

**KARAKTERISASI KAPASITOR SEMI SILINDER SEBAGAI SENSOR
TINGKAT KEMANISAN BUAH JERUK**

(Skripsi)

Oleh

AZMI PRILLY NAISA



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF SEMI-CYLINDRICAL CAPACITORS AS SWEETNESS LEVEL SENSOR OF AN ORANGE

By

Azmi Prilly Naisa

It has been realized the characterization of semi-cylindrical capacitors as sweetness level sensor of an orange. The characterization is done by giving input to the capacitor plate using an oscillator with a variation of the frequency value of 1 kHz, 10 kHz, and 100 kHz. The Oscillator using IC XR-2206. The output signal from the capacitor is an AC signal, which is then forwarded to the full wave rectifier circuit. The output voltage from full wave rectifier circuit is DC voltage, and then the output is measured using a multimeter. Lastly, the sweetness of the orange is measured using pocket refractometer Otago PAL- α . The characteristic testing of the semi-cylindrical capacitors was carried out on 17 oranges with different levels of sweetness. The most optimal measurement result are obtained at a frequency variation of 100 kHz because it has an output voltage value with a wider range of value that is equal to 75-125 mV, while the results obtained from the frequency values of 1 kHz and 10 kHz are in the same relative output voltage range of 40-65 mV.

Keywords: Semi-cylindrical Capacitors, orange, refractometer

ABSTRAK

KARAKTERISASI KAPASITOR SEMI SILINDER SEBAGAI SENSOR TINGKAT KEMANISAN BUAH JERUK

Oleh

Azmi Prilly Naisa

Telah direalisasikan karakterisasi kapasitor semi silinder sebagai sensor tingkat kemanisan buah jeruk. Karakterisasi ini dilakukan dengan memberikan masukan pada pelat kapasitor menggunakan osilator dengan variasi nilai frekuensi sebesar 1 kHz, 10 kHz, dan 100 kHz. Osilator ini menggunakan IC XR-2206. Sinyal keluaran dari kapasitor berupa sinyal AC yang kemudian diteruskan ke rangkaian penyearah gelombang penuh. Tegangan keluaran dari jembatan penyearah merupakan tegangan DC, kemudian keluaran tersebut diukur menggunakan multimeter. Kemudian kemanisan buah jeruk diukur menggunakan *pocket refractometer Otago PAL-a*. Pengujian karakteristik kapasitor semi silinder dilakukan pada 17 buah jeruk dengan tingkat kemanisan buah yang berbeda-beda. Hasil pengukuran yang paling optimal diperoleh pada variasi frekuensi sebesar 100kHz karena memiliki nilai tegangan keluaran dengan *range* nilai yang lebih bervariasi yaitu sebesar 75-125 mV, sedangkan hasil yang diperoleh dari nilai frekuensi 1 kHz dan 10 kHz berada di *range* tegangan keluaran yang relatif sama yaitu sebesar 40 – 65 mV.

Kata kunci: Kapasitor semi silinder, jeruk, refraktometer

**KARAKTERISASI KAPASITOR SEMI SILINDER SEBAGAI SENSOR
TINGKAT KEMANISAN BUAH JERUK**

Oleh

AZMI PRILLY NAISA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar

SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Fisika

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : KARAKTERISASI KAPASITOR SEMI SILINDER SEBAGAI SENSOR TINGKAT KEMANISAN BUAH JERUK

Nama Mahasiswa : Azmi Prilly Naisa

Nomor Pokok Mahasiswa : 1317041006

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Bandar Lampung,

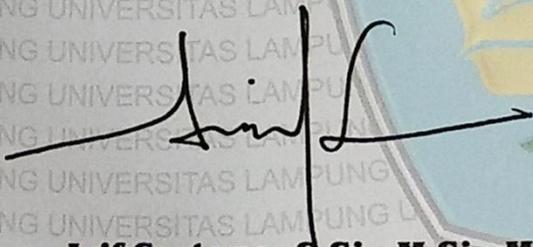
November 2019

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

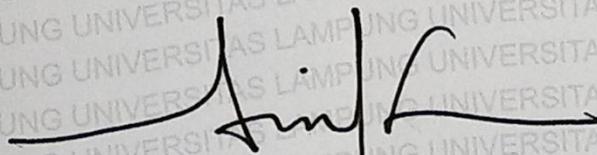


Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.
NIP. 19710909 200012 1 001



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

2. Ketua Jurusan Fisika



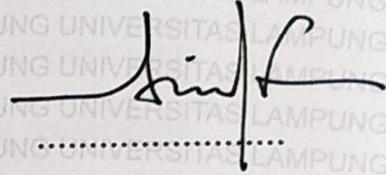
Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng
NIP. 19710909 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.



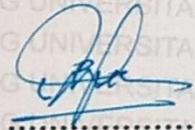
Sekretaris

: Drs. Amir Supriyanto, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Sri Wahyu Suciyati, S.Si., M.Si.

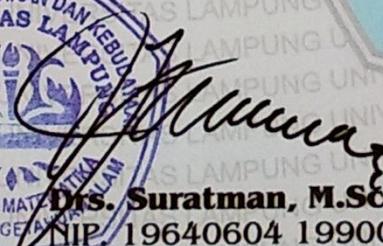


2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.

NIP. 19640604 199003 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 November 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang sama persis dengan yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang 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 hukum yang berlaku

Bandarlampung, 5 Desember 2019



Azmi Prilly Naisa
NPM. 1317041006

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Azmi Prilly Naisa. Penulis dilahirkan di Purwakarta pada 24 April 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Sekar Pancawati dan Asep Supena. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Kartika Purwakarta pada 2001, SDN 13 Pringsewu pada 2007, SMPN 1 Pagelaran pada 2010, dan SMK Widya Yahya pada 2013. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2013. Penulis pernah aktif dalam kegiatan organisasi seperti menjadi anggota bidang Sosial Masyarakat HIMAFI FMIPA Unila pada tahun 2014 dan menjadi sekretaris bidang Komunikasi dan Informasi FIMAFI FMIPA Unila pada tahun 2015.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. Pada tahun 2016 Cilegon Provinsi Banten di dinas Maintenance Service Iron Steel Making and Auxiliary (MS ISM & Aux) dengan judul laporan **“Analisa Sistem apengukuran Massa Baja Cair pada *Tundish* di *Continuous Casting Machine* (CCM) 3 *Slab Steel Plant* (SSP) PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk.** Penulis juga melaksanakan Kerja Kuliah Nyata (KKN) di desa Kediri, kecamatan Gadingrejo, kab. Pringsewu.

Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Fisika Dasar, Sains Dasar (Fisika), Elektronika Dasar, Pemrograman Komputer, Fisika Komputasi, Fisika Eksperimen, dan Fisika Inti.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohiim...

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT.

Ku persembahkan skripsi ini kepada:

Kedua orangtuaku : Sekar Pancawati dan Asep Supena yang selalu menjadi inspirasi hidup, motivator, dan orangtua paling hebat di dunia.

Kakekku : Kundharto yang selalu mendoakanku di setiap sujudnya, dan menjadi kakek terbaik di hidupku.

Saudaraku : Muhammad Asad Sahar dan Zahra Nanda Amardita atas kasih sayang, dukungan, dan semangat sehingga aku dapat mencapai semua ini.

Seluruh keluarga yang selalu memberikan motivasi

Almamater tercinta

Universitas Lampung

MOTTO

*Kesuksesan bukan dilihat dari hasilnya,
Tapi dilihat dari prosesnya.
Karena hasil direkayasa dan dibeli
Sedangkan proses selalu jujur menggambarkan siapa diri kita sebenarnya*

*“Sesungguhnya engkau berjalan pergi mempelajari suatu bab dari ilmu adalah
lebih baik bagi-Nya dari dunia dan isi-Nya”
(HR. Ibnu Hibban dan Ibnu Abdul Birri dari Al Hasan Al-Bashari)*

*“Berani berusaha meskipun gagal jauh lebih baik dibandingkan diam dengan
seribu ide brilian”
(Anonim)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Karakterisasi Kapasitor Semi Silinder Sebagai Sensor Tingkat Kemanisan Buah Jeruk**”. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandarlampung, November 2019

Penulis,

Azmi Prilly Naisa

SANWACANA

Segala puji bagi Allah, Rabb semesta alam yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih telah membantu penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. selaku ketua jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, pembimbing skripsi, dan pembimbing akademik yang selalu membimbing, menyemangati, dan memberikan ilmu baru dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si. selaku pembimbing yang selalu membimbing dan mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si. selaku pembahas yang senantiasa mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu selama kuliah.
5. Rizky Fadhlillah yang senantiasa membantu, berbagi pengalaman, memberikan semangat, ilmu baru, dan motivasi untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.

6. Arta Bayti Bonita dan Elisa Puspita yang selalu membantu dalam proses perkuliahan memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Kurdiyan, Rizki Julianto, Ervina Zuliyanti, Yugo Verdinan, Ganef Mafaza Hafiz, Andre Aldino, M. Ridho Antono, dan Final Dirahma Diansyah yang selalu memberikan motivasi untuk terus semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Fauza Ramadhan Nekola, Aditya Saputra, Rio Adhitya Putra, Mardianto, Ilwan Pusaka, Dian Kartika Ratnasari, Suwarni dan Doni Mailana Pangestu yang selalu memberikan motivasi dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
9. Teman- teman Fisika angkatan 2013 yang selalu memberi semangat selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas dengan yang lebih baik dan menjadi pemberat amal di akhirat nanti. Aamiin.

Bandarlampung, November 2019

Penulis,

Azmi Prilly Naisa

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
COVER DALAM	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Jeruk.....	8

2.3 Kandungan Gula Pada Jeruk.....	12
2.4 Sensor Kapasitansi.....	13
2.5 Refraktometer	21
2.6 Osilator	23
2.7 Pembangkit Pulsa	25
2.8 IC XR-2206	26
2.9 Penyearah Gelombang.....	28
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.2 Alat dan Bahan	34
3.3 Rancangan Prosedur Penelitian	35
3.4 Perancangan Sistem.....	36
3.5 Rancangan Data Hasil Pengukuran	40
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHSAN	
4.1 Realisasi Alat.....	43
4.2 Pembahasan	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bagian – bagian buah jeruk (Ranggana, 1977).....	11
2.2 Simbol Kapasitor (Rusmadi, 2009)	13
2.3 Kapasitor yang digunakan pada rangkaian untuk menyimpan muatan listrik (Tezric <i>et al.</i> , 2010).....	14
2.4 Gelombang keluaran kapasitor (Rusmadi, 2009)	15
2.5 Sensor kapasitansi semi silinder (a) tanpa dielektrik (b) dengan bahan dielektrik (Das <i>et al.</i> , 2014).....	18
2.6 Sensor kapasitansi (a) Tampak atas sensor kapasitansi tanpa bahan dielektrik (b) distribusi medan listrik bagian dalam sensor kapasitansi semi silinder tanpa bahan dielektrik dan perwakilan simbol untuk analisis metode numerik (Das <i>et al.</i> , 2014).....	19
2.7 Bagian – Bagian Refraktometer (Datasheet, 2017).....	22
2.8 Diagram blok osilator pembalik (Budiarso, dkk., 2014)	24
2.9 Blok diagram IC XR-2206 (Datasheet, 2008).....	26
2.10 Rangkaian Pembangkit Pulsa (Datasheet, 2008).....	28
2.11 Rangkaian penyearah setengah gelombang (Yohandri and Asrizal, 2016).....	29
2.12 Sinyal <i>output</i> penyearah setengah gelombang (Yohandri and Asrizal, 2016).....	29
2.13 Rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan transformator non-CT (Waluyo, 2017)	30

2.14 Sinyal <i>output</i> penyearah gelombang penuh menggunakan transformator non-CT (Waluyo, 2017)	31
2.15 Rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan transformator CT (Waluyo, 2017).....	31
2.16 Sinyal <i>output</i> penyearah gelombang penuh menggunakan transformator CT (Waluyo, 2017).....	32
2.17 Rangkaian penyearah gelombang penuh dilengkapi filter kapasitor (Waluyo, 2017).....	33
3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	35
3.2 Diagram blok pengambilan data.....	37
3.3 Skema perancangan alat	37
3.4 Rangkaian Catu Daya	38
3.5 Rangkaian Osilator XR-2206	39
3.6 Rangkaian penyearah gelombang	40
3.7 Grafik hubungan tegangan terhadap kadar gula pada buah.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Keterangan Pin XR-2206 (Nurraharjo, 2015)	27
3.1 Rancangan Data Pengukuran Kapasitor Semi Silinder	41

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya, dan memiliki tanah subur sehingga terdapat beragam jenis tumbuhan yang tumbuh dan berkembang, salah satunya adalah jeruk. Jeruk merupakan salah satu buah favorit di Indonesia. Jeruk (*Citrus sp.*) pertama kali tumbuh di Cina, dan tumbuh di Indonesia sejak ratusan tahun yang lalu (Lelo, 2014).

