

SKRIPSI

**DETEKSI PERUBAHAN SIFAT FISIS NIRA POHON LONTAR
(*Borassus flabellifer*) MENGGUNAKAN SPEKTRUM
SPEKTROSKOPI IMPEDANSI ELEKTRIK (SIE)**



NUZULAN SALSABILA

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : DETEKSI PERUBAHAN SIFAT FISIS NIRA POHON
LONTAR (*Borassus flabelifer*) MENGGUNAKAN
SPEKTRUM SPEKTROSKOPI IMPEDANSI
ELEKTRIK (SIE)

Penyusun : Nuzulan Salsabila

NIM : 081711333001

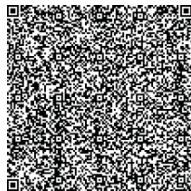
Nama Pembimbing I : Dr. KHUSNUL AIN S.T, M.Si.

Nama Pembimbing II : NURIL UKHROWIYAH S.Si., M.Si.

Tanggal Seminar : 25-07-2022 9:00 AM

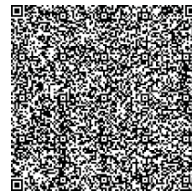
Disetujui oleh:

Pembimbing 1,



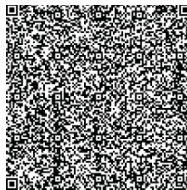
Dr. KHUSNUL AIN, S. T., M. Si.
NIP. 197207051997021001

Pembimbing 2,



Dr. NURIL UKHROWIYAH, S. Si., M. Si.
NIP. 197004141999032001

Mengetahui,
Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



HERRI TRILAKSANA, S. Si., M. Si., Ph.D.
NIP. 197712282003121003

LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang S1 FISIKA
Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Oleh:

Nuzulan Salsabila

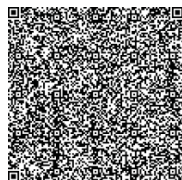
081711333001

Tanggal Lulus:

25-07-2022

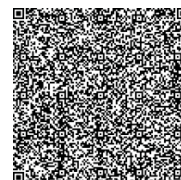
Disetujui oleh:

Pembimbing 1,



Dr. KHUSNUL AIN, S. T., M. Si.
NIP. 197207051997021001

Pembimbing 2,



Dr. NURIL UKHROWIYAH, S. Si., M. Si.
NIP. 197004141999032001

THESIS VALIDATION SHEET

Title : DETEKSI PERUBAHAN SIFAT FISIS NIRA POHON
LONTAR (*Borassus flabelifer*) MENGGUNAKAN
SPEKTRUM SPEKTROSKOPI IMPEDANSI
ELEKTRIK (SIE)

Author : Nuzulan Salsabila

Student Number : 081711333001

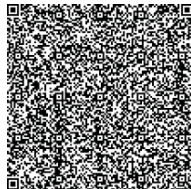
Primary Supervisor : Dr. KHUSNUL AIN S.T, M.Si.

Secondary Supervisor : NURIL UKHROWIYAH S.Si., M.Si.

Thesis Defense Date : 25-07-2022 9:00 AM

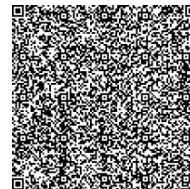
Approved By:

Primary Supervisor



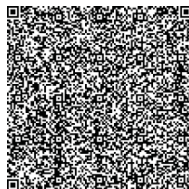
Dr. KHUSNUL AIN, S. T., M. Si.
NIP. 197207051997021001

Secondary Supervisor



Dr. NURIL UKHROWIYAH, S. Si., M. Si.
NIP. 197004141999032001

Knowing,
Head of Physics Department
Faculty of Science and Technology
Universitas Airlangga



HERRI TRILAKSANA, S. Si., M. Si., Ph.D.
NIP. 197712282003121003

THESIS STATEMENT SHEET

THESIS

As One of the Requirements for Obtaining a Bachelor of Science Degree in S1 FISIKA
The Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga

Written By:

Nuzulan Salsabila

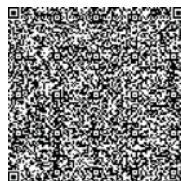
081711333001

Thesis Defense Date:

