cukup tinggi. Gula memang dapat menimbulkan penyakit bagi mereka yang mengkonsumsi gula secara berlebihan.

Menurut Raini dan Isnawati (2011) pada tahun 1915, asupan gula per orang hanya 17 pound setahunnya, secara dramatis kenaikan tersebut terjadi pada tahun 1980 menjadi 124 pound dan pada akhir-akhir ini konsumsi gula menjadi 155 pound pertahunnya. Peningkatan konsumsi gula tersebut relevansi dengan penderita diabetes dari 13,6 orang per 1000 penduduk pada tahun 1963, menjadi 54,5 per 100 penduduk pada tahun 2005. Oleh karena itu disarankan bagi semua orang untuk tidak mengkonsumsi secara berlebihan, maka dalam hal ini perlu sebuah pengontrolan kalori yang berlebih yang akan masuk mengkonsumsi gula secara berlebihan tapi disarankan untuk menguranginya saja. Di dalam tubuh, tentunya harus mengetahui jenis makanan apa yang cocok untuk dikonsumsi sehingga bisa mengontrol kalori yang masuk ke dalam tubuh.

Pada dasarnya gula bisa berupa padatan dan larutan, dimana larutan terbagi terbagi atas larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Seperti yang di kemukakan oleh Svante August Arrhenius (1859-1927) tentang teori ionik untuk

larutan elektrolit bahwa larutan elektrolit mengandung suatu campuran antara bagian “aktif” (elektrolit) dan bagian “tidak aktif” (non elektrolit). Larutan elektrolit yang diencerkan jumlah bagian yang aktif meningkat, dengan kata lain disosiasi elektrolitik meningkat jika larutan diencerkan. Teori ini juga menjelaskan bahwa ion-ionlah yang membawa arus listrik dalam larutan. Dalam ilmu Kimia, gula merupakan larutan non elektrolit yang tidak dilarutkan ke dalam air tidak terurai menjadi ion (tidak terionisasi). Dalam larutan, gula tetap molekul yang tidak bermuatan listrik. Hal ini dapat diterapkan pada penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan kapasitor keping sejajar (Chang, 2003).

Kapasitor keping sejajar merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Kapasitor terdiri atas dua plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan dielektrik ini diselipkan diantara kedua plat kapasitor ini. Bahan dielektrik ini sendiri berupa bahan isolator yang mampu untuk menampung muatan elektron untuk level tegangan tertentu.

Pentingnya sebuah alat ukur untuk mengukur kadar karbohidrat ataupun gula dalam makanan atau bahan pangan lainnya akan membantu untuk mengetahui jumlah kalori yang masuk ke dalam tubuh kita. Hingga saat ini alat ukur kadar gula pada produk pangan sangat langka keberadaannya. Pengukuran kadar gula yang beredar luas hanya banyak digunakan untuk pengukuran pada gula darah pada tubuh manusia. Beberapa metode atau alat yang biasa digunakan tersebut adalah analisis menggunakan refraktometer atau pun dengan memanfaatkan refraksi cahaya.

Berdasarkan permasalahan ini, perlu dibuat sebuah alat pengukur kadar gula pada bahan pangan menggunakan kapasitor keping sejajar berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan keluaran tampilan LCD. Diharapkan keberadaan alat ini dapat membantu masyarakat dalam memastikan kadar gula yang tepat suatu produk pangan yang diindikasikan mengandung gula yang beredar di pasaran dalam waktu yang relatif singkat dan hasil yang mendekati akurat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang dipaparkan, masalah yang akan diteliti dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang suatu sistem pengukuran konsentrasi kadar gula pada produk pangan dengan tampilan lcd.
2. Bagaimana menganalisa alat pengukur konsentrasi kadar gula menjadi alat multi pengukuran untuk semua produk pangan yang mengandung gula.
3. Adakah ada perbedaan tingkat kadar gula pada bahan pangan sebelum ditambahkan gula dan sesudah ditambahkan gula pada berbagai variasi perlakuan.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis sistem kerja sensor kapasitor keping sejajar sebagai sensor kadar gula, sehingga dapat diterapkan pada aplikasi pengukuran kadar gula.
2. Merancang dan merealisasikan alat pendeteksi kadar gula pada produk pangan memanfaatkan sensor kapasitor keping sejajar.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan tersebut, penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk:

1. memberikan manfaat dengan tersedianya alat pengukur kadar gula pada berbagai produk pangan;
2. menjadikan sebagai landasan untuk pengembangan industri tentang alat ukur kadar gula pada bahan pangan. Serta memberikan nilai tambah ekonomis pada alat ukur kadar gula tersebut;
3. sebagai referensi bagi mahasiswa/ masyarakat untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengukuran kadar gula pada bahan pangan.

E. Batasan Penelitian

Batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah atmega8535
2. Sensor yang digunakan adalah sensor kapasitor keping sejajar
3. Hasil keluaran tegangan dan persentase dari alat yang dibuat ini berupa tampilan LCD.
4. Produk pangan yang akan di ukur adalah produk pangan yang di indikasi mengandung gula.
5. Bahan Pangan yang akan diukur adalah bahan pangan dalam bentuk padatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Setyarini dkk tahun 2012, tentang perancangan sistem pengukuran konsentrasi larutan gula menggunakan metode difraksi. Penelitian ini memanfaatkan kisi difraksi untuk mengukur konsentrasi larutan gula. Pada metode ini prinsip yang digunakan adalah ketika suatu cahaya dikenai pada suatu kisi, maka cahaya tersebut akan terdifraksi membentuk sudut difraksi yang berbeda. Pengaruh perbedaan indeks bias didapatkan dari variasi konsentrasi larutan gula. Penelitian ini menggunakan kisi difraksi jenis pantulan. Hasil pada penelitian ini didapat persamaan matematis hubungan antara konsentrasi (C) terhadap sudut difraksi, pada $m=-1$ persamaanya $C=-9,7080 + 571,359$, pada $m=-2$ persamaanya $C=-7,14280 + 478$, pada $m=-3$ persamaanya $C=-4,7619 + 374$. Sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi konsentrasi suatu larutan, semakin kecil pula sudut difraksi yang dihasilkan. Range input sistem ini bernilai $54,2^\circ$ sampai $76,8^\circ$ dan range output sistem adalah 10% sampai 50%. (Setyarini dkk, 2012).

Telah dilakukan penelitian sebelumnya rancangan bangun alat pengukur kadar gula dalam darah. Diabetes merupakan penyakit gangguan metabolisme karbohidrat karena defisiensi insulin yang ditandai dengan meningkatnya kadar gula dalam darah dan adanya gula dalam urin. Penyakit diabetes dapat dideteksi

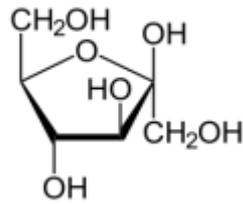
lebih awal dengan melakukan pemeriksaan darah secara teratur dan rutin di laboratorium. Pada laboratorium, penentuan kadar glukosa di dalam darah dilakukan dengan cara kimiawi, yaitu dengan penambahan reagen pada volume tertentu. Setelah melalui proses fisis maka sampel darah dimasukkan kedalam spektrometer. Alat ini dapat mengetahui kadar glukosa dalam darah dengan cara membandingkan nilai absorpsi standar. Prinsip spektroskopi didasarkan pada absorpsi sinar oleh molekul sehingga terjadi proses eksitasi dan de-eksitasi elektron pada molekul sehingga dapat dilakukan pengukuran spektrum absorpsi dari suatu senyawa. Rancangan alat ukur ini terdapat 2 tahap, yaitu perancangan hardware dan perancangan software prinsip kerja alat pengukur konsentrasi glukosa berbasis mikrokontroler Atmega 8535. Pada tahap pembuatan software menggunakan basic compiler. Pengujian alat ukur ini memiliki persentase kesalahan alat pada setiap pengukurannya 7,4 %, 10,37%, 6,4%, 12,3%, 6,59% (Riza, 2010).