Jeruk merupakan tanaman yang dapat tumbuh baik di daerah tropis maupun subtropis. Jeruk dapat beradaptasi dengan baik di daerah tropis pada ketinggian 900 – 1200 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan udara yang lembab, serta memiliki persyaratan air tertentu (Simbolon, 2008).

Buah jeruk manis mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi, banyak mengandung vitamin C untuk mencegah penyakit sariawan dan menambah selera makan. Selain vitamin C, buah jeruk mengandung vitamin dan mineral lainnya yang bermanfaat sebagai antioksidan dalam tubuh, yang dapat mencegah kerusakan sel akibat aktivitas molekul radikal bebas. Bila jeruk manis dimakan setiap hari, maka tubuh akan sehat (Pracaya, 2006).

Komposisi buah jeruk terdiri dari bermacam - macam, diantaranya air 70-92% (tergantung kualitas buah), gula, asam organik, asam amino, vitamin, zat

warna, dan lain-lain. Kandungan asam sitrat cukup banyak pada waktu muda, tetapi setelah buah masak makin berkurang. Kandungan asam sitrat jeruk manis yang telah masak akan berkurang sampai duapertiga bagian. Pada umumnya buah jeruk merupakan sumber vitamin C yang berguna untuk kesehatan manusia. Makin tua buah jeruk, biasanya makin berkurang kandungan vitamin C-nya. Vitamin C terdapat dalam sari buah, daging dan kulit, terutama pada lapisan terluar kulit buah (Pracaya, 2006).

Umumnya untuk mengetahui tingkat kematangan buah jeruk hanya diobservasi melalui indera pengelihatan dengan melihat perubahan warna kulitnya. Jika kulit buah berwarna hijau artinya buah masih mentah, sedangkan jika buah berwarna oranye cerah artinya buah sudah masak. Namun hal tersebut memiliki kekurangan tersendiri, yaitu hanya mampu memprediksi tingkat kemasakannya, namun tidak dengan tingkat kemanisan buah, karena buah yang masak belum tentu manis. Oleh karena itu perlu dikembangkan alat untuk menguji kadar gula di dalam buah jeruk, karena kadar gula di dalam buah jeruk berbanding lurus dengan tingkat kemanisan buah jeruk sendiri.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dilakukan oleh Sudarmaji dan Ediati (2011) dengan membuat rancang bangun sistem identifikasi kematangan buah tropika berbasis penciuman elektronik (*e-nose*). Penelitian ini menggunakan parameter kadar air, kadar gula, dan vitamin C untuk mengklasifikasikan tingkat kemasakan buah tersebut.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Soltani, Alimardani dan Omid (2011), penelitian ini menggunakan sensor kapasitansi pelat sejajar dengan sinyal

masukkan menggunakan osilator dari IC XR2206 untuk menentukan kematangan buah pisang dengan mengukur nilai permitivitas buah. Penelitian selanjutnya juga dilakukan oleh Jamaludin, Aziz dan Ibrahim (2014) menggunakan *impedance analyzer board AD5933* dengan probe elektrokardiogram (ECG) yang digunakan untuk mengukur nilai impedansi pada buah pisang. Probe ECG mendeteksi dan memperkuat perubahan elektrik yang kecil yang diperoleh dari buah pisang. *Impedance analyzer* terhubung dengan PC untuk ekstraksi data dan analisis.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran kadar gula pada buah jeruk menggunakan kapasitor semi silinder. Penelitian ini dirancang berdasarkan penelitian sebelumnya dengan melakukan inovasi dan beberapa pembaharuan pada sistem pengukurannya. Pada penelitian ini digunakan sensor kapasitansi semi silinder sehingga sensor akan melingkari seluruh bagian buah dengan harapan sensor mampu melakukan pengukuran di seluruh sisi buah sehingga hasil pengukuran yang diperoleh lebih optimal dan akurat. Dalam penelitian ini digunakan refraktometer sebagai kalibrator sensor dan pembanding dari alat yang dirancang. Refraktometer berfungsi sebagai alat ukur kadar gula terlarut pada buah jeruk. Pada pengukuran menggunakan refraktometer, sampel yang digunakan akan dicuplik untuk dijadikan bahan terlarut sehingga pengukuran dirasa kurang efektif karena akan merusak bentuk fisik buah pisang. Diharapkan penelitian ini akan menghasilkan alat ukur kadar gula yang lebih efisien dengan proses pengukuran cepat, hasil lebih akurat, dan tidak merusak bentuk fisik buah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah buah jeruk dapat dianggap sebagai bahan dielektrik sehingga dapat mempengaruhi kapasitansi kapasitor?
2. Bagaimana desain bentuk kapasitor semi silinder yang optimal agar sensitif terhadap perubahan tingkat manis buah jeruk?
3. Bagaimana rangkaian pengkondisi sinyal kapasitor silinder sebagai sensor tingkat kemanisan buah jeruk?
4. Bagaimana hubungan antara tingkat kemanisan buah jeruk dengan tegangan keluaran rangkaian pengendali sinyal kapasitor?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengaplikasikan kapasitor semi silinder sebagai sensor tingkat kemanisan buah jeruk.
2. Membuat rangkaian pengkondisi sinyal kapasitor menggunakan penyearah gelombang penuh.
3. Mengetahui karakteristik rangkaian pengendali sinyal kapasitor semi silinder untuk mengukur tingkat kemanisan buah jeruk.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dilakukannya penelitian ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Dapat tersedianya alat ukur kemanisan buah jeruk tanpa merusak buah tersebut.

2. Dapat membantu pedagang buah dalam proses penyortiran buah jeruk berdasarkan kadar kemanisannya.
3. Dapat digunakan sebagai referensi untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengukuran tingkat kemanisan buah jeruk tanpa merusak.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. sensor yang digunakan adalah kapasitor semi silinder;
2. buah jeruk yang akan digunakan adalah buah jeruk medan;
3. generator sinyal yang digunakan yaitu menggunakan osilator IC XR2206;
4. sinyal masukan pada kapasitor semi silinder adalah sinyal gelombang sinusoidal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Soltani, Alimardani dan Omid (2011). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode penilaian kematangan buah pisang dengan mudah, cepat, dan tanpa merusak buah pisang tersebut. Penelitian ini menggunakan generator frekuensi gelombang sinus dan kapasitor pelat sejajar yang digunakan untuk mengetahui perubahan nilai kapasitansi yang dihasilkan oleh buah pisang terhadap sensor. Percobaan ini dilakukan di temperatur terkontrol yaitu sekitar 15,5 °C. Pengambilan data dilakukan selama 5 hari berturut – turut.

Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan properti dielektrik. Alat ini mampu untuk menilai perubahan kualitas pisang berdasarkan periode kematangan buah pisang. Regresi linear pada frekuensi 100kHz dapat menghasilkan korelasi yang baik pada penelitian ini (Soltani *et al.*, 2011).

Penelitian mengenai perilaku listrik dari buah jeruk garut selama proses pematangan dengan mengubah model resistansi dan kapasitansi pada internal buah tanpa merusak dilakukan oleh (Juansah *et al.*, 2012). Model rangkaian elektronik dibangun dengan menggunakan konfigurasi seri dan paralel. Penelitian ini dilakukan pada tujuh grup jeruk Garut. Yang menjadi parameter pada

penelitian ini adalah nilai impedansi, konduktansi, dan kapasitansi. Sampel pada penelitian ini diletakkan di antara dua pelat konduktif elektroda, sebagai material dielektrik. Pelat konduktif yang digunakan berbahan tembaga. Nilai parameter dari kelistrikkannya diukur pada frekuensi antara 50 Hz hingga 1 MHz pada 100 titik frekuensi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa perubahan nilai kapasitansi dan resistansi sesuai dengan perubahan kekerasan dan keasaman pada buah. Perubahan nilai resistansi dan kapasitansi tersebut mengindikasikan perubahan mobilitas ion di dalam sel, dan perubahan fisiologis pada buah selama masa pematangan .

Penelitian lainnya mengenai estimasi kemasakan buah pisang menggunakan sensor kapasitansi dilakukan oleh Hidayat (2015). Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah pisang kepok, pisang nangka, pisang susu, dan pisang emas. Kemasakan masing-masing buah pisang diperoleh dengan dua cara, yaitu secara alami dan secara kimia (dengan kalsium karbida). Penelitian ini menggunakan kapasitor pelat sejajar. Hasil akhir yang diperoleh adalah nilai permivitas relatif yang dihasilkan oleh sensor, dan hasil akhir tersebut akan dibandingkan dengan pengukuran warna buah menggunakan *color reader*.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah nilai permivitas relatif lebih tinggi pada buah yang masih mentah dibandingkan dengan nilai permivitas relatif pada buah pisang masak. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *color reader* yaitu pada kondisi buah pisang mentah (kulit berwarna hijau) *chroma* yang dihasilkan memiliki nilai yang lebih rendah

dibandingkan dengan buah pisang yang masak (kulit berwarna kuning) (Hidayat, 2015).

Penelitian lainnya dilakukan oleh Bhosale (2017) mengenai deteksi kandungan gula di dalam buah jeruk menggunakan metode kapasitansi. Sampel yang digunakan adalah varietas jeruk Kinnows yang dipilih secara acak. Penelitian dilakukan pada suhu ruang. Buah jeruk dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan massa buah. Penelitian ini menggunakan kapasitor silinder yang disusun secara paralel karena pada kapasitor silinder, muatan listrik terkonsentrasi di dalam tabung. Kapasitor silinder yang digunakan memiliki permukaan yang lebih besar dari rata – rata ukuran buah jeruk. Penelitian ini juga menggunakan *handheld refractometer* sebagai pembanding alat.

Hasil dari penelitian ini adalah diperoleh kolerasi linear antara pengukuran kapasitansi dan kandungan gula berdasarkan pengukuran brix jeruk. Hasil yang diperoleh adalah nilai kapasitansi mengalami penurunan secara proporsional terhadap %brix jeruk. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa pengukuran kandungan buah jeruk tanpa merusak sangat mungkin dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran kapasitansi (Bhosale, 2017).

2.2 Jeruk

Tanaman jeruk adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Cina dipercaya sebagai tempat pertama kali jeruk tumbuh. Sejak ratusan tahun yang lalu, jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Tanaman jeruk yang ada di Indonesia adalah peninggalan orang Belanda yang mendatangkan jeruk manis dan keprok dari Amerika dan Italia. Tanaman jeruk

idealnya tumbuh di lingkungan yang bersuhu 20 – 35 °C, beriklim lembab, dan kecepatan laju angin yang rendah.

Klasifikasi dari tanaman jeruk adalah sebagai berikut.

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Rutales

Keluarga : Rutaceae

Genus : Citrus

Spesies : Citrus sp.