25-07-2022

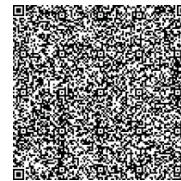
Approved By:

Primary Supervisor



Dr. Khusnul Ain, S. T., M. Si.
NIP. 197207051997021001

Secondary Supervisor



Dr. Nuril Ukhrowiyah, S. Si., M. Si.
NIP. 197004141999032001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini telah dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk digunakan sebagai referensi kepustakaan. Namun pengutipan harus menyebutkan sumbernya sesuai kaidah ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuzulan Salsabila
NIM : 081711333001
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya berjudul:

DETEKSI PERUBAHAN SIFAT FISIS NIRA POHON LONTAR (*Borassus flabellifer*) MENGGUNAKAN SPEKTRUM SPEKTROSKOPI IMPEDANSI ELEKTRIK (SIE)

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan kegiatan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah diterapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 25 Juli 2022



Nuzulan Salsabila

NIM. 081711333001

ABSTRAK

NUZULAN SALSABILA. Deteksi Perubahan Sifat Fisis Nira Pohon Lontar (*Borassus flabellifer*) Menggunakan Spektrum Spektroskopi Impedansi Elektrik (SIE). Dosen Pembimbing Dr. Khusnul Ain, S. T., M. Si. dan Dr. Nuril Ukhrowiyah, S. Si., M. Si.

Nira adalah cairan yang diproduksi oleh beberapa spesies tanaman tertentu dan memiliki cita rasa yang manis. Nira olahan umumnya digunakan sebagai bahan dasar dalam produksi gula atau pemanis. Siwalan atau biasa dikenal juga dengan nama Lontar (*Borassus* sp.) adalah salah satu jenis tanaman palma yang dapat menghasilkan nira berpotensi di Indonesia. Nira yang beredar di masyarakat umumnya telah dicampur dengan air kelapa atau air mineral. Untuk mengetahui hal tersebut, diperlukan Spektroskopi Impedansi Elektrik (SIE). Spektroskopi Impedansi Elektrik (SIE) adalah metode yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti analisis mikrobiologi, penyaringan makanan, pemantauan korosi, kontrol kualitas pasta dan pelapis semen, karakterisasi elektrolit padat, dan analisis tubuh manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan sifat fisis nira dari pohon lontar (*Borassus flabellifer*) dengan menggunakan spektrum spektroskopi impedansi mengindikasikan bahwa perangkat *Digilent Analog Discovery 2* dapat dimodifikasi menjadi alat deteksi perubahan sifat fisis nira lontar berbasis spektrum spektroskopi impedansi elektrik (SIE). Alat deteksi berbasis spektrum spektroskopi impedansi elektrik (SIE) dapat mengidentifikasi alkohol dan gula pada nira lontar melalui rangkaian R dan C. Namun, alat deteksi berbasis spektrum spektroskopi impedansi elektrik (SIE) belum dapat mengidentifikasi keasaman dari nira lontar. Model rangkaian elektrik dari spektrum SIE yang dihasilkan dapat dimodelkan dalam rangkaian R-C paralel dengan seri CPE. Kadar alkohol dapat diwakili dari parameter R dengan korelasi R^2 sebesar 0,699 dengan persamaan $y = -12,383x + 442,74$ dan kadar gula dapat diwakili dari parameter C dengan korelasi R^2 sebesar 0,6396 dengan persamaan $y = 9E-12x - 3E-11$ sedangkan keasaman belum dapat diwakili oleh parameter komponen elektrik penyusun yang ada.

Kata Kunci: Nira Lontar, Spektroskopi Impedansi Elektrik, Sifat Fisis

ABSTRACT

NUZULAN SALSABILA. Detection of Changes in the Physical Properties of the Lontar Tree (*Borassus flabellifer*) using Electrical Impedance Spectroscopic (EIS) Spectrum. Professor of Guidance Dr. Khusnul Ain, S. T., M. Si. and Dr. Nuril Ukhrowiyah, S. Si., M. Si.

