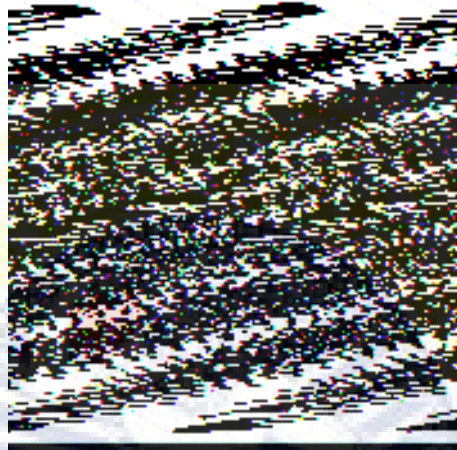


**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR LEMAK TUBUH
MENGUNAKAN METODE BIOIMPEDANSI**

SKRIPSI



AHSANUNNIDHOM

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2015**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Bidang Teknobiomedik pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga Surabaya**

Oleh:

AHSANUNNIDHOM

081017052

Tanggal Lulus:

10 Februari 2015

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Moh Yasin, M.si
NIP. 19673121991021001

Franky Chandra S.A, S.T., M.T.
NIP. 198301282009121004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Lemak Tubuh
Menggunakan Metode Bioimpedansi

Penyusun : Ahsanunnidhom

NIM : 081017052

Pembimbing I : Dr. Moh. Yasin, M. Si

Pembimbing II : Franky Chandra S. A., S. T., M. T.

Tanggal Seminar :

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Moh Yasin, M.si
NIP. 19673121991021001

Franky Chandra S.A, S.T., M.T.
NIP. 198301282009121004

Mengetahui,

Kepala Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Kepala Prodi S1 Teknobiomedik
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Drs. Siswanto, M.Si
NIP. 196403051989031003

Dr. Moh Yasin, M.Si
NIP. 196703121991021001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan seijin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga



Ahsanunnidhom. 2015. **Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Lemak Tubuh Menggunakan Metode Bioimpedansi**. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Moh. Yasin, M.Si dan Franky Chanda S. A., S. T., M. T., program S1 Teknobiomedik, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Pengukuran persentase kadar lemak tubuh diperlukan sebagai indikator awal kesehatan seseorang. Data dari Riset Kesehatan Dasar tahun 2010 menunjukkan bahwa 27% penduduk Indonesia mengalami obesitas. Obesitas diukur dari presentase kadar lemak tubuh yang melebihi batas normal. Nilai batas normal persentase kadar lemak tubuh laki-laki sebesar 10-20% dan untuk perempuan 18-28%. Metode yang digunakan dalam pengukuran persentase kadar lemak adalah bioimpedansi. Bioimpedansi adalah nilai hambatan dari zat penyusun tubuh (lemak) yang didapatkan dari pemasukan arus konstan sebesar $900 \mu\text{A} - 1 \text{ mA}$ dengan frekuensi 50 kHz. Empat elektroda dipakai dalam metode pengukuran. Dua elektroda digunakan sebagai pemberi arus ke dalam tubuh dan dua elektroda lain digunakan sebagai penyadap tegangan dari tubuh. Tegangan sadapan diolah dengan *instrumentation amplifier*, dan disaring menggunakan rangkaian *High Pass Filter* untuk menghilangkan *noise* dari sinyal Elektromiograf (EMG). Mikrokontroler dari Arduino UNO digunakan sebagai pengolah data dan menampilkan hasil pengukuran. Hasil rancangan alat pengukuran persentase kadar lemak memiliki tingkat keakuratan sebesar 93,23% dengan nilai error $\pm 6.77\%$ dengan pembandingan alat yang terkalibrasi TANITA BC-541. Persamaan linieritas yang didapatkan antara nilai bioimpedansi tubuh (Ω) dengan nilai persentase kadar lemak (%) adalah $y=11.81x + 225.8$, dengan y merupakan bioimpedansi dan x adalah persentase kadar lemak. Penelitian ini dimaksudkan untuk alternatif pilihan pengukuran persentase kadar lemak.

Kata Kunci: Persentase Kadar Lemak, Bioimpedansi, Arduino UNO, Obesitas

Ahsanunnidhom. 2015. **The Design of Body Fat Level Instrument Using Bioimpedance Method**. This thesis is under guidance of Dr. Moh. Yasin, M. Si and Franky Chandra S. A>, S. t., M. T., Biomedical Engineering, Physics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Body fat level measurement is needed as early health indicator of human. The data of Basic Health Research in 2010 showed that 27% of Indonesia's population experienced obesity. Obesity is measured by body fat level percentage that exceeded the normal limit. The normal limit value of man body fat level is 10-20 % and for woman is 18-28 %. The method used in body fat level measurement is bioimpedance. Bioimpedance is the resistance value of body component (fat) from injecting a constant current as big as $900 \mu\text{A} - 1 \text{ mA}$ with 50 kHz frequency. Four electrodes are used in the measurement process. Two of them are used as current injector to the body and the others are used as voltage tapper from the body. The tapped voltage is proceeded using instrumentation amplifier and is filtered by high pass filter circuit to omit the noise from Electromyograph (EMG) signal. Microcontroller from Arduino UNO is used as data processor and result display unit. The result of fat body level instrument has 93,23% in accuracy and 6,77% in error value compared with TANITA BC-541 as calibrated instrument. The linearity equation gained between body bioimpedance and body fat level is $y=11.81x + 225.8$ with y is bioimpedance and x is body fat level. This research is used as an alternative solution for body fat level measurement.