Sejak ratusan tahun yang lalu, jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Jenis jeruk lokal yang dibudidayakan di Indonesia adalah jeruk Keprok (*Citrus reticulata/nobilis L.*), jeruk siam (*C. microcarpa L.* dan *C.sinensis. L*) yang terdiri atas siam Pontianak, siam garut, siam Lumajang, jeruk manis (*C. auranticum L.* dan *C.sinensis L.*), jeruk sitrun/lemon (*C. medica*), jeruk besar (*C.maxima Herr.*) yang terdiri atas jeruk Nambangan-Madium dan Bali. Jeruk untuk bumbu masakan yang terdiri atas jeruk nipis (*C. aurantifolia*), jeruk purut (*C. hystrix*) dan jeruk sambal (*C. hystix ABC*). Jeruk varietas introduksi yang banyak ditanam adalah varitas lemon dan grapefruit. Sedangkan varitas lokal adalah jeruk siem, jeruk *baby*, keprok medan, bali, nipis dan purut (Prihatman, 2002).

Tanaman jeruk banyak dibudidayakan oleh masyarakat luas karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Jeruk siam digemari karena, kombinasi rasa asam dan

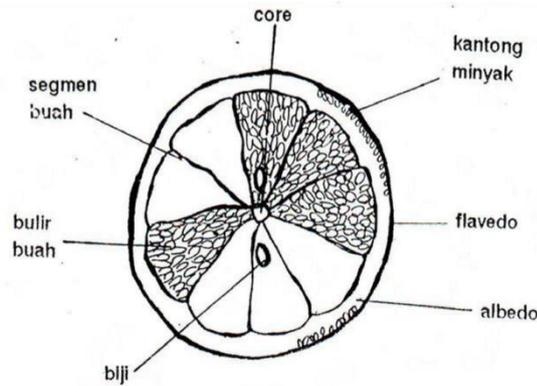
manis menyegarkan yang terkandung pada buahnya. Adapun beberapa manfaat dari buah jeruk antara lain sebagai berikut.

- a. Memiliki kandungan vitamin C yang tinggi, dapat dimakan langsung sebagai buah segar atau menjadi produk pangan olahan.
- b. Di beberapa negara telah diproduksi minyak dari kulit dan biji jeruk, gula tetes, alkohol dan pektin dari buah jeruk yang terbuang. Minyak kulit jeruk dipakai untuk membuat minyak wangi, sabun wangi, esens minuman dan untuk campuran kue (Lelo, 2014).

Sebagai komoditas hortikultura, buah jeruk segar pada umumnya memiliki sifat mudah rusak karena mengandung banyak air dan setelah dipanen komoditas ini masih mengalami proses hidup, yaitu proses respirasi, transpirasi dan pematangan. Buah jeruk harus mendapatkan teknologi pasca panen yang tepat agar kesegaran sekaligus umur simpannya dapat bertahan lama. Proses (sifat) biokimia tersebut menurunkan mutu kesegaran buah jeruk yang dapat dilihat dari penampakan, susut bobot dan penurunan nilai gizinya (Handoko dkk, 2010).

Buah jeruk termasuk buah non klimaterik, sebaiknya panen dilakukan sebelum akhir fase kemasakan buah agar daya simpannya lebih lama. Adanya respirasi menyebabkan buah menjadi masak dan tua yang ditandai dengan proses perubahan fisik, kimia, dan biologi antara lain proses pematangan, perubahan warna, pembentukan aroma dan kemanisan, pengurangan keasaman, pelunakan daging buah dan pengurangan bobot. Laju respirasi dapat digunakan sebagai petunjuk untuk mengetahui daya simpan sayur dan buah setelah panen. Semakin tinggi laju respirasi, semakin pendek umur simpan. Bila proses respirasi berlanjut

terus, buah akan mengalami kelayuan dan akhirnya terjadi pembusukan yang sehingga zat gizi hilang (Asni, 2015).



Gambar 2.1 Bagian – bagian buah jeruk (Ranggana, 1977)

Bagian utama buah jeruk dari luar sampai ke dalam adalah kulit (tersusun atas *flavedo*, kelenjar minyak, *albedo* dan ikatan pembuluh), segmen-segmen (dinding segmen, rongga cairan, biji), *core* (bagian tengah yang terdiri dari ikatan pembuluh dan jaringan parenkim). Kulit jeruk secara fisik dapat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu *flavedo* dan *albedo* (kulit bagian dalam yang berupa jaringan busa). *Flavedo* dicirikan dengan adanya warna hijau, kuning atau *orange*. Pigmen yang terdapat pada *flavedo* adalah *kloroplas* dan *karetenoid*.

Albedo merupakan jaringan seperti spon berwarna putih yang berhubungan dengan *core* ditengah-tengah buah. *Albedo* mempunyai fungsi mensuplai air dan nutrisi dari pohon untuk pertumbuhan dan perkembangan buah. Pada *albedo* tidak terdapat *kloroplas* ataupun *kromoplas* sehingga bagian ini berwarna putih. Bagian *albedo* mengandung banyak selulosa, hemiselulosa, lignin, senyawa pektat dan *fenol*. *Albedo* banyak mengandung senyawa *flavon hesperoides* seperti *hesperitin* dan *naringin* serta senyawa-senyawa limonin yang lebih banyak dari *flavedo* maupun membran buah. Senyawa-senyawa tersebut menyebabkan timbulnya rasa

pahit pada produk sari buah jeruk. Senyawa pektin dan enzim-enzim yang bekerja pada pektin, enzim oksidase dan peroksidase sebagian besar ada pada kulit bagian dalam (Ranggana, 1977).

2.3 Kandungan Gula Pada Jeruk

Jeruk merupakan sumber vitamin C, serat dan folat. Tidak memiliki kandungan sodium, lemak atau kolesterol, dalam jeruk rata-rata memiliki kandungan 80 kalori. Buah jeruk memberikan rasa manis dari gula alami. Buah jeruk dalam ukuran sedang bisa berisi 19 g karbohidrat, dimana 13 g adalah gula. Jeruk mengandung tiga jenis gula, yaitu sukrosa, glukosa dan fruktosa.

a. Sukrosa

Jumlah Gula terbesar yang ditemukan dalam jeruk adalah sukrosa. Sukrosa merupakan 6,5 g dari 13g gula yang terkandung dalam jeruk ukuran sedang. Sukrosa adalah kombinasi dari dua jenis gula dalam jeruk, yaitu glukosa dan fruktosa. Medline Plus, layanan Perpustakaan Kesehatan Nasional dan Institut Kesehatan Nasional amerika mencatat bahwa gula menyediakan kalori tetapi tidak ada nutrisi lain.

b. Fruktosa

Fruktosa menyumbang jumlah terbesar kedua gula dalam jeruk. Sebuah jeruk dalam ukuran sedang memiliki 3,5 gram fruktosa. Jenis gula ini merupakan salah satu gula alami yang terdapat dalam buah-buahan dan madu.

c. Glukosa

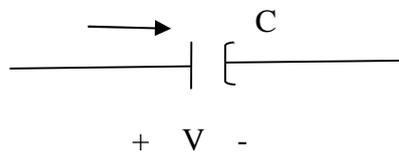
Glukosa menyumbang 3 g gula dalam jeruk ukuran sedang. Glukosa merupakan gula sederhana dan salah satu yang dapat diserap oleh tubuh ke dalam

aliran darah. Ini juga dikenal sebagai dekstroza ketika ditambahkan ke dalam makanan (Lelo, 2014).

2.4 Sensor Kapasitansi

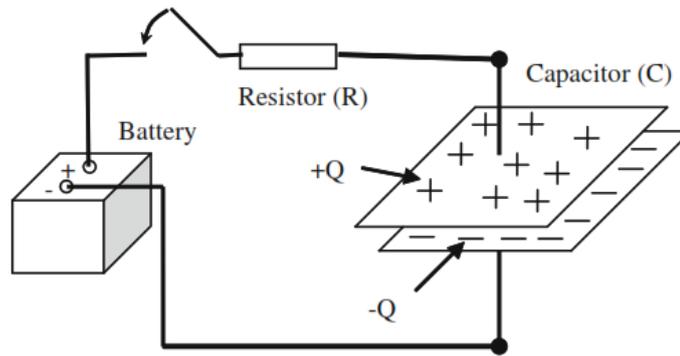
2.4.1 Definisi Kapasitor

Kapasitor merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk tegangan, kapasitor pada dasarnya terbuat dari dua buah pelat logam yang saling sejajar satu dan yang lainnya dan di antara kedua pelat logam tersebut terdapat bahan isolator yang disebut dielektrik. Bahan dielektrik tersebut dapat mempengaruhi nilai kapasitansi dari kapasitor. Adapun bahan dielektrik yang sering digunakan adalah keramik, kertas, udara, dan metal film (Rusmadi, 2009).



Gambar 2.2 Simbol Kapasitor (Rusmadi, 2009)

Kapasitor adalah suatu perangkat yang terdiri dari dua elektroda yang dipisahkan oleh isolator. Kapasitor umumnya terdiri dari dua lempeng pelat yang dipisahkan oleh zat non konduktif yang disebut dielektrik (ϵ_r). Bahan dielektrik bisa berupa udara, mika, keramik, bahan bakar, atau bahan isolasi lainnya yang cocok. Energi atau muatan listrik disimpan pada pelat. **Error! Reference source not found.** engilustrasikan rangkaian konfigurasi dasar dari dari muatan kapasitor sesaat setelah sakelar tertutup.

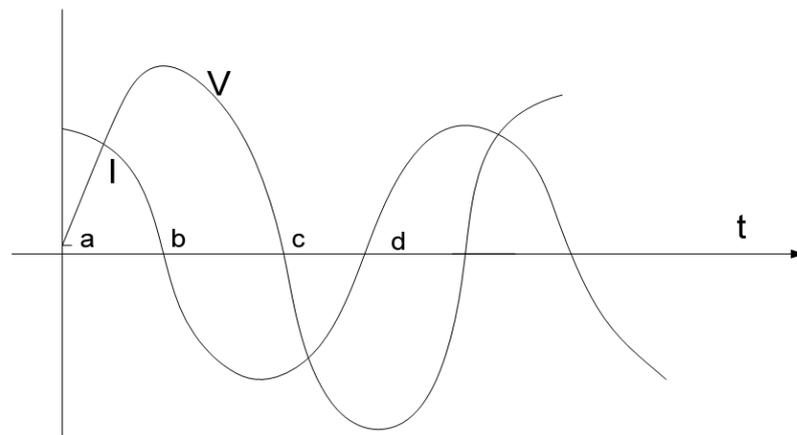


Gambar 2.3 Kapasitor yang digunakan pada rangkaian untuk menyimpan muatan listrik (Tezric *et al.*, 2010)

Setelah tegangan diberikan ke kedua terminal kapasitor, pelat konduksi akan mulai menyimpan energi listrik hingga beda potensial pada kapasitor sesuai dengan sumber tegangan, muatan listrik yang tetap berada pada pelat setelah sumber tegangan di disconnect kecuali komponen lainnya mengonsumsi muatan ini atau kapasitor kehilangan muatan dikarenakan kebocoran, karena tidak ada dielektrik dengan isolator yang sempurna. Kapasitor dengan kebocoran kecil dapat menahan muatannya untuk jangka waktu yang cukup lama. Pelat yang terhubung dengan terminal positif menyimpan muatan positif (+Q) pada permukaannya dan pelat yang terhubung dengan terminal negatif menyimpan muatan negatif (-Q). Waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi muatan kapasitor ditentukan dari konstanta waktu (τ). Nilai dari konstanta waktu mendeskripsikan waktu yang digunakan untuk mengisi kapasitor hingga 63% dari total kapasitansi (Tezric *et al.*, 2010).

Jika sebuah kapasitor dihubungkan dengan sebuah baterai plat-plat kapasitor segera mendapatkan muatan-muatan dalam jumlah yang sama namun berlawanan dan tidak ada aliran arus konstan pada rangkaian. Kapasitor mencegah terjadinya aliran arus DC. Tetapi jika sebuah kapasitor dihubungkan dengan tegangan AC,

arus bolak - balik akan mengalir secara *continue*. Karena ketika tegangan AC dihidupkan muatan mulai mengalir sehingga pada salah satu plat terkumpul muatan negatif dan plat lain terkumpul muatan positif. Ketika tegangan berbalik, muatan mengalir dengan arah berlawanan. Jadi jika digunakan tegangan bolak-balik timbul arus AC pada rangkaian secara *continue*.