Penelitian mengenai kadar gula juga dilakukan Yaniar dkk dalam pengukuran konsentrasi larutan gula menggunakan sensor ultrasonik. Memanfaatkan kecepatan gelombang yang merambat pada larutan gula. Konsentrasi larutan gula cair yang digunakan dalam pengukuiran dilakukan bertahap 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%. Dari sampel-sampel tersebut diperoleh bahwa gelombang ultrasonik mampu merambat lebih cepat pada larutan dengan konsentrasi gula yang lebih tinggi, dalam hal ini larutan gula dengan konsentrasi 70% yaitu sebesar 1666,667 m/s, sedangkan larutan dengan konsentrasi larutan yang lebih rendah atau tanpa konsentrasi gula 0%, perambatan gelombang ultrasoniknya lebih lambat yaitu sebesar 1333,333 m/s (Yaniar dkk, 2012).

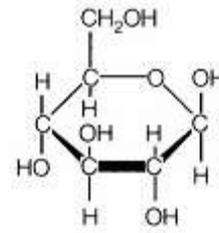
B. Gula

Gula merupakan komoditi penting bagi masyarakat Indonesia bahkan bagi masyarakat dunia. Manfaat gula sebagai sumber kalori bagi masyarakat selain dari beras, jagung dan umbi-umbian. Gula adalah suatu karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi dan komoditi perdagangan utama. Gula paling banyak diperdagangkan dalam bentuk kristal sukrosa padat. Gula digunakan untuk mengubah rasa menjadi manis pada makanan atau minuman. Gula sederhana, seperti glukosa (yang diproduksi dari sukrosa dengan enzim atau hidrolisis asam), menyimpan energi yang akan digunakan oleh sel. Gula sebagai sukrosa diperoleh dari nira tebu, bit gula, atau aren. Meskipun demikian, terdapat sumber-sumber gula minor lainnya, seperti kelapa. Sumber-sumber pemanis lain, seperti umbi dahlia, anggir, atau jagung, juga menghasilkan semacam gula/pemanis namun bukan tersusun dari sukrosa. Proses untuk menghasilkan gula mencakup tahap ekstraksi (pemerasan) diikuti dengan pemurnian melalui distilasi (penyulingan). Beberapa gula misalnya glukosa, fruktosa, maltosa, sukrosa, dan laktosa mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda beda misalnya dalam hal rasa manisnya, kelarutan didalam air, daya pembentukan karamel jika dipanaskan dan pembentukan kristalnya (Winarno, 1980).

Ada tidaknya sifat pereduksi dari suatu molekul gula ditentukan oleh ada tidaknya gugus hidroksil (OH) bebas yang reaktif. Gugus hidroksil yang reaktif pada glukosa (aldosa) biasanya terletak pada karbon nomor satu (anomerik), sedangkan pada fruktosa (ketosa) hidroksil reaktifnya terletak pada karbon nomor dua.



Gambar 1. Struktur fruktosa



Gambar 2. Struktur Glukosa

Sukrosa tidak mempunyai gugus OH bebas yang reaktif karena keduanya sudah saling terikat, sedangkan laktosa mempunyai OH bebas pada atom C no.1 pada gugus glukosanya. Karena itu, laktosa bersifat pereduksi sedangkan sukrosa bersifat nonpereduksi (Winarno, 1992).

Gula pasir merupakan salah satu karbohidrat sederhana yang sulit untuk dicerna dan diubah menjadi energi karena gula pasir mengandung jenis gula disakarida yaitu sukrosa, sehingga dapat menjadi gula darah dengan sangat cepat dan akan menjadi tidak sehat bila dikonsumsi secara berlebihan (Raini dan Isnawati, 2011).

C. Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya.

Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi mengubah besaran fisik (misalnya : temperatur, gaya, kecepatan putaran) menjadi besaran listrik yang proposional. Sensor harus memenuhi persyaratan-persyaratan kualitas yaitu sebagai berikut.

1. Linieritas

Konversi harus benar-benar proposional, jadi karakteristik konversi harus linier.

2. Tidak tergantung temperatur

Keluaran konverter tidak boleh tergantung pada temperatur di sekelilingnya, kecuali sensor suhu.

3. Kepekaan

Kepekaan sensor harus dipilih sedemikian, sehingga pada nilai-nilai masukan yang ada dapat diperoleh tegangan listrik keluaran yang cukup besar.

4. Waktu tanggapan

Waktu tanggapan adalah waktu yang diperlukan keluaran sensor untuk mencapai nilai akhirnya pada nilai masukan yang berubah secara mendadak. Sensor harus dapat berubah cepat bila nilai masukan pada sistem tempat sensor tersebut berubah.

5. Batas frekuensi terendah dan tertinggi

Batas-batas tersebut adalah nilai frekuensi masukan periodik terendah dan tertinggi yang masih dapat dikonversi oleh sensor secara benar. Pada kebanyakan aplikasi disyaratkan bahwa frekuensi terendah adalah 0Hz.

6. Stabilitas waktu

Untuk nilai masukan (input) tertentu sensor harus dapat memberikan keluaran (output) yang tetap nilainya dalam waktu yang lama.

7. Histerisis

Gejala histerisis yang ada pada magnetisasi besi dapat pula dijumpai pada sensor. Misalnya, pada suatu temperatur tertentu sebuah sensor dapat

memberikan keluaran yang berlainan. Empat sifat diantara syarat-syarat, yaitu: linieritas, ketergantungan pada temperatur, stabilitas waktu dan histerisis menentukan ketelitian sensor (Petruzella, 2001).

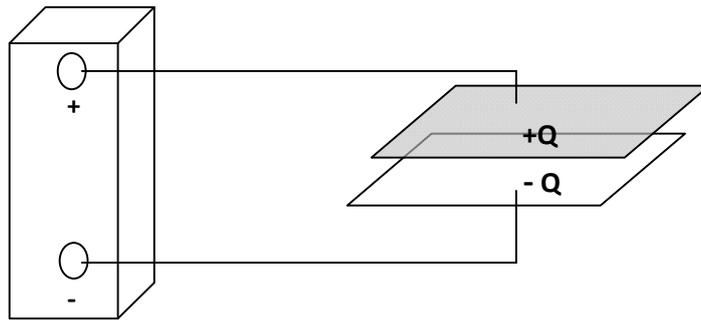
D. Kapasitor Keping Sejajar

Kapasitor adalah komponen elektronika yang terdiri dari dua konduktor yang berdekatan tetapi terisolasi satu sama lain dan membawa muatan yang sama besar dan berlawanan. Komponen ini sangat penting dalam elektronika atau listrik karena mempunyai sifat-sifat:

1. dapat menyimpan dan mengosongkan muatan listrik,
2. tidak dapat mengalirkan arus searah (DC),
3. dapat mengalirkan arus bolak-balik (AC), dan
4. dapat memperhalus riak yang terjadi ketika arus bolak-balik (AC)

dikonversikan menjadi arus searah (DC) pada catu daya.