Nira is a liquid produced by certain plant species and has a sweet taste. Processed nira is commonly used as a basic ingredient in the production of sugar or sweeteners. Lontar (*Borassus* sp.) is a species of palm plant that produces potentially potent niras in Indonesia. Nira circulating in the community has generally been mixed with coconut water or mineral water. To find out this, an Electrical Impedance Spectroscopy (EIS) is required. Electrical Impedance Spectroscopy (EIS) is a method that can be used in a variety of applications such as microbiological analysis, food filtration, corrosion monitoring, quality control of paste and cement coatings, solid electrolyte characterization, and human body analysis. Research results show that changes in the physical properties of the lontar tree (*Borassus flabellifer*) using an impedance spectroscopic spectrum indicate that the Digilent Analog Discovery 2 device can be modified into a detection device for changes in the physical properties of the ejecta based on an electrical impedance spectroscopic spectrum (EIS). Electrical impedance spectroscopy (EIS) based detection devices can identify alcohols and sugars in the niral via R and C series. However, electrical impedance spectroscopy (EIS) based detection devices have not been able to identify the acidity of the ejecta. Electrical circuit models of the resulting EIS spectrum can be modeled in R-C series parallel to the CPE series. Alcohol levels can be represented from parameter R with a correlation of R^2 of 0.699 with equation $y = -12.383x + 442.74$ and sugar levels can be represented from parameter C with a correlation of R^2 of 0.6396 with equation $y = 9E-12x - 3E-11$ while acidity cannot be represented by the parameters of the composites.

Keywords: Nira Lontar, Electrical Impedance Spectroscopy, Physical Properties

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “**Deteksi Perubahan Sifat Fisis Nira Pohon Lontar (*Borassus flabellifer*) Menggunakan Spektrum Spektroskopi Impedansi Elektrik (SIE)**” dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai teladan yang baik bagi umat manusia. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada program Strata-1 di Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Penulis berharap dengan terselesaikannya penelitian ini, dapat memberikan manfaat khususnya dalam pengembangan spektroskopi impedansi elektrik. Penulis menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penelitian dan penulisan ini. Oleh karena itu, kritik, saran, masukan, dan perkembangan menjadi hal yang ingin penulis harapkan untuk memperbaiki tugas akhir ini.

Surabaya, 25 Juli 2022

Hormat Penulis,



Nuzulan Salsabila

UCAPAN TERIMA KASIH

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat upaya, dedikasi, dan dukungan dari berbagai pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak berikut khususnya:

1. Allah SWT, yang memberi kekuatan dan kemampuan, memberikan tempat bersandar ketika kebahagiaan dan keputusan menghampiri, dan atas izin-Nya penulis selalu diberikan kesempatan, kesehatan, kebahagiaan, dan harapan untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua yang penulis cintai, Agus Setyono dan Siti Khadiroh, yang selalu mendoakan, mendukung, memotivasi, menasihati, dan menghibur penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Herri Trilaksana, S. Si, M. Si, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, dan selaku Dosen Penguji II yang telah membimbing serta memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak Dr. Khusnul Ain, S. T., M. Si., selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Nuril Ukhrowiyah, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Endah Purwanti, S. Si., M. T., selaku Dosen Penguji I yang telah membimbing serta memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi.
7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga atas segala ilmu yang telah diberikan, nasihat, dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
8. Moch. Aidil Azma dan Ravha P. A. D. Risamasu, *Optic Squad*, yang tidak henti-hentinya memberikan semangat dan dorongan, tempat berdiskusi dan berkeluh kesah, dan selalu bersama dalam suka dan duka pengerjaan skripsi.

9. Teman-teman tercinta, Wiwit Dian Ramadhani, Mbak Susana Murti, Ana Nur Annisa, Muh. Aditya Samudera, Luthfi Maulana, Tiara Emhayana, Frazna Parastuti, Riwayat Nanik L., Zulfa Zahiroh, Shinta Andiya Gayatri, dan Intan Fachrudina M., atas motivasi, nasihat, kepedulian, serta bantuan dan dukungan moral yang diberikan kepada penulis.
10. Rekan-rekan Fisika angkatan 2017, atas dukungan dan bantuannya selama beberapa tahun terakhir.
11. Treasure, yang tidak menemani penulis secara langsung namun selalu memberikan kebahagiaan dan semangat kepada penulis setiap saat agar tidak pernah berhenti dan menyerah dalam hal apapun.
12. Seluruh keluarga dan teman-teman penulis yang belum dapat penulis sebutkan, atas doa, dukungan, dan semangat bagi penulis.
13. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for tryna do more right than wrong. I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas semua dukungan, semangat, kerjasama, dan dukungan moril kepada penulis. Penulis memohon maaf sedalam-dalamnya kepada seluruh pihak karena sebagai manusia biasa penulis memiliki banyak kekurangan baik yang disengaja atau tidak.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xxii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Lontar (<i>Borassus flabellifer</i> Linn).....	4
2.2. Nira	9
2.3. Sifat Fisis.....	12
2.3.1. Pengujian Kualitas Fisis Nira.....	12
2.4. Spektrum	14
2.5. Impedansi	14
2.6. Konsep Spektroskopi Bioimpedansi	15

