

Rancang Bangun Alat Ukur Lemak Tubuh Menggunakan Metode *Bioelectrical Impedance Analysis*

Eko Sulistyo^{1*}, Ikhrum Pratama Ramadhan¹, Anissa Putri Aprilia Hermawan¹, Yudhi¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*Email : sulistyo.eko@gmail.com

Received: 27 Maret 2023; Received in revised form : 28 April 2023; Accepted: 11 Mei 2023

Abstract

Many people in general still use manual weight measurement, even though manual weight measurement cannot distinguish between fat mass and non-fat mass. Therefore, in this study, the authors created a tool that can measure body fat percentage using the *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) method. The BIA method is a method of measuring body fat levels by sending an AC current at a certain frequency to the body. Then by measuring the voltage generated, it can be known the magnitude of the impedance value in the human body. In measuring fat, the authors chose the hand-to-hand method. This tool uses a load cell sensor as a body weight detector and an ultrasonic sensor as a body height detector. By using these tools the user can determine the value of body weight and height as well as the percentage of body fat with an accuracy of up to 96.22 % when compared to Omron products, whereas when compared to manual measurements without methods, the average accuracy value is 82.23 %. From this comparison, it can be concluded that fat measurement using the BIA method is more accurate than manual fat measurement.

Keywords: *Bioelectrical impedance analysis; Body fat; Height; Weight.*

Abstrak

Penelitian tentang alat ukur berat badan dan tinggi badan yang terintegrasi dengan pengukuran lemak belum banyak diteliti. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan membuat suatu alat ukur yang mampu menghasilkan data lebih akurat. Penelitian ini menggunakan metode *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA). Metode ini bekerja dengan mengirimkan arus AC berfrekuensi tertentu ke tubuh dan mengukur tegangan yang dihasilkan menggunakan elektroda untuk mengetahui nilai impedansi tubuh. Nilai impedansi yang terukur digunakan sebagai nilai input untuk perhitungan lemak tubuh. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran berat, tinggi badan, dan lemak tubuh terhadap beberapa sampel orang yang berbeda. Hasil pengukuran dibandingkan dengan alat ukur acuan antara pengukuran menggunakan dan tanpa menggunakan metode BIA. Dari data pengujian menghasilkan keakurasian untuk berat badan 99,87 % dan tinggi badan 99,89 %. Sedangkan keakurasian untuk pengukuran lemak dengan menggunakan metode BIA 96,22 % dan tanpa metode BIA sebesar 82,23 %. Dapat disimpulkan bahwa pengukuran alat untuk berat badan dan tinggi badan mempunyai keakurasian yang baik, sedangkan pengukuran lemak tubuh menggunakan metode BIA diketahui lebih akurat dibandingkan tanpa menggunakan metode BIA.

Kata kunci: Berat badan; *Bioelectrical impedance analysis*; Lemak tubuh; Tinggi badan.

1. PENDAHULUAN

Komposisi tubuh manusia terbagi jadi dua yaitu massa lemak dan massa tanpa lemak. Massa lemak adalah berat lemak dalam tubuh yang dapat ditemukan pada jaringan otot, di bawah kulit, dan di sekitar organ. Sedangkan massa nonlemak tersusun dari tulang, otot, organ, air, hingga jaringan [1]. Dalam pengukuran komposisi tubuh,

diperlukan alat berupa *body fat monitor*. *Body fat monitor* sendiri bekerja lebih dari timbangan pada umumnya, selain mengukur berat badan, alat ini juga dapat mengukur kadar lemak, air, dan lainnya [2]. Seiring perkembangan zaman, menyebabkan alat ukur dalam berbagai bidang dibuat otomatis dan digital. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia

sehingga menjadi lebih efisien. Salah satu contoh yang sekarang banyak menggunakan alat ukur digital adalah alat ukur di bidang kesehatan.