Umumnya, kapasitor yang digunakan adalah kapasitor keping sejajar yang menggunakan dua keping konduktor sejajar. Kepingan tersebut dapat berupa lapisan-lapisan logam yang tipis, yang terpisah dan terisolasi satu sama lain. Ketika kepingan terhubung pada piranti yang bermuatan (contohnya baterai), seperti ditunjukkan pada Gambar 3, muatan akan dipindahkan dari satu konduktor ke konduktor lainnya sampai beda potensial antara kutub positif (+) dan kutub negatif (-) konduktor sama dengan beda potensial antara kutub positif (+) dan kutub negatif (-) baterai. Jumlah muatan (Q) yang dipindahkan tersebut sebanding dengan beda potensialnya (Tipler, 1991).



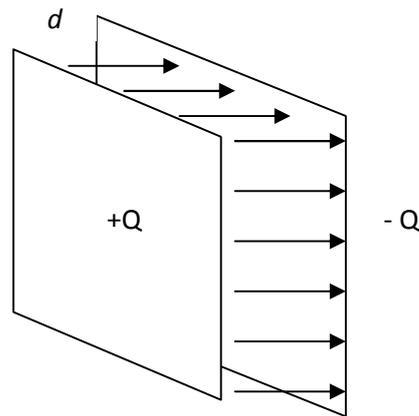
Gambar 3. Kapasitor keping sejajar.

1. Medan listrik kapasitor

Benda yang bermuatan listrik, disetiap titiknya terdapat kuat medan listrik. Bila muatannya diperbesar, maka kuat medan listrik disekitar benda bermuatan listrik tersebut menjadi lebih besar dan sebaliknya. Bila muatannya diperkecil, maka kuat medan listriknya menjadi lebih kecil (Haliday, 1986).

Kehadiran medan listrik disekitar bahan mengakibatkan atom-atom pada bahan membentuk momen-momen dipole listrik. Banyaknya momen-momen dipole listrik persatuan volume bahan disebut polarisasi (Sarwate, 1990).

Untuk menghasilkan medan listrik E yang kuat dari suatu kapasitor keping sejajar (Gambar 4) yang terdiri dari dua keping yang sama luasnya dan terpisah dengan jarak d , maka jarak d harus lebih kecil dibandingkan dengan panjang dan lebar keping (Tipler, 1991).



Gambar 4. Medan listrik kapasitor keping sejajar

Pada Gambar 4. kapasitor keeping sejajar diberikan muatan +Q pada satu keping dan muatan –Q pada keping lainnya. Garis-garis medan listrik antara keping-keping suatu kapasitor keping sejajar yang terpisah pada jarak yang sama, akan menunjukkan bahwa medan listrik bersifat seragam. sehingga, beda potensial antara bidang-bidang kapasitor sama dengan medan listrik (E), yang ditimbulkan dengan jarak pemisah d :

$$V = E \cdot d \quad (1)$$

atau

$$V = E \cdot d = \frac{q \cdot d}{A \cdot k \cdot \epsilon} \quad (2)$$

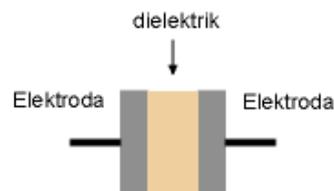
dengan

$k = \epsilon =$ Permittivitas relatif bahan (konstanta dielektrik bahan)

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh

suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar 5. Prinsip dasar kapasitor

2. Kapasitansi

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulomb pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa *Sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 Volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulomb*. Dengan rumus dapat ditulis :

$$C = \frac{Q}{V} \quad (3)$$

dengan

Q = muatan elektron dalam C (coulomb);

C = nilai kapasitansi dalam F (farad);

V = besar tegangan dalam V (volt).

Ketika kedua konduktor dipisahkan oleh isolator terdapat medan listrik, sehingga di tempat itu tersimpan tenaga potensial. Beda potensial antar konduktor (V) sebanding dengan muatan tersimpan (Q) pada konduktor.

Jika diantara kedua keping kapasitor yang semula vakum diganti dengan isolator, maka beda potensial antarpelat berubah menjadi V yang nilainya lebih kecil dari V_0 . Maka didefinisikan tetapan dielektrik k sebagai

$$k = \frac{V_0}{V} \quad (4)$$

Nilai k bergantung jenis isolator yang dipakai. Berdasarkan persamaan (3) berarti pada isolator vakum memiliki $k = 1$, sedangkan untuk jenis isolator yang lain $k > 1$. Berkurangnya beda potensial antara kedua konduktor yang disebabkan oleh pemberian isolator dan bukan disebabkan adanya muatan yang hilang didalam pelat. Ini dibuktikan, bila isolator itu diambil, maka beda potensial antara pelat kembali lagi menjadi V_0 . Jadi pemberian isolator tidak memberi akibat apapun terhadap jumlah muatan yang disimpan, namun menyebabkan beda potensialnya turun.

Seandainya sebuah kapasitor pelat sejajar ketika berisolator vakum bermuatan keseluruhan Q_0 , berbeda potensial V_0 dan berkapasitas C_0 . Setelah diisi dengan isolator lain, beda potensialnya menjadi V dan kapasitasnya C , sehingga:

$$C = \frac{Q_0}{V} = K \cdot C_0 \quad (5)$$

Jadi, pemberian isolator bersifat menaikkan kapasitas kapasitor (kapasitansi), sebab $k > 1$.

Jika kapasitor dibuat tetap terhubung dengan baterai, dan meskipun telah diisikan isolator lain diantara pelat konduktor, sehingga beda potensialnya tetap V_0 . Kapasitas kapasitor itu tetap C , sehingga dengan mengacu persamaan (5) dan kaitan $Q_0 = C_0 V_0$, Berarti muatan yang tersimpan dikapasitor sekarang adalah :

$$Q = k Q_0 \quad (6)$$

Jadi keberadaan isolator berfungsi menaikkan jumlah muatan maksimum yang dapat disimpan, sebab Q lebih besar dari pada Q_0 . Kapasitas kapasitor pelat sejajar yang luas saetiap pelatnya A , jarak antar pelat d dan berisi isolator bertetapan dielektrik k , memenuhi :

$$C = k \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad (7)$$

Tetapan $k \varepsilon_0 (= \varepsilon)$ disebut *permitivitas dari isolator*, dan selanjutnya persamaan diatas dapat ditulis menjadi :

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad (8)$$

(Murdaka dan Priyambodo, 2010)

3. Dielektrik

Suatu material non-konduktor seperti kaca, kertas, air atau kayu disebut dielektrik. Ketika ruang diantara dua konduktor pada suatu kapasitor diisi dengan dielektrik, kapasitansi naik sebanding dengan faktor k yang merupakan karakteristik dielektrik dan disebut sebagai konstanta dielektrik. Kenaikan kapasitansi disebabkan oleh melemahnya medan listrik diantara keping kapasitor akibat kehadiran dielektrik. Dengan demikian, untuk jumlah muatan tertentu pada keping

kapasitor, beda potensial menjadi lebih kecil dan kapasitansi kapasitor akan bertambah besar (Tipler, 1991).

$$V_d = \left(\frac{1}{1 + Z_0} \right) \frac{d_1}{d_0} V_0 \quad (10)$$

dengan:

V_0 = beda potensial pada kapasitor keping sejajar (V);

V_d = beda potensial pada bahan yang terpolarisasi (V);

d_0 = jarak antara keping (meter);

d_1 = tebal bahan (meter);

Persamaan (10) merupakan persamaan yang digunakan sebagai konversi nilai tegangan keluaran menjadi nilai-nilai kerentanan listrik (Z_0) (Sears dan Zemansky, 1971).