Keywords: Body Fat Level, Bioimpedance, Arduino UNO, Obesity

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan seluruh alam. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun naskah skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Lemak Tubuh Menggunakan Metode Bioimpedansi**”.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam meraih gelar Sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. penulis telah banyak mendapatkan berbagai macam pengetahuan dan pelajaran berharga. Semua hal tersebut tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan naskah skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Ibu Asmaul Khusnah dan Ayah Nurkholis, dan adik Agung Khuluq yang selalu mendukung penulis dengan doa, semangat dan cinta yang tak pernah putus untuk menyelesaikan naskah skripsi ini.
2. Dr. Moh Yasin, M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga yang banyak memberikan masukan dan motivasi dalam penyusunan naskah skripsi ini.
3. Bapak Dr. Moh Yasin, M.Si selaku dosen pembimbing I dan bapak Franky Chandra S.A, S.T, M.T selaku dosen pembimbing II yang selalu meluangkan waktu kepada penulis untuk berkonsultasi, memberikan dukungan penuh serta masukan-masukan yang sangat bermakna dalam penyusunan naskah skripsi ini.
4. Bapak Drs. Tri Anggono Prio selaku dosen penguji I dan yang telah banyak memberikan kritik dan saran ketika presentasi penelitian hasil skripsi kepada penulis.
5. Bapak Imam Sapuan, S.Si, M.Si selaku dosen penguji II yang telah banyak memberikan kritik serta saran ketika presentasi hasil penelitian skripsi kepada penulis.
6. Bapak Franky Chandra S.A, S.T, M.T selaku dosen wali yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

7. Dosen-dosen dan staf karyawan Program Studi S1 Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga yang telah membantu kelancaran penyusunan naskah skripsi ini.
8. Teman-teman Program Studi S1 Teknobiomedik Angkatan 2010 yang selalu menjadi penyemangat dan pendukung utama bagi penulis dalam menyelesaikan setiap langkah dalam penulisan naskah skripsi ini.
9. Teman-teman Instrumentasi 2010, Muh. Nuzul, Muh. Raihan, Andika Ryan, Muh Yusuf, Bayu Ulfa, Ibnu, Vira, Amel, Galuh, Vani, Udiarera yang selalu menemani penulis dalam proses di laboratorium dan tak hentinya saling menyemangati.
10. Teman-teman kost Konnichiwa, Nuzul, Alfian, Mirzaq, Ibnu, dan Andre yang sudah berbagi suka duka selama 4 tahun bersama penulis di Surabaya. Serta para adik kelas yang membantu dalam pengambilan data.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah membantu penulis sampai naskah skripsi ini selesai.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam naskah skripsi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun akan sangat berguna bagi penulis. Penulis juga berharap agar naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 10 Februari 2015
Penulis

Ahsanunnidhom

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Lemak	6
2.2 Pengukuran Lemak Tubuh	7
2.3 Bioimpedansi	10
2.3.1 Perhitungan Lemak Tubuh	12

2.3.2 Pemasangan Elektroda.....	16
2.4 Rangkaian <i>Sine Wave Generator</i>	18
2.5 Rangkaian <i>Non-inverting Amplifier</i>	19
2.6 Rangkaian VCCS	20
2.7 Rangkaian <i>Instrumentation Amplifier</i>	22
2.8 Rangkaian <i>High Pass Filter</i>	23
2.9 Arduino	24
2.10 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	26
2.11 <i>Software</i>	29
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	30
3.2.1 Peralatan Penelitian	30
3.2.2 Bahan Penelitian	31
3.2.3 <i>Software</i>	31
3.3 Prosedur Penelitian	31
3.3.1 Tahap Persiapan Penelitian.....	32
3.3.2 Tahap Perancangan Alat.....	33
3.4 Perancangan <i>Hardware</i>	35
3.4.1 Perancangan <i>Sine Wave Generator</i>	35
3.4.2 Perancangan <i>Non Inverting Amplifier</i>	36
3.4.3 Perancangan <i>Voltage Controlled Current Source (VCCS)</i>	37
3.4.4 Perancangan <i>Instrumentation Amplifier</i>	37