Meskipun demikian, masyarakat pada umumnya masih banyak yang menggunakan pengukur berat badan manual, padahal pengukur berat badan manual ini tidak dapat membedakan antara massa lemak dan massa tanpa lemak. Kurang atau lebihnya kadar lemak dalam tubuh memiliki dampak yang kurang baik bagi tubuh [3]. Maka dari itu, perlu dilakukan pengukuran massa lemak agar dapat membantu masyarakat dalam mengatur pola hidupnya secara sehat dan kebugaran tubuhnya terjaga. Begitupun dengan alat ukur tinggi badan manual, biasanya masih menggunakan bantuan orang lain dalam pengukurannya sehingga pengukurannya belum tentu akurat dan kurang efisien.

Salah satu metode yang digunakan sebagai pengukur lemak tubuh adalah Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). BIA mampu menentukan tingkat lemak tubuh dengan mengukur impedansi tubuh manusia [4]. Metode ini dilakukan dengan melewati arus bolak-balik (AC) pada frekuensi tertentu ke dalam tubuh manusia. Besarnya nilai impedansi tubuh dapat diketahui dengan mengukur tegangan yang dihasilkan dari arus bolak-balik yang dialirkan secara konstan ke dalam tubuh manusia. Nilai impedansi tubuh ini nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan lemak tubuh seseorang [5]. Pemrosesan data pengukuran diolah mikrokontroler sesuai rumus yang digunakan, sehingga data pengukuran komposisi tubuh bisa dihasilkan dan ditampilkan pada *display* yang telah disediakan.

Penelitian dari D.S. Karyadi terdahulu pernah membuat suatu alat ukur tinggi badan portabel namun belum bisa mengukur berat badan dan persentase lemak tubuh [6]. Penelitian dari Muhammad Afdali dkk merancang sebuah alat pengukur berat dan tinggi badan digital, tetapi tidak dapat mengukur lemak tubuh [7]. Pada penelitian A. Daffarizqi, peneliti merancang sebuah alat pengukur lemak tubuh dengan metode BIA dengan pengolahan data berbasis Arduino Uno [8]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Athariq

Syahnanditya melakukan penelitian alat ukur berat badan, lemak tubuh, dan *total body water* tetapi belum dapat mengukur tinggi badan [9]. Pada 2021, Fandy Eri Dewantara melakukan penelitian mengenai alat pengukur lemak tubuh namun dalam bentuk pengukuran dengan modul yang terpisah [10].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa peneliti tersebut telah berhasil membuat alat ukur berat badan, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh serta menampilkan hasilnya pada LCD. Akan tetapi, alat tersebut tidak terdapat dalam satu kesatuan alat yang terintegrasi. Jadi, setiap modul seperti alat ukur tinggi badan dan timbangan terletak dimodul yang berbeda sehingga penulis ingin melakukan pengembangan mengenai alat ukur berat badan, tinggi badan, dan persentase lemak tubuh yang terintegrasi menjadi satu kesatuan alat.

Dari penjelasan dan permasalahan serta dengan mengikuti perkembangan teknologi, kami melakukan penelitian untuk membuat suatu alat pengukur tinggi dan berat badan, serta dapat mengetahui indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air di dalam tubuh. Alat ini diharapkan dapat mempermudah pasien dalam mengetahui komposisi yang ada pada tubuhnya.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi gambaran umum, *mechanical design*, *electrical design* and *setting*, dan metode yang digunakan.