Kuat medan listrik maksimum (E_{mak}) yang masih dapat digunakan pada sebuah dielektrik kapasitor disebut *kekuatan dielektrik*. Kekuatan dielektrik ini bergantung pada struktur fisis isolator. Medan listrik (E_{mak}) disebut juga *medan listrik dadal* yang dilambangkan (E_{bd}) dan itu terjadi pada saat beda potensial antar pelat maksimum (V_{mak}). Beda potensial dilambangkan dengan (V_{bd}), jika pada pelat sejajar itu berjarak antar pelat d maka (E_{bd}) dinyatakan dalam kV/mm, dan memenuhi kaitan :

$$E_{bd} = \frac{V_{bd}}{d} \quad (11)$$

Tabel 2.1. Kekuatan dielektrik dari beberapa jenis isolator, ketika bersuhu kamar dan bermedan listrik lunak.

Material	Tetapan Dielektrik k	Kekuatan dielektrik (kV/mm)
Vakum	1,00000	-
Udara kering	1,00054	0,8
Air	78	-
Mika	5,4	10-150
Kertas	3,5	14
Pirek	4,5	13
Polietilen	2,3	50
Teflon	2,1	60
Titanium Oksida	100	6

(Murdaka dan Priyambodo, 2010).

E. Mikrokontroler ATMEGA 8535

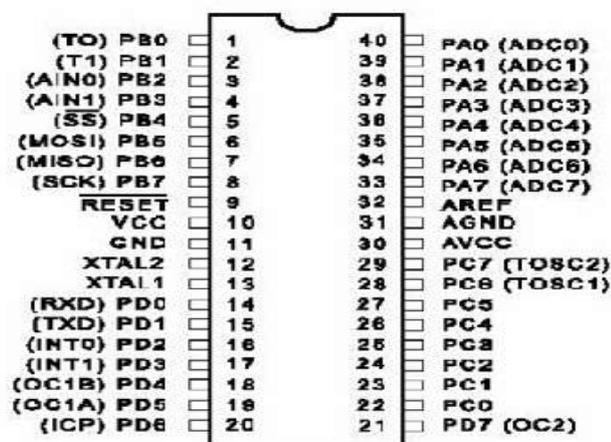
Atmel merupakan salah satu vendor yang bergerak dibidang mikroelektronika, telah mengembangkan Alf and Vegard's Risc Processor (AVR) sekitar tahun 1997. Berbeda dengan mikrokontroler MCS51, AVR menggunakan arsitektur Reduce Intruction Set Computer (RISC) yang mempunyai lebar bus data 8 bit. Perbedaan ini bisa dilihat dari frekuensi kerjanya. MCS51 memiliki frekuensi kerja seperduabelas kali frekuensi oscillator sedangkan frekuensi kerja AVR sama dengan frekuensi oscillator. Jadi dengan frekuensi oscillator yang sama, kecepatan AVR dubelas kali lebih cepat dibanding kecepatan kecepatan MCS51. Secara umum AVR dibagi menjadi 4 kelas, yaitu ATtiny, AT90sxx, ATMega dan AT86RFxx. Perbedaan antar tipe AVR terletak pada fitur-fitur yang ditawarkan, sementara dari segi arsitektur dan intruksi yang digunakan hampir sama (Heryanto dan Wisnu, 2008).

1. Arsitektur ATmega8535

a. Fitur

1. 8 bit AVR berbasis RISC dengan performa tinggi dan konsumsi daya rendah
2. Kecepatan maksimal 16MHz
3. Memori:
 - a. 8 KB Flash
 - b. 512 Byte SRAM
4. Timer/Counter :
 - a. 2 buah 8 bit timer/counter
 - b. 1 buah 16 bit timer/counter
 - c. 4 kanal PWM
5. 8 kanal 10/8 bit ADC
6. Programmable serial USART
7. Komparator analog
8. 6 pilihan sleep mode untuk penghematan daya listrik
9. 32 jalur I/O yang bisa deprogram

b. Konfigurasi Pin



Gambar 6. PINOut ATmega8535 (fadhilah, 2009)

1. Power , VCC dan GND (Ground)
2. PORTA (PORT0-7), merupakan pin I/O dua arah dan berfungsi khusus sebagai masukan ADC
3. PORTB (PORT0-7), merupakan pin I/O dua arah dan berfungsi khusus sebagai pin timer/counter, komparator analog dan SPI
4. PORTC (PORT0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus
5. PORTD (PORT0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus
6. RESET adalah pin untuk mereset mikrokontroler
7. XTAL 1 dan XTAL2 pin untuk eksternal clock
8. AVCC adalah pin masukan untuk tegangan ADC
9. AREF adalah pin masukan untuk tegangan referensi eksternal ADC.

c. Peta Memori

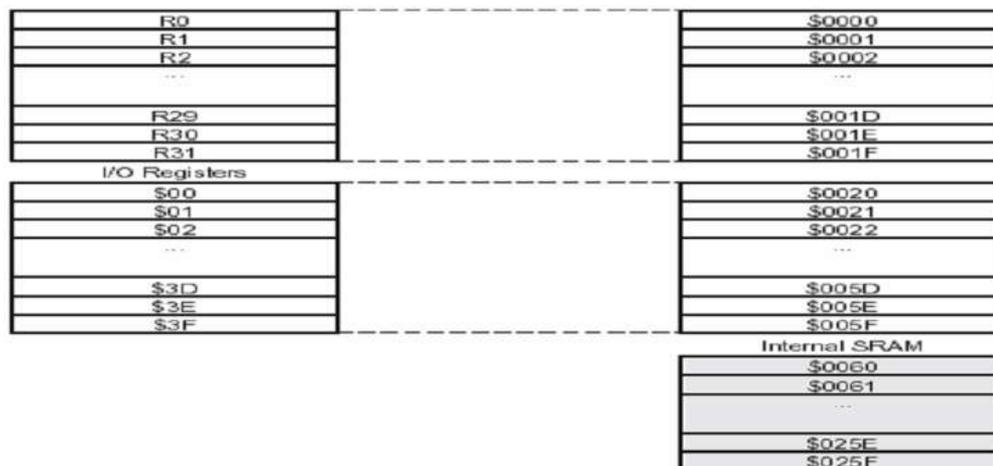
ATMega8535 memiliki dua ruang memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain dua memori utama, ATMega8535 juga memiliki fitur EEPROM yang dapat digunakan sebagai penyimpan data.

1. Flash Memori

ATMega8535 memiliki Flash Memory sebesar 8 Kbytes untuk memori program. Karena semua intruksi AVR menggunakan 16 atau 32 bit, maka AVR memiliki organisasi memori 4 Kbyte x 16 bit dengan alamat dari \$000 hingga \$FFF. Untuk keamanan software, memori flash dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian Boot Program dan bagian Application Program. AVR tersebut memiliki 12 bit Program Counter (PC) sehingga mampu mengamati isi flash memori.