Gambar 2.4 Gelombang keluaran kapasitor (Rusmadi, 2009)

$$I = I_o \cos 2\pi ft \text{ maka } V = V_o \sin 2\pi ft \quad (2.1)$$

Pada kapasitor, arus mendahului tegangan sebesar 90° , karena arus dan tegangan berbeda fase daya rata-rata yang terbuang adalah 0. Energy dalam sumber yang diberikan kepada kapasitor dan energy yang disimpan dalam bentuk medan listrik antar plat. Ketika medan berkurang, energi kembali ke sumbernya jadi pada rangkaian AC hanya resistor yang menghamburkan energi. Hubungan antara tegangan dan arus dalam kapasitor sebagai berikut :

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC} \quad (2.2)$$

Dengan X_c adalah reaktansi kapasitif, atau impedansi kapasitor. Persamaan ini berlaku untuk nilai rms atau nilai puncak dari tegangan, namun tidak berlaku

untuk waktu sesaat karena I dan F berbeda fase. X_c bergantung pada kapasitas C dan frekuensi. Semakin besar kapasitas semakin banyak muatan yang bias ditampung sehingga semakin kecil perlambatan yang terjadi dalam arus bolak – balik. Jika frekuensi membesar semakin sedikit waktu yang diperlukan untuk mengisi muatan plat pada setiap siklus dan menambah aliran arus (Rusmadi, 2009).

2.4.2 Pengertian Kapasitansi

Kapasitansi adalah properti elektrik dari kapasitor. Kapasitansi adalah ukuran dari jumlah muatan yang dapat disimpan di dalam kapasitor pada tegangan tertentu. Kapasitansi dinyatakan dalam Farad (F) dan dapat didefinisikan dalam persamaan (2.1) berikut:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.3)$$

dengan :

C = kapasitansi (*Farad*);

Q = besarnya muatan yang disimpan di dalam pelat (*Couloumb*);

V = tegangan yang diberikan pada pelat (*Volt*).

Kapasitor dengan kapasitansi satu *Farad* dapat menyimpan satu *Couloumb* muatan ketika tegangan yang diberikan oleh sumber tegangan adalah 1 V. Tipikal *range* nilai kapasitansi dari sekitar 1 pF (10⁻¹² F) hingga sekitar 1000 μF (10⁻³ F). Medan listrik akan berada di antara kedua pelat kapasitor jika tegangan diberikan ke salah satu pelat elektrik. Yang dihasilkan oleh medan listrik disebabkan oleh perbedaan antara muatan listrik tersimpan di permukaan masing – remasing pelat. Kapasitansi mendeskripsikan efek pada medan listrik yang disebabkan oleh jarak

diantara kedua pelat. Kapasitansi bergantung pada geometri dari konduktor dan tidak pada sumber eksternal dari muatan atau beda potensial. Jarak antara kedua pelat kapasitor di *cover* oleh material dielektrik. Secara umum, nilai kapasitansi ditentukan oleh material dielektrik, jarak diantara kedua pelat, dan area di antara masing masing pelat. Kapasitansi kapasitor dapat dinyatakan berdasarkan geometri dan konstanta dielektrik dengan:

$$C = \epsilon_r \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (2.4)$$

dengan :

ϵ_r = Permivitas relatif (F/m)

ϵ_0 = Permivitas ruang hampa ($8,854 \times 10^{-12} F/m$)

A = Luas pelat (m^2)

d = Jarak pemisah antara kedua pelat (m)

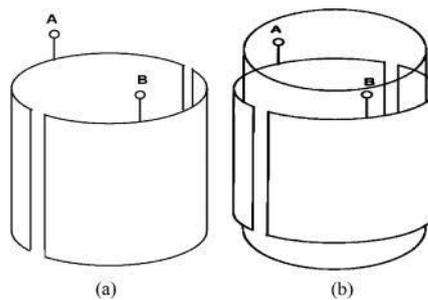
Fenomena kapasitansi berkaitan dengan medan listrik diantara kedua pelat kapasitor. Kekuatan medan listrik diantara kedua pelat menurun sesuai dengan jarak diantara kedua pelat konduktif bertambah. Kekuatan medan yang lebih rendah atau jarak pemisah yang lebih besar akan melemahkan nilai kapasitansi. Pelat konduktif dengan area permukaan yang lebih lebar mampu menyimpan muatan elektrik yang lebih banyak; karena itu, nilai kapasitansi yang lebih besar diperoleh dari area permukaan yang lebih kuat (Tezric *et al.*, 2010).

2.4.3 Sensor Kapasitansi Semi Silinder

Sensor kapasitansi sudah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi sensor seperti sensor laju aliran fluida, sensor tekanan, sensor sifat dielektrik bahan dan sensor

gerak. Sensor kapasitansi dapat mendeteksi beberapa hal secara langsung diantaranya gerak, komposisi kimia, dan medan listrik. Selain itu, secara tidak langsung dapat mendeteksi variabel lainnya yang dapat dikonversi menjadi gerak, konstanta dielektrik, tekanan, percepatan, level fluida, dan komposisi fluida. Ada beberapa jenis geometri pelat sensor yang dapat digunakan yaitu pelat sejajar, silinder, lingkaran dan semi silinder (Baxter, 2011).

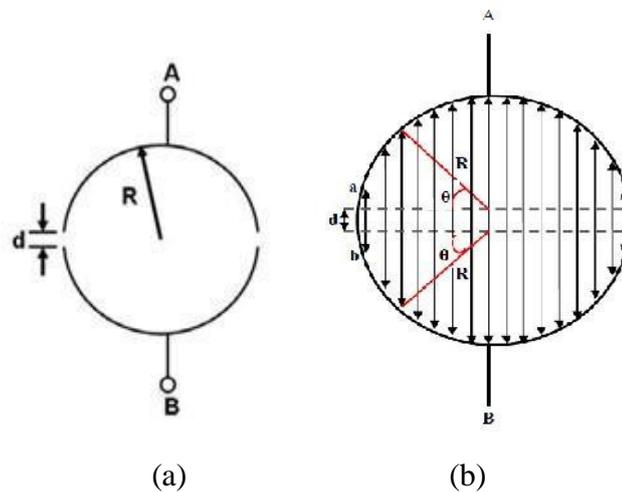
Sensor kapasitansi adalah sensor yang terdiri dari dua pelat yang dipisahkan oleh jarak atau gap di antara dua pelat. Sensor kapasitansi dapat berbentuk pelat sejajar ataupun silinder. Gambar 2.4 merupakan skema geometri dari sensor kapasitansi berbentuk semi silinder.



Gambar 2.5 Sensor kapasitansi semi silinder (a) tanpa dielektrik (b) dengan bahan dielektrik (Das *et al.*, 2014)

Sensor kapasitansi semi silinder umumnya dibangun menggunakan bahan aluminium ataupun tembaga. Kedua pelat memiliki ketebalan 0.2 mm, panjang 50 mm dan lebar 30 mm. Kedua pelat semi silinder dipisahkan oleh jarak sebesar 5 mm. Gambar 2.5a menunjukkan struktur dari sensor tanpa dielektrik. Pada gambar tersebut, bahan dielektrik adalah udara, dimana konstanta dielektrik ϵ_1 bernilai 1. Sedangkan Gambar 2.4b merupakan struktur sensor yang terdapat bahan dielektrik tertentu didalamnya.

Gambar 2.6a menunjukkan tampak atas dari sensor kapasitif tanpa bahan dielektrik. Terdapat dua logam pelat semi silinder yang memiliki jarak R dan jarak minimum diantara kedua pelat adalah d . Untuk mengetahui nilai kapasitansi dari sensor kapasitansi semi silinder digunakan analisis numerik. Pada Gambar 2.6b memperlihatkan distribusi medan listrik bagian dalam sensor kapasitansi semi silinder untuk analisis metode numerik. Perbedaan mendasar antara kapasitor plat sejajar dan semi silinder kapasitor adalah bahwa perbedaan jarak pada setiap titik dua plat ini beragam sepanjang permukaan melengkung.



Gambar 2.6 Sensor kapasitansi (a) Tampak atas sensor kapasitansi tanpa bahan dielektrik (b) distribusi medan listrik bagian dalam sensor kapasitansi semi silinder tanpa bahan dielektrik dan perwakilan simbol untuk analisis metode numerik (Das *et al.*, 2014)

Perbedaan potensial antara dua plat dinyatakan dengan V . Untuk memperkirakan kapasitansi sensor dapat diasumsikan bahwa pelat A bermuatan $+Q$ dan pelat B bermuatan $-Q$ dan medan listrik antara pelat sejajar adalah $E = Q/A\epsilon_0$. Karena struktur semi silinder dari pelat daerah itu πRH oleh karena itu diperoleh:

$$E = \frac{Q}{A\epsilon_0} = \frac{Q}{\pi RH\epsilon_0} \quad (2.5)$$

dimana ϵ_0 merupakan permivitas ruang hampa, A luas permukaan elektroda, R adalah jari-jari, H tinggi pelat dan Q muatan. Sedangkan perbedaan potensial dinyatakan dengan

$$V = \int_b^a \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_0^\pi \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (2.6)$$

Jarak gap d yang memisahkan antara dua pelat akan berubah bersamaan dengan permukaan lengkung. Sekarang jarak gap diantara setiap titik dari permukaan melengkung dari tepi adalah $L = 2R\sin\theta$, dimana θ adalah sudut antara jari-jari (R) dan bidang horizontal dari permukaan melengkung. Jadi, laju perubahan jarak gap diantara dua permukaan melengkung sehubungan dengan sudut θ adalah :

$$dL = 2R \cos \theta \, d\theta \quad (2.7)$$

dari persamaan (2.5) dan (2.6) yang dikombinasikan pada persamaan (2.7) diperoleh persamaan

$$V = \frac{Q}{\pi R H \epsilon_0} [2R \sin \theta + d] \quad (2.8)$$

Maka nilai kapasitansi sensor tanpa bahan dielektrik adalah

$$C = \frac{\pi R H \epsilon_0}{2R \sin \theta + d} \quad \text{dimana } 0 \leq \theta \leq \pi \quad (2.9)$$

Dimana onstanta dielektrik ϵ_0 sebesar $8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ (Das *et al.*, 2014).

2.4.4 Konstanta Dielektrik

Bahan dielektrik merupakan bahan yang apabila diberikan medan potensial (tegangan) dapat mempertahankan perbedaan potensial yang timbul di antara

permukaan yang diberikan potensial tersebut. Fungsi dari bahan listrik dielektrik diantaranya adalah menyimpan energi listrik (dalam bentuk muatan) misalnya pada kapasitor dan memisahkan bagian bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan (isolator). Meskipun isolator juga memiliki induktivitas listrik yang rendah, namun istilah dielektrik biasa digunakan untuk bahan-bahan isolator yang memiliki tingkat kemampuan pengutuban yang tinggi yang besarnya diwakili oleh konstanta dielektrik. Umumnya bahan dielektrik adalah bahan isolator atau bahan yang tidak bisa menghantarkan listrik. Namun akibat adanya aliran listrik yang merupakan aliran elektron, atom penyusun dielektrik menjadi tidak seimbang dan akhirnya menimbulkan muatan-muatan listrik. Sehingga setiap bahan dielektrik memiliki nilai permitivitas relatif masing-masing, yang akhirnya mempengaruhi nilai kapasitansi (Fuchs and Moser, 2009).

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, 1998).

2.5 Refraktometer

Refraktometer tipe *pocket* merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menganalisis kadar sukrosa pada bahan makanan. Refraktor terdiri atas beberapa

bagian yaitu, kaca prisma, tempat sampel, *Liquid Crystal Display (LCD)*, tombol *start*, tombol *zero*, dan *strap holder* (Datasheet, 2017).