2.1. Gambaran Umum

Metode pengambilan data berat badan pada *sensor load cell* dilakukan dengan merancang rangkaian sensor menggunakan *Wheatstone Bridge* untuk menghasilkan ketelitian dalam pengukuran tahanan *sensor load cell* yang nilainya relatif kecil. Sebelum data *sensor load cell* masuk ke *microcontroller*, data-data tersebut dikirimkan ke modul HX711 sebagai pengkonversi dari besaran resistansi menjadi besaran tegangan dan agar tegangan yang dihasilkan tersebut dapat dibaca oleh input analog dari *microcontroller*. Dari keempat *sensor load*

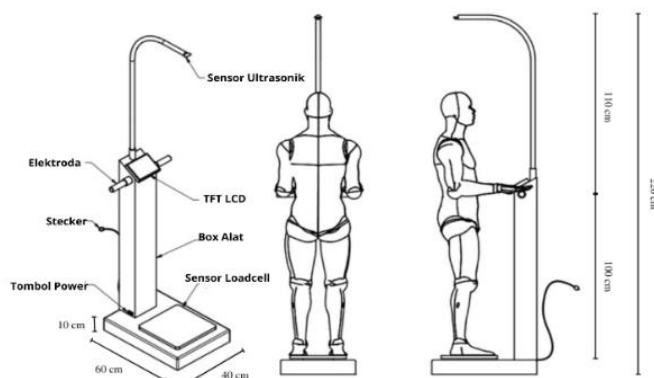
cell yang digunakan pastinya melalui proses pengkalibrasian, Modul HX711 yang dipilih karena pada *software* Arduino IDE terdapat *library* untuk modul ini. Hal ini mempermudah proses pengkalibrasian timbangan.

Pendeteksi tinggi badan yang diukur *sensor ultrasonic* HC-SR04, sensor ini langsung bisa terkoneksi dengan menghubungkan setiap pin ke *microcontroller* sesuai fungsi pin itu sendiri. Prinsip kerja sensor ini yaitu dengan memantulkan suatu gelombang suara

sehingga bisa mengetahui jarak dari benda ke sensor.

Semua data terkumpul di *microcontroller* akan diolah kedalam rumus sesuai dengan kebutuhannya. Pada alat ini digunakan LCD TFT sebagai media untuk memasukan data usia dan jenis kelamin pasien dengan memanfaatkan fitur *touchscreen* serta sebagai media penampilan data hasil pengukuran keseluruhan.

2.2. Mechanical Design



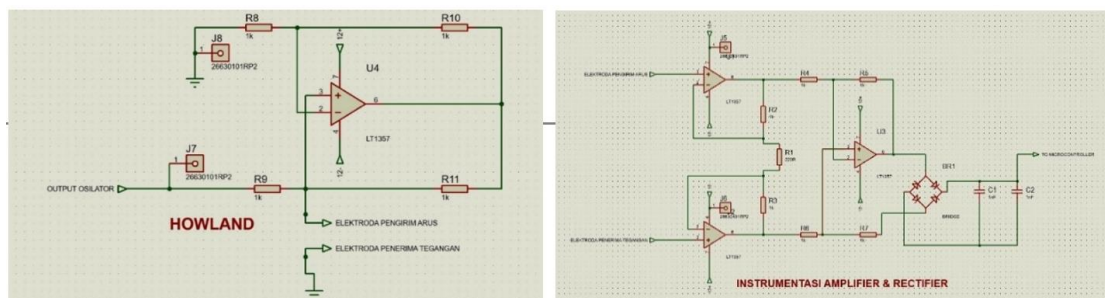
Gambar 1. Desain Alat

Gambar 1 merupakan perencanaan mekanik dari alat pengukur berat badan, tinggi badan dan lemak yang terintegrasi dalam satu alat. Tinggi alat dibuat 220 cm agar alat dapat mendeteksi dengan maksimal tinggi tubuh pengguna 200 cm. Pada pengukuran lemak tubuh, digunakan metode BIA dengan pengukuran *hand to hand* yang memungkinkan untuk peletakan elektroda diposisikan di bagian sisi kanan-

kiri box alat agar memudahkan pengukuran serta menambah nilai estetika dari alat ukur.

2.3. Electrical Design and Setting

Ada beberapa rangkaian yang dibutuhkan dalam penggunaan metode BIA. Beberapa rangkaian tersebut yaitu rangkaian *oscillator* ICL 8038, *howland*, *instrument amplifier*, dan *rectifier*. Gambar 2 merupakan gambar skematik dari beberapa rangkaian BIA.