2. SRAM

ATMega8535 memiliki 608 alamat memori data yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register file, 64 buah I/O register dan 512 byte internal SRAM .



Gambar 7. Peta Memori Data AVR ATMega8535 (fadhilah, 2009).

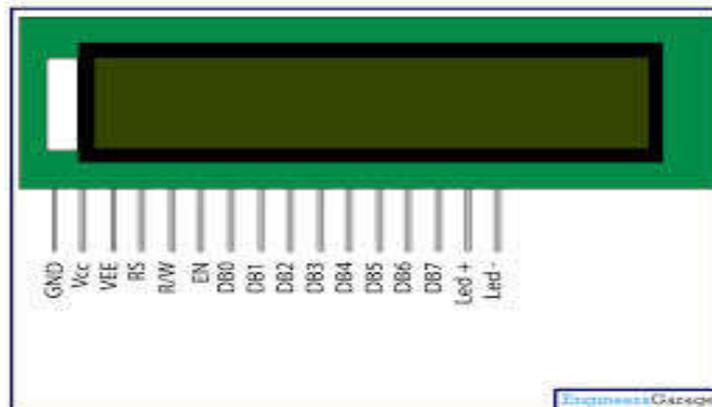
Tampak pada peta memori data bahwa alamat \$0000-\$001E ditempati oleh register file. I/O register menempati alamat dari \$0020-\$005F. Sedangkan sisanya sebagai internal SRAM sebesar 512 byte (\$0060-\$025F).

d. EEPROM

ATMega8535 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8 bit sebesar 512 byte (\$000-\$1FF) (fadhilah, 2009).

F. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah, tipis datar tampilan visual elektronik yang menggunakan sifat modulasi cahaya kristal cair. Kristal cair yang tidak memancarkan cahaya secara langsung.



Gambar 8. Liquid Crystal Display (LCD, 2011)

Mereka digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk monitor komputer , televisi , panel instrumen, display kokpit pesawat , signage , dll. LCD telah menggantikan tabung sinar katoda untuk menampilkan dalam sebagian besar aplikasi.

Sebuah LCD M1632 mampu menampilkan dalam satu baris 8 karakter atau 16 karakter dua baris. LCD M1632 ini memiliki karakteristik yaitu konsumsi daya yang rendah yaitu 2,7 sampai 5,5 volt. Gambar 2.12 menunjukkan hubungan antara layer LCD M1632 dengan dengan HD44780 yang merupakan mikrokontroler pengendali LCD. HD44780 buatan Hitachi sudah tertanam pada modul M1632 ini (Nalwan, 2003).

Setiap pin LCD M1632 mempunyai fungsi yang berbeda seperti yang dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi pin-pin LCD (Nalwan, 2003).

No Pin	Sinyal	I/O	Fungsi
1	V _{SS}	Power	Ground
2	V _{CC}	Power	2,7 V sampai 5,5 V
3	V _{EE}	Power	Penggerak LCD
4	RS	Input	0 : Instruction register (write) dan address counter (read) 1 : Data register (write and read)
5	R/W	Input	Memilih operasi write (0)/read (1)
6	E	Input	Memilih operasi write/read Data
7..10	DB ₃ ..DB ₀	Input/Output	Empat high data bus three state bidirectional
11..16	DB ₇ ..DB ₄	Input/Output	Empat high data bus three state bidirectional

No Pin Sinyal I/O Fungsi

1 V_{SS} Power Ground

2 V_{CC} Power 2,7 V sampai 5,5 V

3 V_{EE} Power Penggerak LCD

4 RS Input 0 : Instruction register (write) dan address counter (read)

1 : Data register (write and read)

5 R/W Input Memilih operasi write (0)/read (1)

6 E Input Memilih operasi write/read Data

7-10 DB₃-DB₀ Input/Output Empat high data bus three state bidirectional

11-16 DB7-DB4 Input/Output Empat high data bus three state bidirectional.

Modul LCD M1632 memiliki beberapa jenis memori yang digunakan untuk menyimpan atau memproses data-data yang akan ditampilkan pada layar LCD.

a. DDRAM adalah memori tempat karakter yang akan ditampilkan. Contohnya karakter 'A' atau 41h yang ditulis pada alamat 00 akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40h, karakter tersebut akan tampil pada baris kanan dari LCD (Nalwan, 2003).

b. CGRAM adalah memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dan bentuk karakter dapat diubah-ubah sesuai keinginan. Akan tetapi isi memori ini akan hilang saat power supply dimatikan, sehingga pola karakter akan hilang.

c. CGROM adalah memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dan pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780 sehingga pengguna tidak dapat mengubahnya. Oleh karena ROM bersifat permanen, pola karakter tersebut tidak akan hilang walau catu daya dimatikan (Nalwan, 2003).

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Laboratorium Pemodelan Jurusan Fisika Universitas Lampung. Penelitian dimulai pada bulan September 2015.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut.

1. Project board (papan uji) berfungsi sebagai tempat menguji rangkaian.
2. Multimeter berfungsi sebagai pembaca nilai tegangan listrik, arus listrik dan hambatan listrik.
3. Power Supply berfungsi sebagai sumber tegangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian.

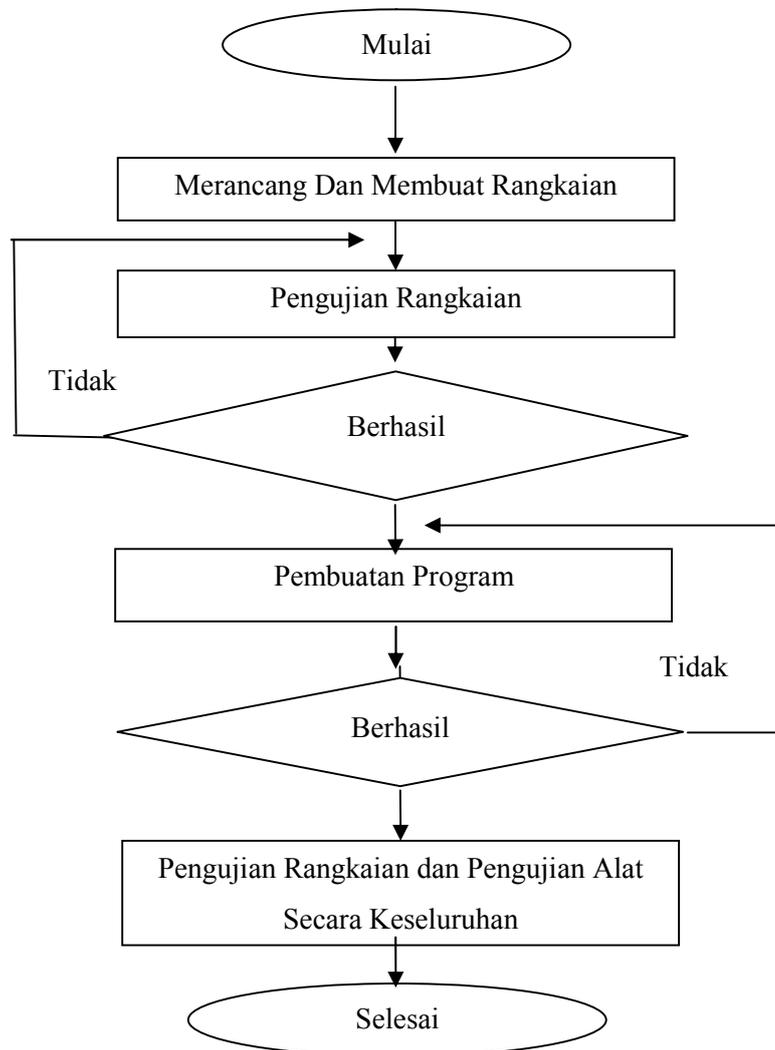
1. Karbohidrat/gula yang berasal dari produk pangan.
2. *Printed Circuit Board* (PCB) berfungsi sebagai tempat meletakkan komponen alat elektronika yang akan dirangkai.
3. Pelat tembaga yang akan digunakan sebagai konduktor.
4. Komponen-komponen elektronika seperti resistor, kapasitor dan transistor.