Gambar 2.7 Bagian – Bagian Refraktometer (Datasheet, 2017)

Satuan skala pembacaan refraktometer yaitu *%Brix* merupakan satuan skala yang digunakan untuk pengukuran kandungan padatan terlarut. Skala *%Brix* dari refraktometer sama dengan berat gram sukrosa dari 100 gr larutan sukrosa. Jika yang diamati adalah daging buah, skala ini menunjukkan berat gram sukrosa dari 100 gr daging buah. Refraktometer bekerja menggunakan prinsip pembiasan cahaya ketika melalui suatu larutan. Ketika cahaya datang dari udara ke dalam larutan maka kecepatannya akan berkurang. Fenomena ini terlihat pada batang yang terlihat bengkok ketika dicelupkan ke dalam air. Refraktometer memakai prinsip ini untuk menentukan jumlah zat terlarut dalam larutan dengan melewatkan cahaya ke dalamnya. Sumber cahaya ditransmisikan oleh serat optik ke dalam salah satu sisi prisma dan secara internal akan dipantulkan ke interface

prisma dan sampel larutan. Bagian cahaya ini akan dipantulkan kembali ke sisi yang berlawanan pada sudut tertentu yang tergantung dari indeks bias larutannya (Purwono, 2004).

Mengkalibrasi refraktometer adalah tahap pertama dalam mengevaluasi kandungan gula pada buah. Kalibrasi menverifikasi garis nol pada skala pembacaan, memastikan bahwa pembacaan *sample* jus buah tersebut akurat. Refraktometer harus selalu di kalibrasi di awal setiap penggunaan, dan bergantung pada berapa banyak *sample* yang akan diukur.

Untuk mengkalibrasi refraktometer dibutuhkan sumber air murni dan hasil uji sampel yang sudah diketahui nilai konsentrasi sukrosanya. Air digunakan untuk menentukan garis nol pada refraktometer sehingga ekstrak buah dapat diukur dengan tepat. Sumber air yang ideal adalah air deionisasi atau destilasi, dan dipastikan air bebas dari kandungan sodium, kalsium, besi, dan pengotor lainnya (Vasquez and Mueller, 2011).

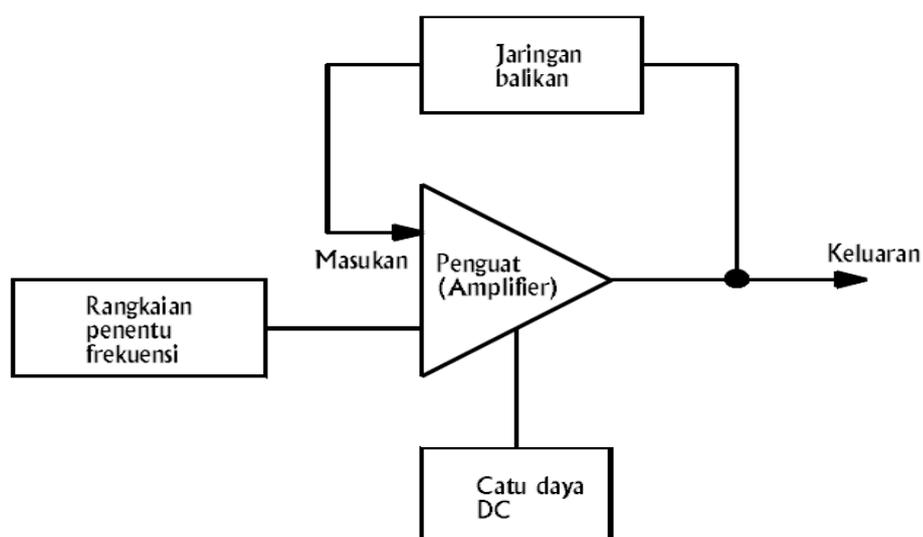
2.6 Osilator

Banyak sistem elektronik menggunakan rangkaian yang mengubah energi DC menjadi berbagai bentuk AC yang bermanfaat. Osilator, generator, lonceng elektronika termasuk kelompok rangkaian ini. Pada penerima radio misalnya, isyarat DC diubah menjadi isyarat AC frekuensi-tinggi. Osilator juga digunakan untuk menghasilkan isyarat horizontal dan vertikal untuk mengontrol berkas elektron pada pesawat TV. Masih banyak lagi penerapan rangkaian ini pada sistem lain seperti kalkulator, komputer dan transmitter *RF*.

Osilator dapat dikelompokkan berdasarkan metode pengoperasiannya menjadi dua kelompok, yaitu osilator balikan dan osilator relaksasi. Masing-masing kelompok memiliki keistimewaan tersendiri.

Pada osilator balikan, sebagian daya keluaran dikembalikan ke masukan, misalnya dengan menggunakan rangkaian LC. Osilator biasanya dioperasikan pada frekuensi tertentu. Osilator gelombang sinus biasanya termasuk kelompok osilator ini dengan frekuensi operasi dari beberapa Hz sampai jutaan Hz. Osilator balikan banyak digunakan pada rangkaian penerima radio dan TV dan pada transmitter.

Osilator relaksasi merespon piranti elektronik dimana akan bekerja pada selang waktu tertentu kemudian mati untuk periode waktu tertentu. Kondisi pengoperasian ini berulang secara mandiri dan kontinu. Osilator ini biasanya merespon proses pemuatan dan pengosongan jaringan RC atau RL. Osilator ini biasanya membangkitkan isyarat gelombang kotak atau segitiga. Aplikasi osilator ini diantaranya pada generator penyapu horizontal dan vertikal pada penerima TV. Osilator relaksasi dapat merespon aplikasi frekuensi-rendah dengan sangat baik.



Gambar 2.8 Diagram blok osilator pembalik (Budiarso, dkk., 2014)

Diagram blok osilator balikan diperlihatkan pada Gambar 2.8. Terlihat osilator memiliki perangkat penguat, jaringan balikan, rangkaian penentu frekuensi dan catu daya. Isyarat masukan diperkuat oleh penguat (*amplifier*) kemudian sebagian isyarat yang telah diperkuat dikirim kembali ke masukan melalui rangkaian balikan. Isyarat balikan harus memiliki fase dan nilai yang betul agar terjadi osilasi (Budiarmo, dkk., 2014).

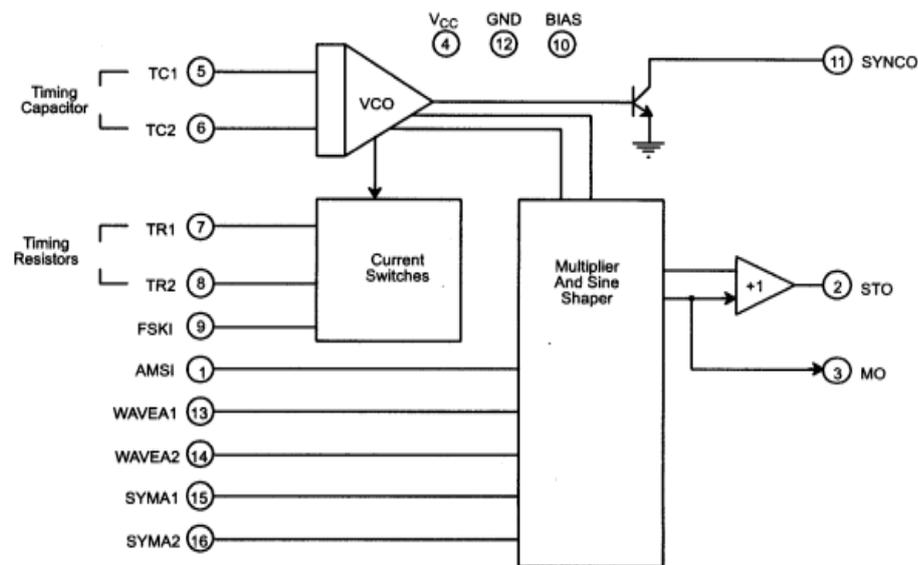
2.7 Pembangkit Pulsa

Pembangkit pulsa merupakan sebuah rangkaian yang terdiri dari beberapa komponen elektronika. Komponen utama pada rangkaian tersebut adalah transistor atau IC jenis tertentu. Setiap rangkaian mempunyai kemampuan untuk menghasilkan sinyal dengan spesifikasi yang berbeda-beda tergantung daerah kerja dari komponen yang digunakan. Sehingga untuk menghasilkan suatu sinyal dengan frekuensi dan amplitudo tertentu diperlukan rangkaian yang dirancang untuk menghasilkan sinyal sesuai dengan yang dikehendaki.

Jenis-jenis IC yang dapat digunakan sebagai generator sinyal adalah IC Linear. IC tersebut sering digunakan sebagai rangkaian penguat OpAmp (*Operational Amplifier*). Dengan menambah beberapa komponen tambahan pada IC tersebut akan dapat dihasilkan sinyal dengan frekuensi tertentu. Kelemahan dari pembangkit sinyal dengan menggunakan IC tersebut adalah hanya menghasilkan bentuk gelombang tertentu. Sehingga untuk menghasilkan beberapa jenis gelombang dilakukan dengan rangkaian yang lain (Setiawan, 2010).

2.8 IC XR-2206

Salah satu rangkaian yang dapat menghasilkan beberapa jenis gelombang adalah rangkaian yang menggunakan IC XR-2206 sebagai komponen utamanya.



Gambar 2.9 Blok diagram IC XR-2206 (Datasheet, 2008)

Dengan menggunakan rangkaian tersebut akan dapat dihasilkan gelombang sinusoidal, gelombang persegi, gelombang segi tiga dan gelombang gigi gergaji. Disamping itu rangkaian tersebut juga dapat berfungsi sebagai pembangkit pulsa. Daerah kerja IC cukup lebar yaitu 0,01 Hz sampai dengan 1 MHz. Sehingga generator sinyal tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan ((Datasheet, 2008).

2.8.1 Konfigurasi Pin IC XR-2206

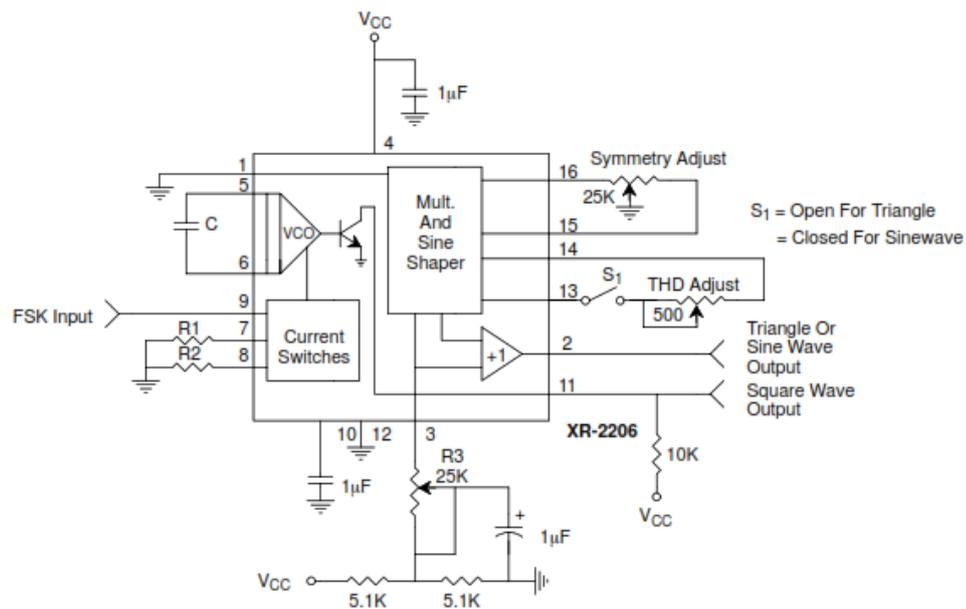
Fungsi masing-masing pin dari IC XR-2206 dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Keterangan Pin XR-2206 (Nurraharjo, 2015)

Pin	Symbol	Type	Keterangan
1	AMS I	I	Amplitude Modulating Signal Input
2	STO	O	Sine and Triangle Wave Output
3	MO	O	Multiplier Output
4	V _{cc}		Positive Power Supply
5	TC1	I	Timing Capacitor Input
6	TC2	I	Timing Capacitor Input
7	TR1	O	Timing Resistor 1 Output
8	TR2	O	Timing Resistor 2 Output
9	FSKI	I	Frequency Shift Keying Input
10	BIAS	O	Internal Voltage Reference
11	SYNCO	O	Sync Output
12	GND		Ground Pin
13	WAVEA1	I	Wave Form Adjust Input 1
14	WAVEA2	I	Wave Form Adjust Input 2
15	SYMA1	I	Wave Symetry Adjust 1
16	SYMA2	I	Wave Symetry Adjust 2

2.8.2 Rangkaian Pembangkit Pulsa menggunakan IC XR-2206

Gambar 2.10 merupakan bentuk rangkaian pembangkit pulsa menggunakan IC XR-2206. Cara kerja rangkaian XR-2206 yaitu XR-2206 terdiri dari 4 blok rangkaian yaitu *Voltage Control Oscillator* (VCO), pengali bentuk gelombang sinus, penguat sinyal dan pengatur arus. VCO menghasilkan sinyal dengan frekuensi yang sebanding dengan arus masukan, yang diatur oleh tahanan dari terminal pewaktu ke *ground*. Dengan adanya dua buah pin pewaktu akan dihasilkan dua buah frekuensi yang diatur oleh pin FSK (Nurraharjo, 2013).