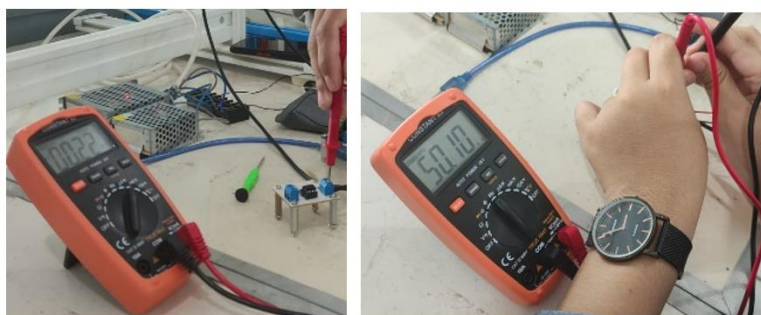
Gambar 2. Skematik Rangkaian Howland, Instrument Amplifier, dan Rectifier

Modul *oscillator* 8038 digunakan sebagai pembangkit frekuensi, pada metode BIA digunakan frekuensi 50-100 kHz. Nilai frekuensi tersebut dianggap mampu menembus 269embrane sel yang terdapat dalam tubuh manusia [11]. *Output* dari *Oscillator* akan masuk ke rangkaian

Howland, pada tahap ini arus distabilkan oleh rangkaian *howland* menjadi 0,22 mA. Nilai tersebut masih dibawah *treshold* tubuh manusia. Saat arus dikirimkan ke tubuh, pengguna tidak akan merasa sengatan listrik. Media pengirim arus ke tubuh pengguna digunakan elektroda berbahan tembaga,

bahan ini baik sebagai media pengirim arus terhadap tubuh manusia [12]. Tegangan keluaran dari tubuh manusia dikirimkan masuk ke rangkaian instrumentasi *amplifier* dan *rectifier*, pada proses ini nilai tegangan akan dikuatkan sebesar 9x karena tegangan keluaran dari tubuh sangat kecil dan tegangan yang dihasilkan masih AC, tegangan harus di searahkan menjadi DC menggunakan rangkaian *rectifier* agar

microcontroller bisa memproses data tersebut. Selanjutnya dilakukan pengujian pada rangkaian BIA. Pengujian rangkaian BIA bertujuan untuk mendapatkan arus stabil dengan nilai 0,22 mA dari rangkaian *howland* dan mendapatkan frekuensi dengan nilai yang dibutuhkan 50 kHz. Pengujian rangkaian BIA dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian rangkaian BIA

2.4. Bioelectrical Impedance Analysis

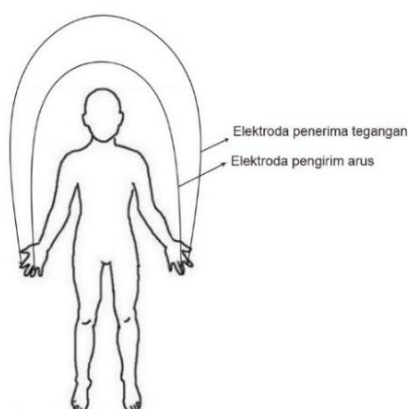
Metode BIA ini yaitu dengan cara melewati arus AC dengan frekuensi tertentu ke dalam tubuh manusia. Lalu, tegangan dalam tubuh manusia tersebut akan diukur dan mendapatkan nilai impedansi tubuhnya [9]. Persamaan 1 merupakan persamaan dari hubungan antara tegangan, arus, dan impedansi.

$$Z = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan Z adalah nilai impedansi tubuh (ohm), V adalah nilai tegangan dari tubuh

(volt), dan I adalah nilai arus yang dialirkan (ampere).