C. Prosedur Penelitian

Dalam perancangan alat pengukur kadar gula ini dilakukan langkah- langkah kerja perancangan sebagai berikut.

1. Diagram Alir Penelitian.

Langkah-langkah penyelesaian penelitian ini secara umum dilakukan seperti dijelaskan dalam diagram alir Gambar 3.1



Gambar 3.1. Diagram alir perancangan alat pengukur kadar gula.

2. Studi literatur.

Studi literatur dimaksudkan untuk mempelajari berbagai sumber referensi (buku dan internet) yang berkaitan dengan pembuatan alat. Literatur yang dipelajari adalah literatur yang berkaitan.

- a. Prinsip kerja alat pengukur kadar gula yang didapat dari pembelajaran sendiri.
- b. Cara kerja rangkaian dari alat yang dibuat.

D. Perancangan Sistem

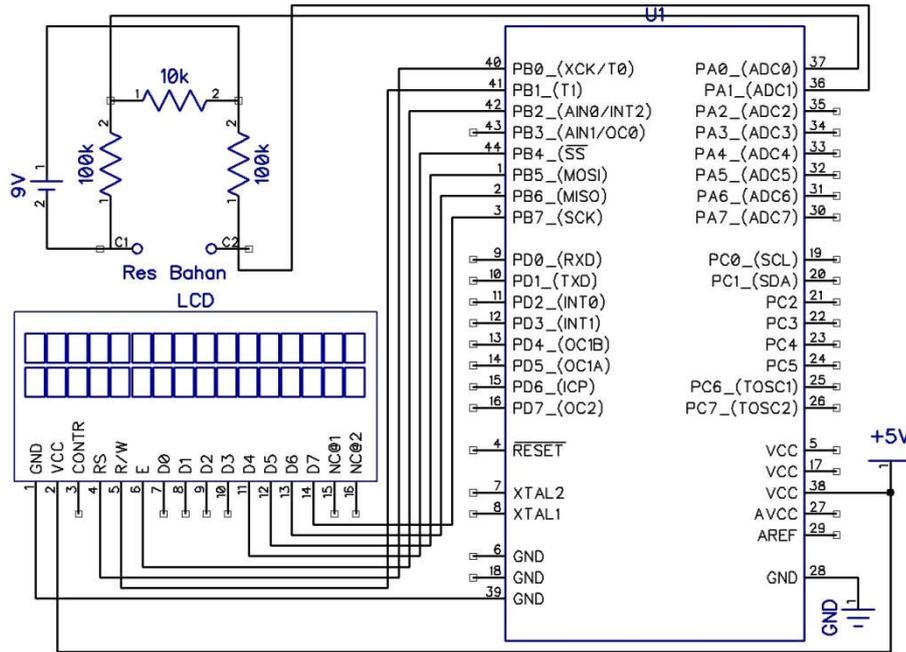
Bab ini membahas tentang perancangan bagian elektronik pada sistem pengukuran kadar gula pada bahan pangan. Sistem pengukuran ini terdiri dari bagian elektrik dengan keluaran LCD. Bagian elektrik berupa sensor kapasitor keping sejajar yang dirangkai dengan rangkaian pengukur tegangan dan catu daya. Sistem pengukuran ini memiliki keluaran berupa tegangan yang dikonversi dengan persentase gula yang di tampilkan pada LCD. Diagram blok sistem akuisisi data diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Blok sistem pengukuran konsentrasi kadar gula.

1. Perancangan Sistem Pengukuran Kadar Gula

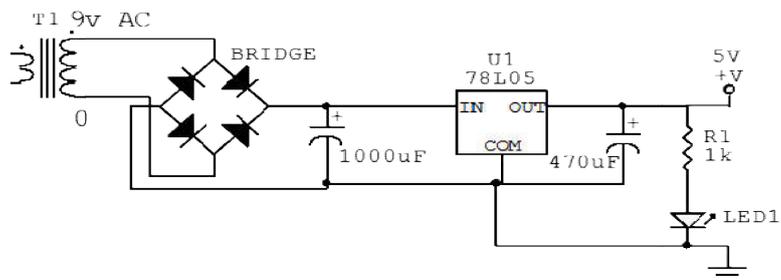
Rancangan alat ukur yang dibuat pada penelitian ini terdiri dari catu daya pelat kapasitor terbuat dari tembaga yang terisolasi, Rangkaian pengkondisi sinyal Jembatan Wheatstone, Mikrokontroler dan penampil informasi LCD. Rancangan alat pengukuran dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Rancangan Alat pengukuran kadar gula pada produk pangan

a. Rangkaian Catu Daya

Pada rangkaian ini menggunakan sebuah catu daya yang digunakan untuk mencatu semua rangkaian. Rangkaian catu daya ini menggunakan LM 7805 yang berfungsi sebagai regulator atau penstabil tegangan dengan kapasitas arus maksimal 500 mA. Sehingga keluaran tegangan dari catu daya ini sebesar 5 Vdc. Dimana tegangan 5 V ini digunakan untuk mencatu sensor kapasitor keping sejajar, rangkaian mikrokontroler dan sebagai pencatu LCD.