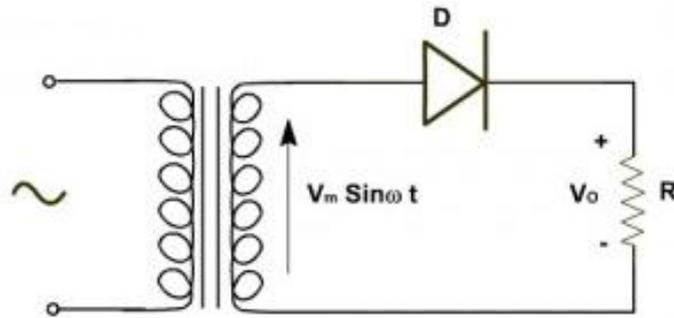
Gambar 2.10 Rangkaian Pembangkit Pulsa (Datasheet, 2008)

2.9 Penyearah Gelombang

Rangkaian penyearah gelombang (*rectifier*) berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan *Alternating Current* (AC) menjadi tegangan *Direct Current* (DC). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigurasikan secara *forward bias*. Pada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis, yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh (Yohandri and Asrizal, 2016).

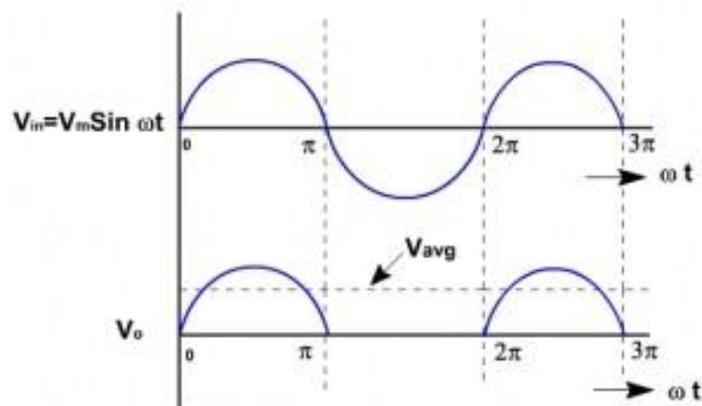
2.9.1 Penyearah Setengah Gelombang (*Half Wave Rectifier*)

Penyearah setengah gelombang (*half wave rectifier*) hanya menggunakan satu buah dioda sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC.



Gambar 2.11 Rangkaian penyearah setengah gelombang (Yohandri and Asrizal, 2016)

Pada saat transformator memberikan output sisi positif dari gelombang AC maka dioda dalam keadaan *forward bias* sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi *reverse bias*, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan (Yohandri and Asrizal, 2016) seperti terlihat pada gambar sinyal *output* penyearah setengah gelombang berikut.



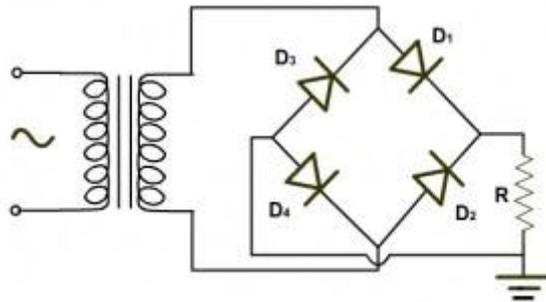
Gambar 2.12 Sinyal *output* penyearah setengah gelombang (Yohandri and Asrizal, 2016)

Rangkaian penyearah setengah gelombang dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$V_{avg} = \frac{V_m}{\pi R} \quad (2.10)$$

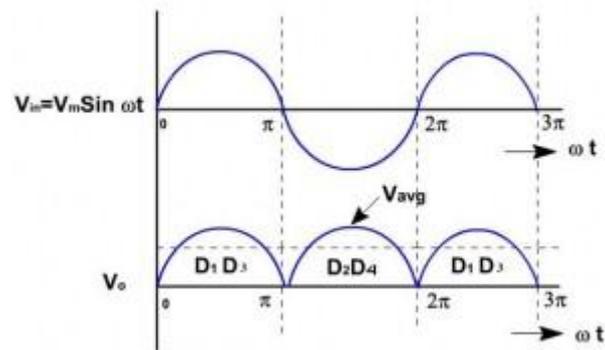
2.9.2 Penyearah Gelombang Penuh (Full Wave Rectifier)

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan dua macam yaitu, menggunakan empat dioda dan dua dioda. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan empat dioda menggunakan transformator non-CT (*Center Tap*) seperti terlihat pada gambar berikut.



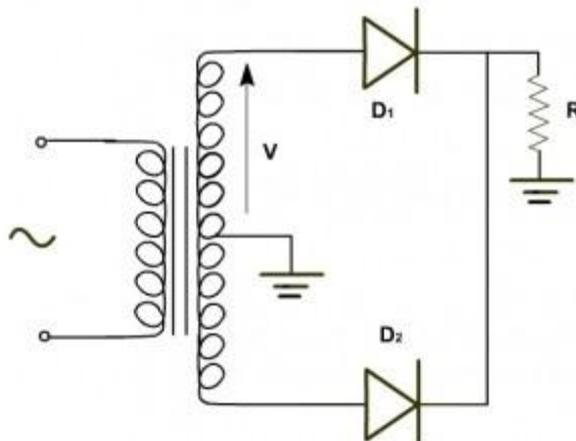
Gambar 2.13 Rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan transformator non-CT (Waluyo, 2017)

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan empat dioda diatas dimulai pada saat *output* transformator memberikan level tegangan pada sisi positif, maka D1 dan D4 pada posisi *forward bias*, sedangkan D2 dan D3 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2 dan D4 pada posisi *forward bias*, sedangkan D1 dan D2 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2 dan D4 (Yohandri and Asrizal, 2016). Bentuk sinyal keluaran dari rangkaian ini dapat dilihat pada grafik *output* berikut.



Gambar 2.14 Sinyal *output* penyearah gelombang penuh menggunakan transformator non-CT (Waluyo, 2017)

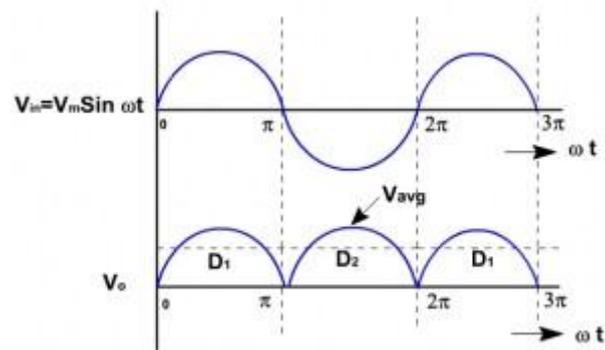
Penyearah gelombang dengan dua dioda menggunakan transformator dengan CT. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan dua dioda dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.15 Rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan transformator CT (Waluyo, 2017)

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan dua dioda ini dapat bekerja karena menggunakan transformator dengan CT. Transformator dengan CT seperti pada gambar diatas dapat memberikan *output* tegangan AC pada kedua terminal *output* sekunder terhadap terminal CT dengan level tegangan yang berbeda fasa 180° . Pada saat terminal *output* transformator pada D_1 memberikan

sinyal puncak positif maka terminal *output* pada D2 memberikan sinyal puncak negatif, pada kondisi ini D1 pada posisi *forward* dan D2 pada posisi *reverse*. Sehingga sisi puncak positif dilewatkan melalui D1. Kemudian pada saat terminal *output* transformator pada D1 memberikan sinyal puncak negatif maka terminal *output* pada D2 memberikan sinyal puncak positif, pada kondisi ini D1 posisi *reverse* dan D2 pada posisi *forward*, sehingga sinyal puncak positif dilewatkan melalui D2 (Yohandri and Asrizal, 2016). Bentuk sinyal keluaran dari rangkaian ini dapat dilihat pada grafik *output* berikut.



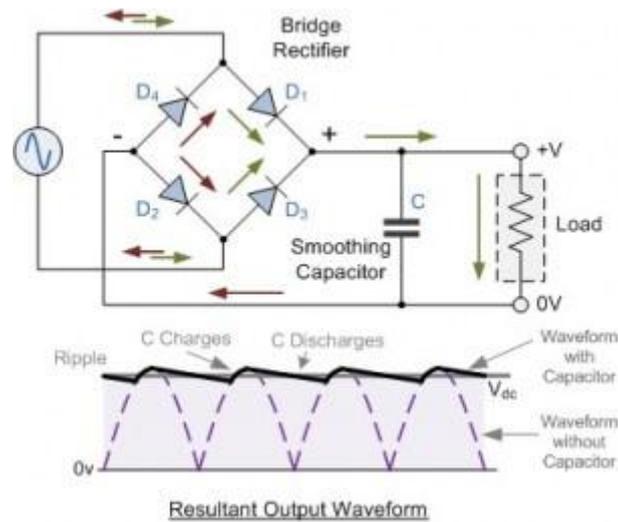
Gambar 2.16 Sinyal *output* penyearah gelombang penuh menggunakan transformator CT (Waluyo, 2017)

Rangkaian penyearah gelombang penuh dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi} \quad (2.11)$$

2.9.3 Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor

Agar tegangan penyearahan gelombang menjadi tegangan DC lebih rata dan halus maka dipasang filter kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah (Yohandri and Asrizal, 2016) seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.17 Rangkaian penyearah gelombang penuh dilengkapi filter kapasitor (Waluyo, 2017)

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan *ripple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang filter kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$V_{dc} = \frac{2V_{max}}{\pi} \quad (2.12)$$

Kemudian untuk nilai *ripple* tegangan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_{ripple} = \frac{I_{load}}{fC} \quad (2.13)$$

(Yohandri and Asrizal, 2016).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 hingga Januari 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. *Osilator* menggunakan *IC XR2206* sebagai masukan dengan gelombang penuh dan variasi bentuk gelombang dan frekuensi.
2. *Power supply*, berfungsi sebagai sumber tegangan masukkan pada rangkaian.
3. Multimeter untuk mengukur tegangan AC dan DC, dan untuk mengecek komponen elektronika.
4. Osiloskop untuk membaca sinyal tegangan input dan output.
5. *Pocket Refractometer Otago PAL- α* sebagai kalibrator dari alat yang akan dibuat.