Pemilihan pengukuran untuk metode ini dipilih pengukuran *hand to hand*, karena lebih cocok digunakan pada konstruksi alat yang ingin dibuat serta ingin membandingkan dengan penelitian sebelumnya yang banyak ditemui yaitu pengukuran *hand to foot*. Ilustrasi pengukuran yang akan digunakan ditunjukkan oleh Gambar 4.

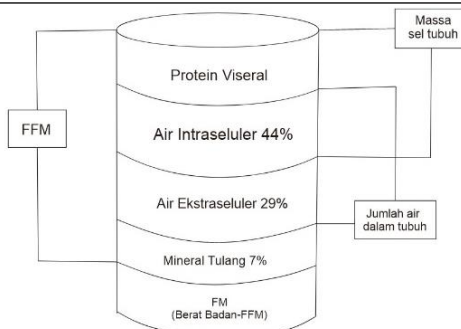


Gambar 4. Pengukuran *Hand to Hand*

2.5. Persentase Lemak Tubuh

Komposisi tubuh manusia dibagi menjadi dua bagian yaitu massa lemak dan

non lemak. Gambar 5 merupakan gambar yang menunjukkan komposisi tubuh pada manusia.



Gambar 5. Komposisi Tubuh Manusia

Persamaan dari penelitian Elliot Myloot digunakan untuk menentukan FFM

pada penelitian ini yang ditunjukkan dalam Persamaan 2.

$$FFM = 0,360(height^2/impedance) + 0,162(height) + 0,289(weight) - 0,134(age) + 4,83(gender) - 6,83 \dots\dots\dots(2)$$

dengan FFM adalah massa non-lemak/*fat free mass* (kg), *height* adalah tinggi badan (cm), *impedance* adalah Impedansi (ohm), *weight* adalah berat badan (kg), *age* adalah usia (tahun), *gender* adalah jenis kelamin (pria=1 dan wanita=0).

Setelah diketahui nilai dari massa non lemak (*fat free mass*), maka massa lemak didapatkan dengan menggunakan Persamaan 3.

$$FM = Weight - FFM \dots\dots\dots(3)$$

dengan FM adalah massa lemak (kg), *weight* adalah berat badan (kg), FFM adalah massa non-lemak (kg).

Setelah mendapatkan nilai massa lemak, maka nilai persentase lemak tubuh dapat diketahui menggunakan Persamaan 4.

$$BF = (FM/weight) \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

dengan BF adalah lemak tubuh (%), FM adalah massa lemak (kg), *weight* adalah berat badan (kg)

2.6. Persentase Lemak Tubuh Tanpa Metode BIA

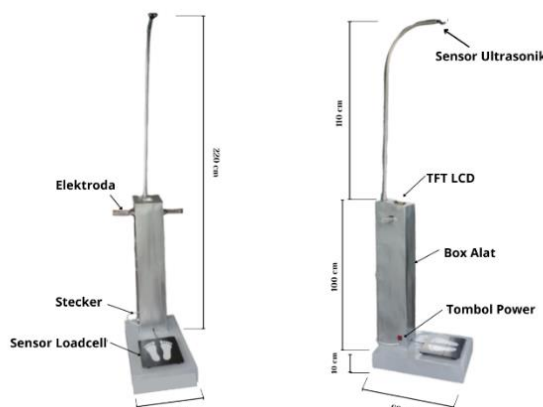
Dari penelitian yang dilakukan oleh British Journal of Nutrition [1], terdapat rumus prediksi yang dapat menghitung lemak yang terkandung dalam tubuh manusia menggunakan nilai IMT. Persamaan 5 dan 6 merupakan rumus prediksi yang didapatkan dari *British Journal of Nutrition*.

$$Pria = (1,20 \times IMT) + (0,23 \times Usia) - 10,8 - 5,4 \dots\dots\dots(5)$$

$$Wanita = (1,20 \times IMT) + (0,23 \times Usia) - 5,4 \dots\dots\dots(6)$$

dengan IMT = Indeks massa tubuh (Berat badan(kg)/Tinggi Badan²(m))