2.6.1.	Elektrolisis	16
2.6.2.	Elektrolit.....	17
2.6.3.	Spektroskopi.....	18
2.6.4.	Bioimpedansi	18
2.7.	Spektroskopi Impedansi Elektrik (SIE)	18
2.7.1.	SIE Pada Tumbuhan.....	19
2.7.2.	Elektroda	20
2.7.3.	Rangkaian R dan C.....	21
2.7.4.	Perangkat.....	31
2.7.5.	DUT	36
2.7.6.	Plot Bode dan Nyquist	36
2.8.	Uji Komparatif	42
2.8.1.	Uji Kadar Gula	42
2.8.2.	Uji Derajat Keasaman	43
2.8.3.	Uji Kadar Alkohol.....	44
BAB 3	METODE PENELITIAN.....	46
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	46
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian.....	46
3.2.1.	Peralatan Penelitian	46
3.2.2.	Bahan Penelitian.....	47
3.3.	Prosedur Penelitian.....	47
3.3.1.	Persiapan dan Studi Literatur	47
3.3.2.	Penyusunan Perangkat	48
3.3.3.	Pengujian Sistem.....	48
3.3.4.	Pengambilan dan Analisis Data	50

3.4.	Cara Kerja Sistem	51
3.5.	Susunan Alat	52
3.5.1.	Generator.....	52
3.5.2.	Scope 1	53
3.5.3.	Scope 2.....	53
3.5.4.	Resistor.....	53
3.5.5.	Elektroda	53
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1.	Kalibrasi 55	
4.1.1.	Kalibrasi Cairan Terhadap Alat Ukur	55
4.1.2.	Kalibrasi Alat SIE	57
4.1.3.	Kalibrasi SIE Dengan Larutan Standard.....	65
4.2.	Pengukuran Pada Nira.....	85
4.2.1.	Pengukuran Alat Uji Komparatif	87
4.2.2.	Pengukuran SIE.....	89
4.2.3.	Perbandingan Pengukuran Alat Uji Komparatif dan SIE	91
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	98
5.1.	Kesimpulan	98
5.2.	Saran	98
	DAFTAR PUSTAKA	99
	LAMPIRAN.....	101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Peta persebaran lontar (<i>Borassus flabellifer</i> Linn).....	4
Gambar 2.2 Pohon lontar (<i>Borassus flabellifer</i> Linn).....	6
Gambar 2.3 Daun lontar (<i>Borassus flabellifer</i> Linn)	7
Gambar 2.4 Bunga lontar (<i>Borassus flabellifer</i> Linn)	7
Gambar 2.5 Buah lontar (<i>Borassus flabellifer</i> Linn)	8
Gambar 2.6 Nira lontar (<i>Borassus flabellifer</i> Linn).....	10
Gambar 2.7 Model bioimpedansi jaringan.....	16
Gambar 2.8 Tiga kemungkinan konfigurasi ion dalam solusi menggunakan contoh aqueous natrium klorida (NaCl). Kuantitas c berarti sebagai konsentrasi elektrolit	17
Gambar 2.9 Prinsip spektroskopi impedansi.....	19
Gambar 2.10 Konfigurasi pengaturan pengukuran yang digunakan dalam fitur SIE.....	19
Gambar 2.11 Model anatomi buah.....	20
Gambar 2.12 Skema elektroda	21
Gambar 2.13 Pergeseran fase arus dan tegangan komponen resistor	22
Gambar 2.14 Pergeseran fase arus dan tegangan komponen kapasitor	23
Gambar 2.15 Komponen R	24
Gambar 2.16 Rangkaian R seri	25
Gambar 2.17 Rangkaian R paralel	25
Gambar 2.18 Komponen C	26
Gambar 2.19 Rangkaian C seri	27