3.4.5 Perancangan <i>High Pass Filter</i>	39
3.5 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	40
3.6 Tahap Pengujian.....	41
3.7 Tahap Kalibrasi	42
3.8 Tahap Pengambilan Data	43
3.9 Tahap Analisis Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Perancangan Alat.....	44
4.1.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	44
4.1.1.1 Rangkaian <i>Sine Wave Generator</i>	45
4.1.1.2 Rangkaian <i>Non Inverting Amplifier</i>	47
4.1.1.3 Rangkaian <i>VCCS</i>	49
4.1.1.4 <i>Instrumentation Amplifier</i>	52
4.1.1.5 Rangkaian <i>High Pass Filter</i>	54
4.1.1.6 Arduino (Mikrokontroler).....	58
4.1.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	59
4.1.3 Pengujian Alat keseluruhan	60
4.2 Pembahasan.....	61
4.2.1 Analisis Linieritas Rangkaian Penguat	62
4.2.2 Analisis Keluaran Arus Rangkaian <i>VCCS</i>	65
4.2.3 Analisis Respon Frekuensi Rangkaian Filter	66
4.2.4 Analisis Pengambilan Data Bioimpedansi.....	68
4.2.5 Analisis Hasil Persentase Kadar Lemak	69

4.2.6 Standar Operasional Alat	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
4.1 Kesimpulan	75
4.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Spesifikasi Arduino Uno	26
2.2	Fungsi pin pada LCD	27
4.1	Uji Penguat <i>Non Inverting Amplifier</i>	49
4.2	Uji VCCS	52
4.3	Hasil Uji <i>Instrumentation Amplifier</i>	54
4.4	Uji filter <i>High Pass</i>	57
4.5	Data Naracoba	68
4.6	Data Persentase Kadar Lemak Tubuh	70

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Struktur Molekul Lemak (Hauser dan Poupast, 2005).....	6
2.2	Diagram Blok Rangkaian <i>Single</i> Frekuensi (Mylot, 2014).....	8
2.3	Alat rancangan Elizabeth Mylot.....	9
2.4	Frekuensi yang Masuk ke Dalam Sel (<i>Bioimpedance</i> , 2013)	11
2.5	Ilustrasi Bioimpedansi Jaringan (Kyle <i>et a.l</i> , 2004).....	11
2.6	Bioimpedansi dimodelkan silinder (Bera, K, 2014).....	13
2.7	Empat Elektroda (Bera, .K, 2014).....	16
2.8	Elektroda Ag/AgCl (Brown dan Carr, 2010)	17
2.9	Peletakan Elektroda (Bera, .K, 2014).....	18
2.10	Rangkaian <i>Sine wave generator</i>	19
2.11	Rangkaian <i>non-inverting amplifier</i>	20
2.12	Rangkaian VCCS (Hosseini, .M, 2009)	21
2.13	Rangkaian <i>Instrumentation Amplifier</i> (Purwanda, 2013)	22
2.14	Rangkaian <i>High Pass Filter</i> (Ahmad, 2007).....	24
2.15	Arduino Uno.....	25
2.16	Rangkaian LCD.....	28
2.17	Contoh Program Arduino	29
3.1	Diagram Blok Prosedur Penelitian.....	32
3.2	Diagram Blok Perancangan Alat.....	33

3.3	Rancangan Rangkaian <i>Sine Wave Generator</i>	35
3.4	Rangkaian <i>Non Inverting Amplifier</i>	36
3.5	Rancangan Rangkaian VCCS.....	37
3.6	Rancangan Rangkaian <i>Instrumentation Amplifier</i>	38
3.7	Rancangan Rangkaian <i>High Pass Filter</i>	39
3.8	<i>Flowchart</i> Pembuatan <i>Software</i>	40
3.9	Pengukur Kadar Lemak TANITA BC-541	42
4.1	Rangkaian <i>Hardware</i>	44
4.2	PCB <i>Sine Wave Generator</i>	45
4.3	Hasil gelombang <i>Sine Wive Generator</i>	46
4.4	<i>Non inverting amplifier</i>	47
4.5	Hasil penguatan <i>Non Inverting Amplifier</i>	48
4.6	Rangkaian VCCS	50
4.7	Nilai Arus VCCS.....	51
4.8	Rangkaian <i>Instrumentation Amplifier</i>	52
4.9	Hasil keluaran <i>Insrumentation Amplifier</i>	53
4.10	Rangkaian <i>High Pass Filter</i>	55
4.11	Hasil Uji <i>High Pass Filter</i>	55
4.12	Arduino Pin A0	58
4.13	Proses <i>Upload Program</i>	59
4.14	Tampilan LCD.....	60
4.15	Tampilan Alat.....	61
4.16	Grafik linieritas <i>Non Inverting Amplifier</i>	62

4.17	Grafik linieritas <i>Instrumentation Amplifier</i>	64
4.18	Grafik Arus Keluaran VCCS.....	65
4.19	Respon <i>Keluaran-Masukan High Pass Filter</i>	66
4.20	Grafik Linieritas Bioimpedansi.....	69
4.21	Hasil TANITA BC-541	70
4.22	Peletakan Elektoda Di Tangan Kanan.....	72
4.23	Peletakan Elektroda Di Kaki Kanan.....	73



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
-------	----------------

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | <i>Data Sheet</i> IC AD 620 |
| 2 | <i>Data Sheet</i> IC LF 351 |
| 3 | <i>Data Sheet</i> IC LF 412 |
| 4 | <i>Data Sheet</i> IC XR 2206 |