Gambar 3.4. Rangkaian Catu Daya

b. Sensor Kapasitor Keping Sejajar

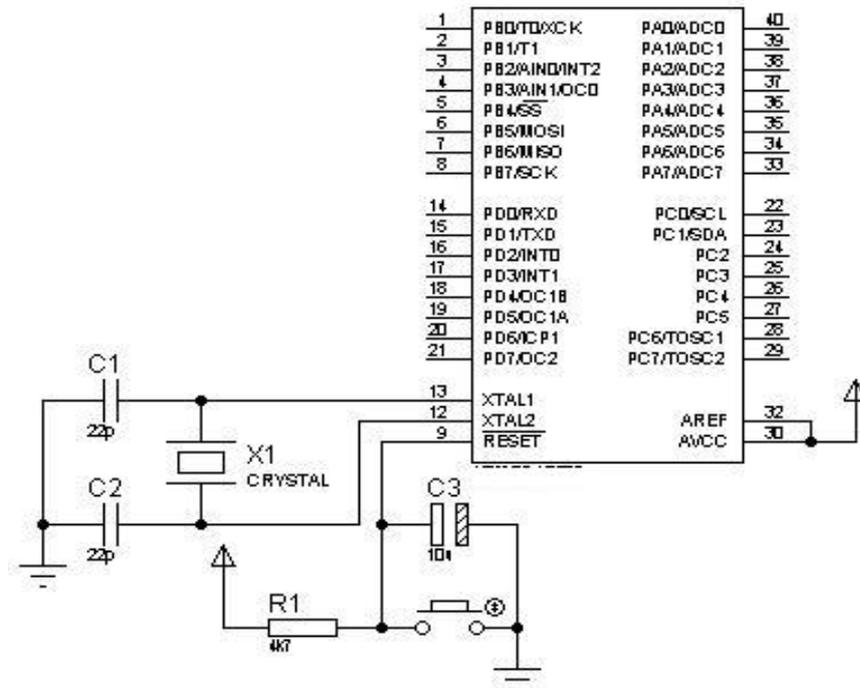
Sensor Kapasitor keping sejajar adalah piranti yang mengubah besaran fisik menjadi besaran fisik lain, dalam hal ini adalah perubahan besaran kimia menjadi besaran listrik. kapasitor yang digunakan adalah kapasitor keping sejajar yang menggunakan dua keping konduktor sejajar. Kepingan tersebut dapat berupa lapisan-lapisan logam yang tipis, yang terpisah dan terisolasi satu sama lain. Ketika kepingan terhubung pada piranti yang bermuatan (contohnya baterai), seperti ditunjukkan pada Gambar 1, muatan akan dipindahkan dari satu konduktor ke konduktor lainnya sampai beda potensial antara kutub positif (+) dan kutub negatif (-) konduktor sama dengan beda potensial antara kutub positif (+) dan kutub negatif (-) baterai. Jumlah muatan (Q) yang dipindahkan tersebut sebanding dengan beda potensialnya (Tipler, 1991).

Kedua pelat kapasitor yang disejajarkan begitu besar dan begitu berdekatan kita dapat mengabaikan rumbai (*fringing*) dari medan listrik di tepi pelat, Menganggap medan listrik konstan pada seluruh wilayah diantara pelat. Suatu Nilai kapasitansi memang benar hanya tergantung pada faktor geometris yaitu, luas pelat A dan jarak pemisah pelat d (Halliday, 2010).

Tahap ini bertujuan mengetahui sensitivitas sensor dengan mengetahui nilai V_{out} sensor dalam dua perlakuan. Kondisi saat sebelum penambahan gula dan sesudah penambahan gula pada bahan yang akan diukur, yaitu sensor dengan berbagai macam konsentrasi gula.

c. Rangkaian Minimum ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 adalah piranti yang digunakan sebagai kontrol pada penelitian ini, adapun rangkaian minimum dari mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rangkaian Minimum ATmega8535

E. Metode Perlakuan Alat Ukur Kadar Gula pada Bahan Pangan

Pada alat ukur kadar gula diperlukan perlakuan untuk mengetahui keakuratan sensor untuk membaca kadar gula di berbagai produk pangan. Cara pengkalibrasian alat ukur kadar gula dengan cara memberi perlakuan kadar gula pada suatu bahan pangan yang akan diambil nilai tegangannya. Dalam hal ini memberi perlakuan sebelum ditambahkan gula dan setelah penambahan gula

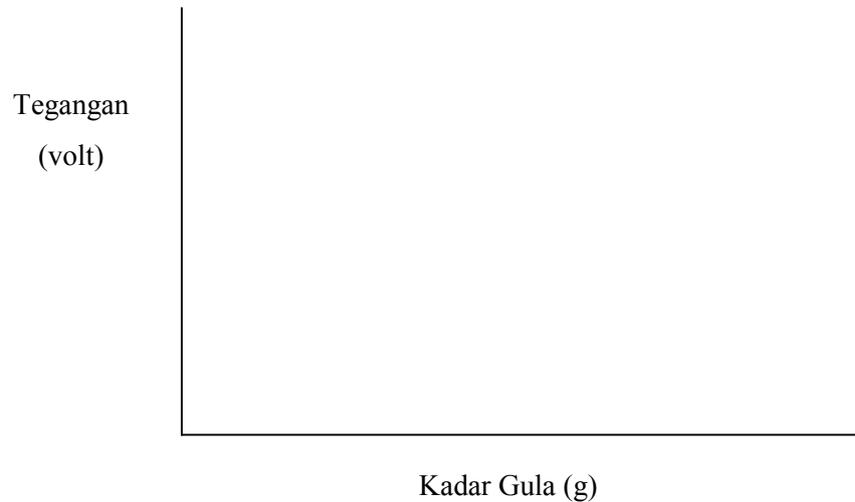
sesuai dengan konsentrasinya. Pertama melakukan pengukuran pada bahan pangan sebelum ditambahkan gula menggunakan alat ukur kadar gula yang akan dibuat, dalam hal ini menggunakan kapasitor keping sejajar.

Kemudian memberikan perlakuan kepada sensor kapasitor dengan menambahkan kadar gula yang telah diketahui kadarnya tadi dengan alat ukur kadar gula yang akan dibuat seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1. Tegangan keluaran sensor pada bahan pangan Terigu setelah penambahan gula

No	Massa (g)	Penambahan gula (g)	Tegangan (V)
1	100	-	-
2	90	10	-
3	80	20	-
4	70	30	-
5	60	40	-
6	50	50	-
7	40	60	-
8	30	70	-
9	20	80	-
10	10	90	-

Keluaran dari sensor kapasitor merupakan tegangan, sehingga akan diketahui tegangan tertentu setelah penambahan kadar gula pada bahan pangan yang diukur. Setelah diketahui masing-masing gula dan tegangannya kemudian dimasukkan ke dalam excel sehingga dapat diketahui persamaan grafik dari data tegangan serta kadar gulanya.

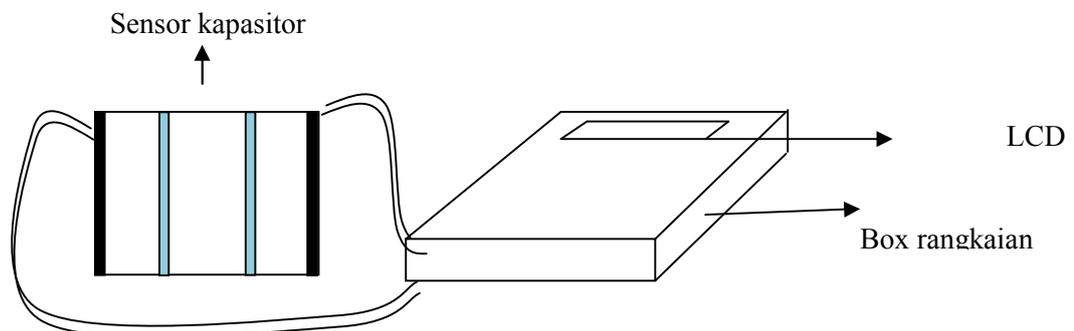


Gambar 3.6 Rancangan Grafik Analisis Data Tegangan Terhadap Kadar Gula (g)

F. Pengujian Fungsi Alat Ukur

Percobaan alat terdiri atas tiga bagian yaitu percobaan untuk menguji alat ukur, percobaan untuk menguji sistem akuisisi data dan percobaan menguji perangkat lunak.