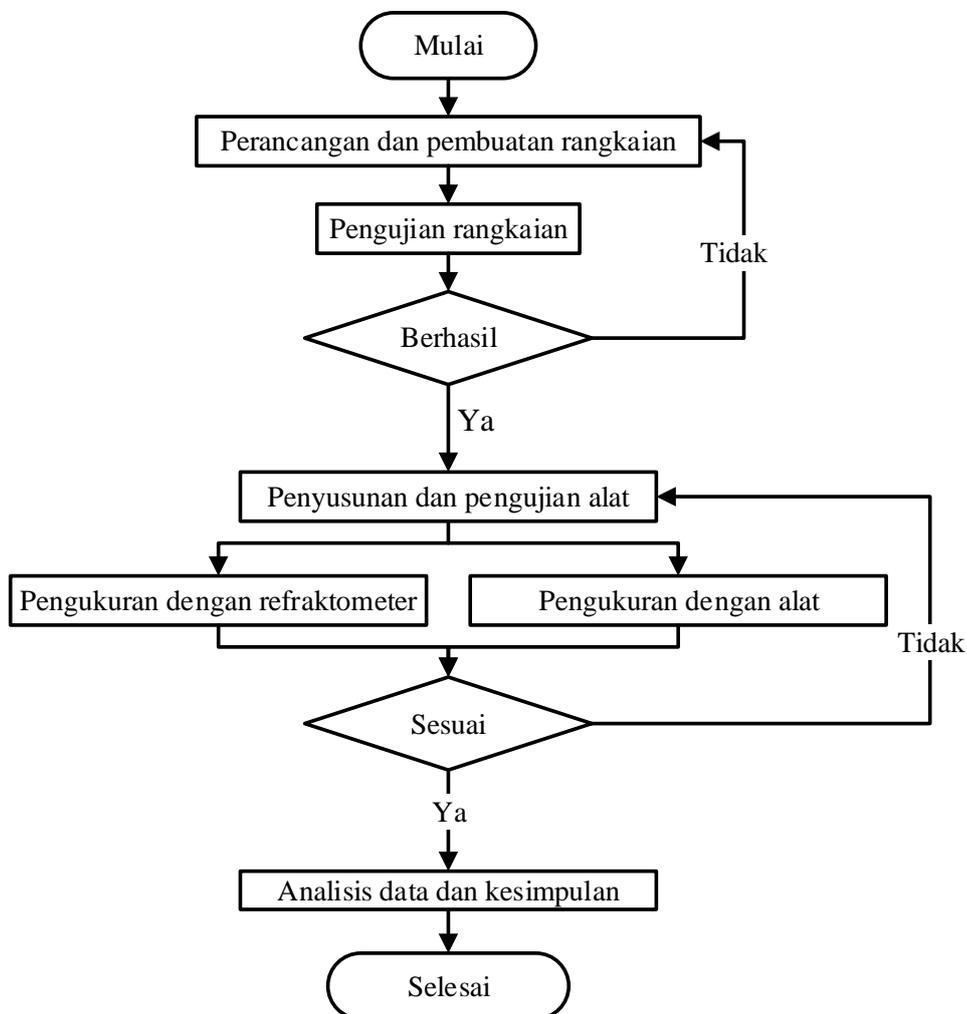
Sedangkan bahan–bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Buah jeruk sebagai bahan uji eksperimen.
2. Kawat timah untuk menempelkan komponen pada PCB

3. Aquades untuk bahan uji kalibrasi refraktometer.
4. PCB untuk menghubungkan komponen – komponen pada rangkaian
5. Pelat tembaga sebagai elektroda kapasitor semi silinder.

3.3 Rancangan Prosedur Penelitian

Dalam perancangan kapasitor semi silinder sebagai sensor kapasitas untuk mengukur tingkat kemanisan buah jeruk, dilakukan beberapa tahapan. Diagram alir pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Perancangan dan Pembuatan Rangkaian, pada tahap ini dilakukan proses perancangan rangkaian yang akan digunakan dalam pembuatan alat, setelah selesai, dilakukan pengujian rangkaian untuk menguji kelayakan rangkaian. Setelah pengujian rangkaian berhasil dilanjutkan tahap berikutnya.

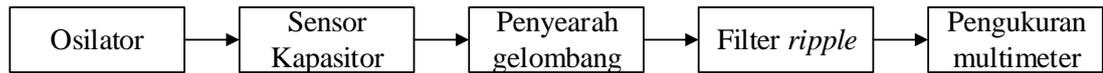
Penyusunan Alat, merupakan proses pembuatan alat ukur kemanisan dengan menggabungkan rangkaian-rangkaian yang telah dibuat, kemudian melakukan pengujian alat untuk memastikan alat dapat bekerja dengan baik. Setelah berhasil dilakukan tahap berikutnya..

Pengukuran dengan Refraktometer dan Alat, merupakan proses pengujian dengan menggunakan refraktometer dan alat yang telah dibuat untuk mengambil data penelitian. Pengukuran menggunakan refraktometer dilakukan sebagai acuan atau pembanding pada pengukuran yang akan dilakukan menggunakan alat yang telah dibuat. Sehingga diharapkan hasil pengukuran pada alat memiliki nilai keakuratan yang sebanding dengan refraktometer.

Analisa Data, setelah data diperoleh dari hasil pengukuran, data diolah untuk mendapatkan nilai kebenaran dan *error* pada alat yang telah dibuat. Sehingga dapat diketahui tingkat keakuratan pada alat. Kemudian dibuat kesimpulan penelitian.

3.4 Perancangan Sistem

Gambar 3.2 merupakan diagram blok pengambilan data yang digunakan untuk menganalisa tingkat kemanisan buah jeruk berdasarkan perubahan nilai kapasitansinya.



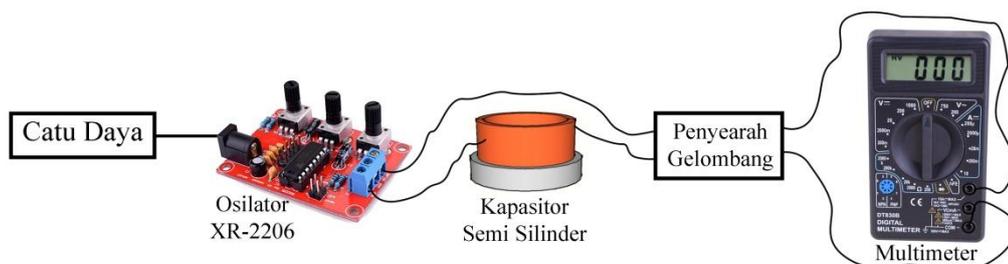
Gambar 3.2 Diagram blok pengambilan data

Pada desain struktur kapasitor semi silinder ini, kedua pelat besi memiliki ukuran yang tetap, sehingga media dielektrik diantara kedua pelat adalah udara dan *sample* buah. Sehingga, nilai kapasitansi pada kedua pelat menjadi:

$$C = \frac{\pi RH \epsilon_0 \epsilon_1 \epsilon_2}{2R \sin \theta + d} \quad (3.1)$$

Dengan ϵ_2 adalah konstanta dielektrik buah jeruk. Persamaan (3.1) menunjukkan bahwa jika konstanta dielektrik buah jeruk berubah, maka nilai kapasitansinya akan berubah juga sehingga pengukuran buah jeruk pada kapasitor merupakan hal yang mungkin untuk dilakukan.

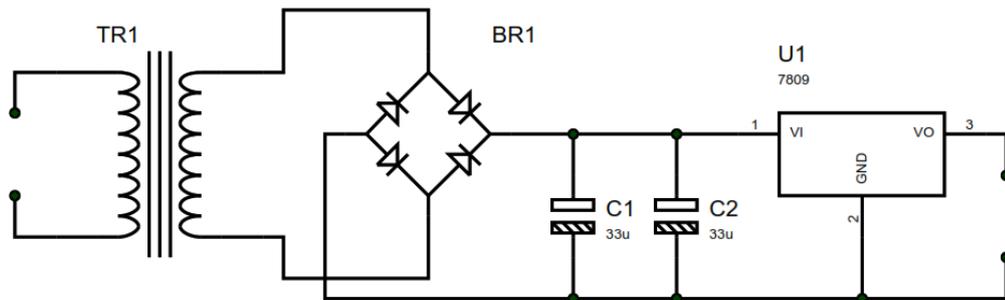
Pelat tembaga yang digunakan memiliki panjang 13cm dan lebar 4cm. Sinyal masukan pada pelat kapasitor menggunakan osilator dengan variasi nilai frekuensi sebesar 1kHz, 10kHz, dan 100kHz. Sedangkan osilator ini menggunakan IC XR-2206. Sinyal keluaran dari kapasitor semi silinder berupa sinyal AC ini kemudian diteruskan ke rangkaian penyearah gelombang penuh. Tegangan keluaran dari jembatan penyearah merupakan tegangan DC, kemudian keluaran tersebut akan diukur menggunakan multimeter.



Gambar 3.3 Skema perancangan alat

Perancangan alat yang digunakan terdiri dari rangkaian catu daya, rangkaian osilator XR-2206, dan rangkaian penyearah gelombang.

a. Rangkaian Catu Daya

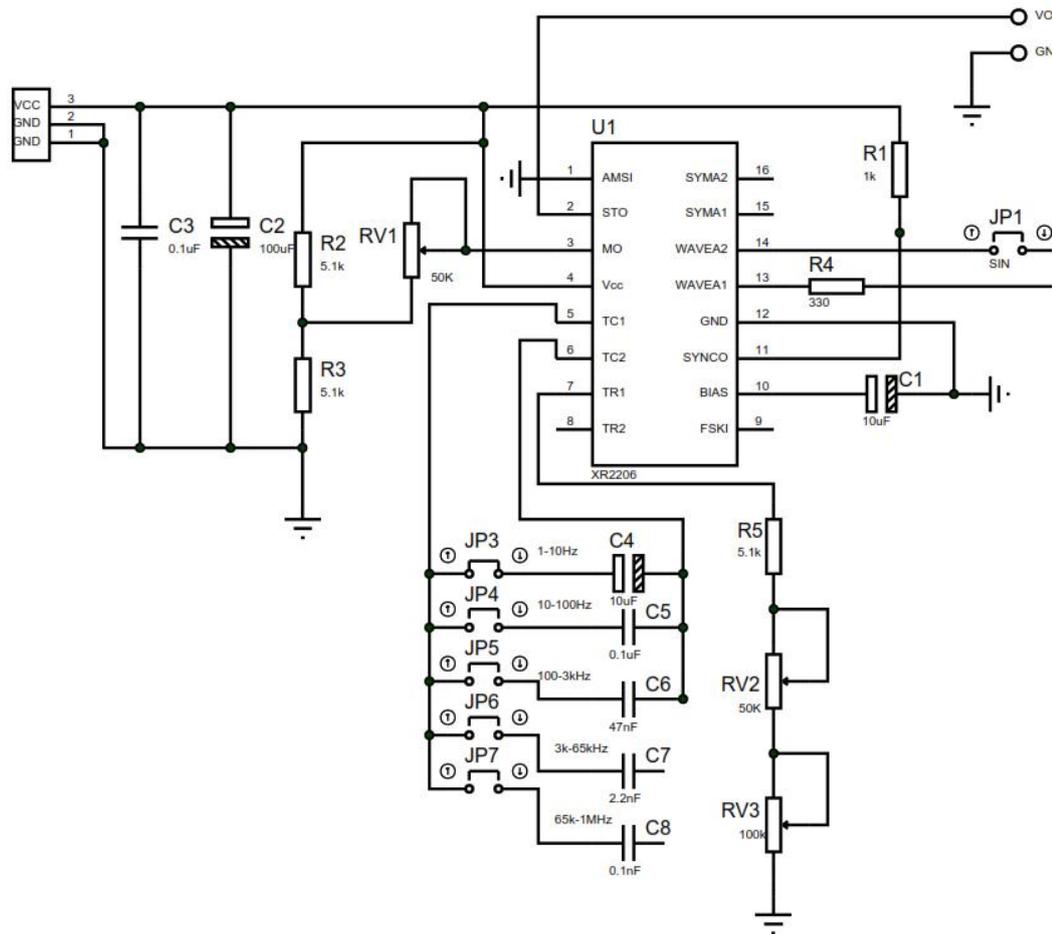


Gambar 3.4 Rangkaian Catu Daya

Catu daya berfungsi sebagai penyuplai tegangan ke seluruh rangkaian. Bagian ini tersusun dari sebuah (Transformator, rangkaian penyearah gelombang, dan IC regulator). Trafo *stepdown* 2A digunakan untuk menurunkan tegangan dari jala-jala PLN 220 V AC menjadi tegangan AC bernilai rendah yaitu 5-12 V AC. Kemudian diode *bridge* berfungsi untuk menyearahkan sinyal AC tersebut menjadi sinyal DC, kemudian di filter oleh sebuah kapasitor untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih halus. Setelah itu digunakan IC Regulator 7809 untuk mendapatkan nilai tegangan keluaran sesuai dengan yang dibutuhkan, yaitu sebesar 9 Volt. Rancangan rangkaian dapat dilihat pada .

b. Rangkaian Osilator

Osilator ini berfungsi sebagai pembangkit sinyal tegangan AC yang dihubungkan ke kapasitor semi silinder. Bentuk gelombang dari osilator ini adalah gelombang sinusoidal dengan nilai frekuensi cuplik sebesar 1kHz, 10kHz, dan 100kHz. Sedangkan tegangan catu (Vcc) adalah 9 Volt (Soltani *et al.*, 2011).