Gambar 2.20 Rangkaian C paralel	27
Gambar 2.21 Rangkaian RC seri.....	38
Gambar 2.22 Rangkaian RC paralel.....	29
Gambar 2.23 Rangkaian R seri + RC paralel.....	30
Gambar 2.24 Rangkaian C seri + RC paralel.....	31
Gambar 2.25 Perangkat keras <i>Analog Discovery 2</i> dan pin-outnya.....	33
Gambar 2.26 Susunan penggunaan pin <i>Analog Discovery</i> untuk spektroskopi impedansi elektrik	33
Gambar 2.27 Perangkat lunak <i>WaveForm</i>	35
Gambar 2.28 Perangkat <i>ZView</i>	35
Gambar 2.29 EIS dari resistor dalam skema Bode dan plot Nyquist.....	37
Gambar 2.30 EIS dari kapasitor dalam skema Bode dan plot Nyquist.....	39
Gambar 2.31 EIS dari rangkaian seri resistor dan kapasitor dalam skema Bode dan plot Nyquist	40
Gambar 2.32 EIS dari rangkaian paralel resistor dan kapasitor dalam skema Bode dan plot Nyquist.....	41
Gambar 2.33 Nyquist direpresentasikan pada bidang kompleks	41
Gambar 2.34 Refraktometer Brix (portabel).....	43
Gambar 2.35 pH meter.....	44
Gambar 2.36 Refraktometer alkohol.....	45
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	47
Gambar 3.2 Blok diagram rangkaian sistem	52
Gambar 3.3 Susunan alat.....	53
Gambar 4.1 Kalibrasi refraktometer alkohol	56
Gambar 4.2 Kalibrasi refraktometer <i>Brix</i>	56
Gambar 4.3 Kalibrasi pH meter	57

Gambar 4.4 Plot Bode $ Z $ vs frekuensi dengan DUT R	58
Gambar 4.5 Plot Bode θ vs frekuensi dengan DUT R.....	58
Gambar 4.6 Plot Nyquist Z_{Real} vs $Z_{Imajiner}$ dengan DUT R.....	59
Gambar 4.7 Plot Bode $ Z $ vs frekuensi dengan DUT C	59
Gambar 4.8 Plot Bode θ vs frekuensi dengan DUT C.....	60
Gambar 4.9 Plot Nyquist Z_{Real} vs $Z_{Imajiner}$ dengan DUT C	60
Gambar 4.10 Plot Bode $ Z $ vs frekuensi dengan DUT RC seri.....	61
Gambar 4.11 Plot Bode θ vs frekuensi dengan DUT RC seri	61
Gambar 4.12 Plot Nyquist Z_{Real} vs $Z_{Imajiner}$ dengan DUT RC seri	61
Gambar 4.13 Plot Bode $ Z $ vs frekuensi dengan DUT RC paralel.....	62
Gambar 4.14 Plot Bode θ vs frekuensi dengan DUT RC paralel	62
Gambar 4.15 Plot Nyquist Z_{Real} vs $Z_{Imajiner}$ dengan DUT RC paralel	63
Gambar 4.16 Plot Bode $ Z $ vs frekuensi dengan DUT R(RC)	63
Gambar 4.17 Plot Bode θ vs frekuensi dengan DUT R(RC).....	64
Gambar 4.18 Plot Nyquist Z_{Real} vs $Z_{Imajiner}$ dengan DUT R(RC).....	64
Gambar 4.19 Model 1 rangkaian $ZView$	66
Gambar 4.20 Model 2 rangkaian $ZView$	66
Gambar 4.21 Nyquist bahan komparatif alkohol	67
Gambar 4.22 Korelasi $ZView$ dan kalibrasi model rangkaian 1 untuk R1 pada refraktometer alkohol.....	68
Gambar 4.23 Korelasi $ZView$ dan kalibrasi model rangkaian 1 untuk C1 pada refraktometer alkohol.....	69
Gambar 4.24 Korelasi $ZView$ dan kalibrasi model rangkaian 1 untuk CPE1-T pada refraktometer alkohol	69