1. Pada percobaan untuk menguji alat ukur, digunakan rumah rangkaian (*casing*) yang berbentuk kotak. Posisi pemasangan sensor diperlihatkan pada Gambar 3.7. berikut.



Gambar 3.7. Posisi pemasangan sensor

2. Pengujian sistem akuisisi data, pengujian ini berguna untuk mengetahui apakah rangkaian sistem ini bekerja dengan baik atau tidak.
3. Pengujian perangkat lunak apakah sudah sesuai dengan apa yang diharapkan.

Percobaan ini dilakukan dengan melakukan berbagai macam produk pangan. Yang diharapkan dari pengujian ini adalah nilai resistansi keluaran sensor dan konsentrasi alat yang standar.

G. Teknik Pembuatan Sampel

Sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah bahan pangan berupa tepung terigu sebagai bahan dasar untuk pengkalibrasian alat. Sampel tepung terigu dibuat dengan bentuk gel atau adonan dengan ukuran berat yang sudah ditentukan. Sampel yang dibuat disesuaikan berat dengan jumlah penambahan gula. Gula yang dicampurkan pada sampel harus terlarut oleh sampel agar hasil pengukuran lebih maksimal keakuratannya. Pengukuran dilakukan dalam tempat berbentuk kotak yang sudah didesain dengan pelat kapasitor di dalamnya. Pengambilan hasil pengukuran dilakukan dengan melihat hasil tegangan terhadap jarak yang diberikan oleh pelat kapasitor.

H. Rancangan Analisis Data

Berikut ini adalah rancangan analisis data yang akan dilakukan pada pengukuran konsentrasi gula pada sampel bahan pangan sebagai berikut:

Tabel 3.2. Rancangan Pengukuran kadar gula tahap awal:

No	Bahan Pangan (g)	Pengukuran ke-			Rata-rata (V)
		1	2	3	
1	Terigu				
2	Sagu				
3	Tepung Beras				
4	Tepung Maizenaku				
5	Tepung Tapioka				
6	Beras Merah				

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Alat ukur kadar gula berhasil dibuat dengan menggunakan sensor kapasitor keping sejajar berbasis mikrokontroler Atmega 8535 yang mampu mengukur kadar gula pada produk pangan berdasarkan nilai perubahan tegangan dengan nilai ketelitian 0,01 V.
2. Hasil analisis pengukuran pada produk pangan menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan pada produk pangan maka semakin rendah nilai kadar gula pada produk pangan sebaliknya, semakin rendah tegangan pada produk pangan maka semakin tinggi nilai kadar gula pada produk pangan tersebut.
3. Hasil pengukuran sampel pada produk pangan dengan nilai kadar gula tinggi terdapat pada tepung beras sebesar 31,36 %, sedangkan nilai kadar gula rendah terdapat pada tepung terigu sebesar 10,90%.

B. Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan penelitian selanjutnya, disarankan hal-hal berikut ini.

1. Alat ukur kadar gula dibuat lebih sederhana dan praktis. Alat yang dibuat dalam penelitian ini masih menggunakan sumber daya dari PLN sehingga sulit digunakan untuk pengambilan data di lapangan. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan membuat alat ukur kadar gula menggunakan sumber tegangan dari baterai.
2. Pengisolasian pelat tembaga pada kapasitor menggunakan emas agar pelat dapat menyimpan muatan listrik lebih baik. Hal ini didukung oleh konduktivitas emas yang sangat tinggi.
3. Sebagai perbandingan dapat digunakan produk minuman sebagai sampel dalam pengukuran kadar gula oleh alat ukur kadar gula.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah. 2009. *Kajian Pengaruh Substitusi Parsial Tepung Terigu Dengan Tepung Daging Sapi Dalam Pembuatan Kreker Terhadap Kerenyahan dan Sifat Sensori Kreker Selama Penyimpanan*. Departemen Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Departemen, IPB. Bogor.
- Chang, R. 2003. *Kimia Dasar Jilid 2*. Penerjemah: Suminar Setiati Achmadi. Erlangga. Jakarta.
- Fadhilah, Harist. 2009. *Sistem Sirkulasi Udara Pada Ruangan dengan Kipas Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Farihul, I dan W. Anang. 2010. Teknik analisis kadar sukrosa pada buah pepaya. *Buletin Teknik Pertanian Vol.15, No.1*.
- Gianti, Ice dan H. Evannarini. 2011. Pengaruh Penambahan Gula dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Fisik Susu Fermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak Vol.6, No.1*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hadiwijaya, H. 2013. Pengaruh Perbedaan Penambahan Gula Terhadap Karakteristik Sirup Buah Naga Merah. *Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Andalas Padang*.
- Halliday, D dan R. Resnick. 1986. *Fisika Jilid 2, Edisi ke-3*. Penerjemah: Pantur Silaban dan Erwin Sucipto. Erlangga. Jakarta.
- Halliday, D dan R. Resnick. 2010. *Fisika Jilid 2, Edisi ke-7*. Penerjemah: Euis Sustini, Agus Suroso, Fourier Dzar Eljabbar Latief, Fatimah, dan Priastuti. Erlangga. Jakarta.
- Haryanto dan Pangloli. 1992. *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Kanisius. Yogyakarta.
- Heryanto, M. Ary dan Wisnu Ady. 2008. *Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*. Andi. Yogyakarta.

- Mujib, Saifudin dan Melania Suweni. 2013. Perancangan Sensor Kelembaban Beras Berbasis Kapasitor. *Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol. 1, No. 1. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.*
- Murdaka, Bambang dan Priyambodo. 2010. Fisika Dasar. Andi. Yogyakarta.
- Nalwan, P.A. 2003. *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51 Hal. 11-19.* PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Novianti, Yeni. 2008. *Diabetes Cookies.* Kawan Pustaka. Jakarta.
- Petruzella, Frank D. 2001. *Elektronika industry.* Andi. Yogyakarta.
- Prasetyo, M. Tony dan Luqman Assafat. 2010. Efektifitas Pemasangan Kapasitor sebagai Metode Alternatif Penghemat Energi Listrik. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 3, No. 2. Universitas Muhammadiyah. Semarang.*
- Raini, M dan A. Isnawat. 2011. Kajian khasiat dan keamanan stevia sebagai Pemanis Pengganti Gula. (Artikel) *Media Litbang Kesehatan Vol. 21, No. 4.*
- Ratnayani, Dwi Adhi dan Gitadewi. 2008. Penentuan Kadar Glukosa dan Fruktosa pada Madu Randu dan Madu Kelengkeng dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Kimia Vol. 2, No. 2. Universitas Udayana. Bukit Jimbaran.*
- Sarwate, V.V. 1990. *Electromagnetic Field and Waves.* John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Setyarini, Lusiana Weny, Heru Setijono, dan M. Hatta. 2012. Perancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi Larutan Gula Menggunakan Metode Difraksi. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, No. 1. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Tamridho, Riza. 2010. *Rancangan Bangun Alat Pengukur Kadar Gula Darah.* Universitas Indonesia. Depok.
- Tamridho, Riza. 2010. Rancangan Bangun Alat Ukur Kadar Gula Dalam Darah. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 2, No. 4. Universitas Indonesia.*
- Tipler, P. 1991. *Fisika Untuk sains dan Teknik, Edisi ke-3.* Erlangga. Jakarta.
- Winarno, F.G dan F. Srikandi. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan.* Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1997. *Pangan, Enzim dan Konsumen.* Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.