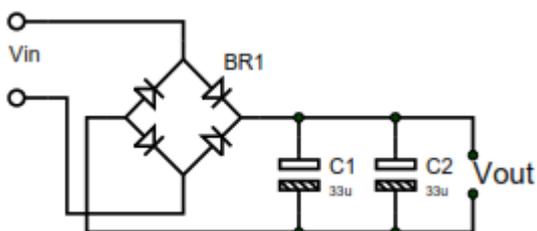


Gambar 3.5 Rangkaian Osilator XR-2206

Dari Gambar 3.5 diketahui bahwa JP1 berfungsi sebagai jumper untuk menghasilkan gelombang sinusoidal. Untuk menghasilkan nilai frekuensi yang diinginkan, yang harus dilakukan adalah memasang jumper pada range nilai frekuensi yang diinginkan. JP3 berfungsi untuk menghasilkan nilai frekuensi 1-10 Hz, JP4 berfungsi untuk menghasilkan nilai frekuensi 10-100Hz, JP5 berfungsi untuk menghasilkan nilai frekuensi 100-3kHz, JP5 berfungsi untuk menghasilkan nilai frekuensi 3k-65kHz, dan JP6 berfungsi untuk menghasilkan nilai frekuensi 65k-1 MHz.

c. Rangkaian Penyearah Gelombang

Rangkaian ini berfungsi sebagai penyearah gelombang dari kapasitor semi silinder yang berbentuk AC.



Gambar 3.6 Rangkaian penyearah gelombang

Rangkaian penyearah yang digunakan adalah rangkaian penyearah gelombang penuh, dengan menggunakan empat dioda yang dirangkai menjadi dioda *bridge*. Kemudian pada rangkaian ditambahkan kapasitor agar sinyal yang dihasilkan menjadi lebih halus. Kapasitor tersebut berfungsi sebagai filter untuk menekan *riple* yang terjadi selama proses penyearahan gelombang AC.

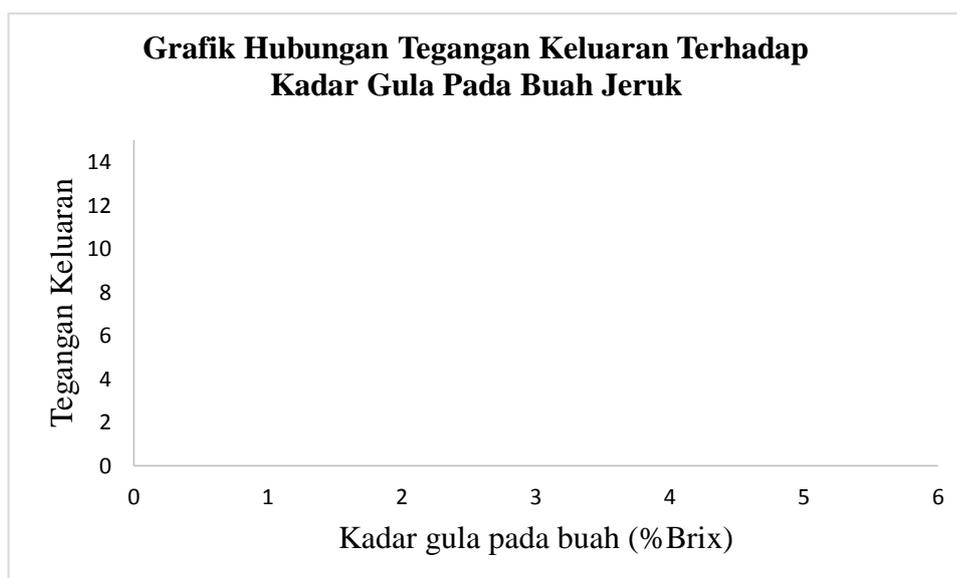
3.5 Rancangan Data Hasil Pengukuran

Pengujian awal yang dilakukan adalah mengukur tingkat kemanisan buah jeruk dengan menggunakan kapasitor semi silinder. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemanisan buah jeruk berdasarkan perubahan nilai dielektrik. Tabel 3.1 berikut adalah tabel pengujian tingkat kemanisan buah jeruk menggunakan kapasitor semi silinder

Tabel 3.1 Rancangan Data Pengukuran Kapasitor Semi Silinder

Buah ke-	Kadar Gula (%Brix)	Tegangan Keluaran (Vo)		
		1kHz(mV)	10kHz (mV)	100kHz (mV)
0				
1				
2				
3				
4				
...				

Pengujian selanjutnya adalah melakukan pengujian tingkat kemanisan buah jeruk menggunakan *pocket refractometer Otago PAL-a.* Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemanisan buah yang *real*. Data hasil pengukuran tersebut ditampilkan juga pada Tabel 3.1. Kemudian data hasil pengukuran baik yang diperoleh dari kapasitor semi silinder maupun pengukuran menggunakan refraktometer di plot ke dalam sebuah grafik sehingga nantinya dapat diketahui hubungan antara tegangan keluaran terhadap kadar gula yang terkandung di dalam jeruk. Grafik tersebut ditunjukkan oleh Gambar 3.7 berikut ini

**Gambar 3.7** Grafik hubungan tegangan terhadap kadar gula pada buah

Gambar 3.7 menunjukkan hubungan tegangan terhadap kadar gula pada buah sehingga dapat diketahui apakah kapasitor semi silinder dapat mengukur kadar kemanisan buah jeruk dengan baik atau tidak. Selain itu, Gambar 3.7 juga digunakan untuk menunjukkan frekuensi terbaik yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran buah jeruk secara optimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan keluaran yang diperoleh dari kapasitor semi silinder dengan buah jeruk sebagai bahan dielektrik dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kapasitor semi silinder mampu mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan dari buah jeruk sebagai bahan dielektrik dengan variasi frekuensi 1 kHz, 10 kHz dan 100 kHz.
2. Hasil pengukuran yang optimal dapat diperoleh pada variasi frekuensi sebesar 100 kHz.
3. Hasil pengukuran tegangan keluaran yang diperoleh memiliki korelasi yang kuat dengan hasil pengukuran kadar kemanisan buah jeruk yang dilakukan menggunakan *pocket refractometer*.

5.2 Saran

Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mendigitalisasi hasil dari kapasitor semi silinder agar dapat diperoleh tingkat kematangan buah jeruk secara lebih *real time*. Selain itu, membuat rancang bangun alat terutama

untuk bagian kapasitor semi silinder yang lebih baik agar hasil pengukuran bisa jadi lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asni, N. 2015. *Teknologi Penanganan Panen Dan Pascapanen Tanaman Jeruk*. Jambi: Kelompok Peneliti dan Pengkaji Mekanisasi dan Teknologi Pasca Panen.
- Baxter, L. K. 2011. *Capacitive Sensors Design and Applications*. New York: IEEE Press.
- Bhosale, A. A. 2017. Detection Of Sugar Content In Citrus Fruits By Capacitance Method, *Procedia Engineering*, 181, pp. 466–471.
- Budiarso, Z., Hadikurniawati, W. and Agung Prihandono 2014. Rekayasa Sistem Kendali Generator Sinyal XR-2206 Berbasis Arduino UNO R3, *Teknologi Informasi DINAMIK*, 19(2), pp. 101–111.
- D. Handoko, D., Napitupulu, B. and Sembiring, H. 2010. Penanganan Pascapanen Buah Jeruk, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*, 2010, pp. 486–497.
- Das, S., Sarkar, T. S. and Chakraborty, B. 2014. A Semi-Cylindrical Capacitive Sensor Used For Soil Moisture Measurement, *World Academy of Science, Engineering and Technology: International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering*, 8(1), pp. 160–165.
- Datasheet 2008. *XR-2206 Monolithic Function Generator*.
- Datasheet 2017. *Digital Hand-Held "Pocket Refractometer PAL Series*. Available at: <https://www.coleparmer.com/i/atago-pal-alpha-digital-pocket-refractometer-0-0-to-85-0-brix/0294154> (Accessed: 12 June 2019).
- Fuchs, A. and Moser, M. 2009. Using Capacitive Sensing To Determine The Moisture Content Of Wood Pellets, *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 2(2), p. 16.
- Hidayat, H. 2015. *Estimasi Kemasakan Buah Pisang Menggunakan Sensor Kapasitansi (Skripsi)*. Jember: Universitas Jember.
- Jamaludin, D., Aziz, S. A. and Ibrahim, N. U. A. 2014. Dielectric Based Sensing System For Banana Ripeness Assessment, *International Journal of Environmental Science and Development*, 5(3), pp. 286–289.
- Juansah, J., Budiastra, I. W., Dahlan, K. and Seminar, K. B. 2012. Electrical

Behavior Of Garut Citrus Fruits During Ripening Changes In Resistance And Capacitance Models Of Internal Fruits, *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*, 12(04), pp. 01–08.

Lelo, T. 2014. *Standard Operasional Prosedur (SOP) Budidaya Jeruk Siam Banjar*. Kalimantan Tengah: Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Kalimantan Tengah.

Nurraharjo, E. 2013. Rangkaian Pembangkit Gelombang Dengan Menggunakan IC XR-2206, 18(1), pp. 24–29.

Nurraharjo, E. 2015. Implementasi Pemrograman Interfacing MATLAB-Arduino, *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 20(2), pp. 100–105.

Pracaya 2006. Jeruk Manis : Varietas, Budidaya, Dan Pascapanen, in Sugito, J. (ed.). Jakarta: Penebar Swadaya, p. 156. Available at: <http://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=648258#>.

Prihatman, K. 2002. *Budidaya Buah Jeruk*. Jakarta: Kantor Deputri Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

Purwono 2004. *Penentuan Rendemen Gula Tebu Secara Cepat*. Bogor.

Ranggana, S. 1977. *Manual Analysis of Fruit and Vegetable Products*. Tata McGraw-Hill.

Rusmadi, D. 2009. *Mengenal Komponen Elektronika*. Bandung: Penerbit Pionir Jaya.

Setiawan, W. 2010. *Pengantar Sistem Digital*. Bandung: Media Asri Pratama. Available at: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23790/4/Chapter I.pdf>.

Simbolon, F. P. M. 2008. *Pengaruh Konsentrasi Emulsi Lilin dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Jeruk Manis (Citrus sinensis, Linn.) (Skripsi)*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.

Soltani, M., Alimardani, R. and Omid, M. 2011. Design And Development Of A Portable Banana Ripeness Inspection System, *Journal of American Science*, 7(6).

Sudarmaji, A. and Ediati, R. 2011. Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan, *Jurnal Keteknik Pertanian*, 25(11), pp. 49–57.

Tezric, E., Nagarajah, R. and Alamgir, M. 2010. A Neural Network Approach To Fluid Level Measurement In Dynamic Environments Using A Single Capacitive Sensor, *Sensors and Transducers*, 114(3), pp. 41–55.

Tipler, P. A. 1998. *Fisika : Untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. 3rd edn. Edited by J. Sutrisno. Jakarta: Erlangga.

Vasquez, S. and Mueller, S. 2011. *Refractometer Calibration , Use and Maintenance, University of California Cooperative Extension Fresno County*. California.

Waluyo, A. U. 2017. *Penyearah Gelombang Penuh Dua Dioda*.

Yohandri and Asrizal 2016. *Elektronika Dasar 1*. Jember: Prenada Media.