Gambar 4.25 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi model rangkaian 1 untuk CPE1-P pada refraktometer alkohol	70
Gambar 4.26 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk R1 pada refraktometer alkohol	71
Gambar 4.27 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk R2 pada refraktometer alkohol	71
Gambar 4.28 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk C1 pada refraktometer alkohol	72
Gambar 4.29 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk CPE1-T pada refraktometer alkohol	72
Gambar 4.30 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk CPE1-P pada refraktometer alkohol.....	73
Gambar 4.31 Nyquist bahan komparatif fuktosa	74
Gambar 4.32 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk R1 pada refraktometer <i>Brix</i>	75
Gambar 4.33 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk C1 pada refraktometer <i>Brix</i>	75
Gambar 4.34 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk CPE1-P pada refraktometer <i>Brix</i>	76
Gambar 4.35 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk R1 pada refraktometer <i>Brix</i>	76
Gambar 4.36 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk CPE1-T pada refraktometer <i>Brix</i>	77
Gambar 4.37 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk C1 pada refraktometer <i>Brix</i>	77
Gambar 4.38 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk CPE1-T pada refraktometer <i>Brix</i>	78

Gambar 4.39 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk CPE1-P pada refraktometer <i>Brix</i>	78
Gambar 4.40 Nyquist bahan komparatif asam.....	79
Gambar 4.41 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk R1 pada pH meter	80
Gambar 4.42 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk C1 pada pH meter	81
Gambar 4.43 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk CPE1-T pada pH meter	81
Gambar 4.44 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk CPE1-P pada pH meter	82
Gambar 4.45 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk R1 pada pH meter	83
Gambar 4.46 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk R2 pada pH meter	83
Gambar 4.47 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 1 untuk CPE1-T pada refraktometer <i>Brix</i>	84
Gambar 4.48 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk CPE1-T pada pH meter	84
Gambar 4.49 Korelasi <i>ZView</i> dan kalibrasi pada model rangkaian 2 untuk CPE1-P pada pH meter	85
Gambar 4.50 Nyquist nira per hari.....	89
Gambar 4.51 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> R1 pada nira untuk refraktometer alkohol	91
Gambar 4.52 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> C1 pada nira untuk refraktometer alkohol	91
Gambar 4.53 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> CPE1-T pada nira untuk refraktometer alkohol	92

Gambar 4.54 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> CPE1-P pada nira untuk refraktometer alkohol	92
Gambar 4.55 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> R1 pada nira untuk refraktometer <i>Brix</i>	93
Gambar 4.56 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> C1 pada nira untuk refraktometer <i>Brix</i>	93
Gambar 4.57 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> CPE1-T pada nira untuk refraktometer <i>Brix</i>	94
Gambar 4.58 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> CPE1-P pada nira untuk refraktometer <i>Brix</i>	94
Gambar 4.59 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> R1 pada nira untuk pH meter	95
Gambar 4.60 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> C1 pada nira untuk pH meter	95
Gambar 4.61 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> CPE1-T pada nira untuk pH meter	96
Gambar 4.62 Perbandingan kalibrasi peralatan uji komparatif dan <i>ZView</i> CPE1-P pada nira untuk pH meter	96

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi nira berbagai tanaman palma	10
Tabel 2.2 Komposisi nira lontar (<i>Borassus flabellifer</i>).....	11
Tabel 2.3 Tegangan yang melewati elemen pasif jika aarusnya sinusoidal.....	21
Tabel 3.1 Rangkaian DUT beserta model persamaan matematis	50
Tabel 4.1 Error relatif antara hasil eksperimen terhadap model	65
Tabel 4.2 Nilai prediksi model rangkaian <i>ZView</i>	67
Tabel 4.3 Data <i>ZView</i> kalibrasi untuk alkohol	68
Tabel 4.4 Data <i>ZView</i> kalibrasi untuk gula	74
Tabel 4.5 Data <i>ZView</i> kalibrasi untuk asam.....	80
Tabel 4.6 Data uji komparatif	88
Tabel 4.7 <i>ZView</i> nira	89

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Data kalibrasi alat uji komparatif.....	101
2. Nyquist bahan uji komparatif.....	102
3. Data pengamatan.....	104
4. Dokumentasi penelitian.....	111