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 6. Hasil Alat Ukur Lemak Tubuh

Gambar 6 merupakan hasil pembuatan dari alat ukur penelitian yang kami sebut OPET. Pada bagian penelitian ini, dilakukan pengujian sensor *loadcell*, sensor ultrasonic, dan persentase lemak tubuh untuk memastikan bahwa data yang diukur dapat diandalkan sebelum pemrosesan data lainnya diterapkan. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran menggunakan manual dengan alat acuan

dan membandingkan dengan hasil alat ukur dari penelitian.

3.1. Pengujian Pengukur Berat Badan

Pengujian dilakukan terhadap 10 orang pengguna yang memiliki berat badan yang berbeda, mulai dari 38 kg hingga 100 kg. Gambar 7 merupakan hasil pengujian alat ukur berat badan yang dibuat serta hasil banding dengan alat ukur berat badan acuan.



Gambar 7. Perbandingan Pengujian Berat Badan

Pengujian dilakukan dengan cara pasien naik keatas pengukur berat badan pada alat ukur. Hasil pengukuran akan

muncul di TFT LCD. Hasil data pengujian berat badan 10 pasien dimasukkan kedalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian alat ukur berat badan

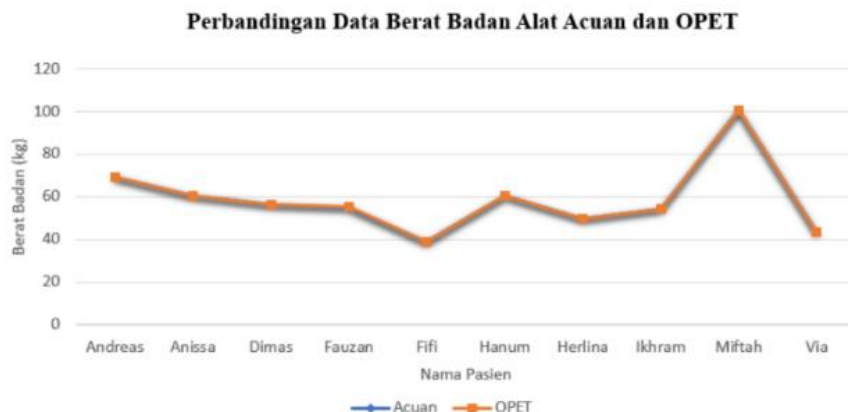
No.	Pasien	Pengukuran Omron (kg)	Hasil Pengukuran pada OPET (kg)			Rata - rata Pengukuran OPET (kg)	Persentase Akurasi
			P1	P2	P3		
1.	Andreas	68,8	68,7	68,8	68,8	68,76	99,95%
2.	Anissa P	60,2	60,1	60,1	60,3	60,16	99,93%
3.	Dimas S	56,4	56,3	56,5	56,3	56,36	99,92%
4.	Fauzan A	54,9	55	55,1	55	55,03	99,77%
5.	Fifi A	38,6	38,6	38,7	38,6	38,63	99,82%
6.	Hanum A	60,5	60,4	60,6	60,4	60,46	99,94%
7.	Herlina	49,7	49	49,6	49,5	49,36	99,32%
8.	Ikhrum P	54,3	54,2	54,3	54,3	54,26	99,92%
9.	M.Miftah	100,2	100,4	100,3	100,4	100,33	99,88%
10.	Via T	43,6	43,4	43,7	43,6	43,56	99,90%
Rata-rata persentase akurasi							99,83%

Setelah dilakukan uji coba alat ukur OPET dari kelima data pengujian mulai dari pengujian berat badan 38 kg hingga 100 kg alat ukur OPET mampu menghasilkan nilai error tidak lebih dari 3% dengan acuan alat ukur dari produk Omron, tingkat keakurasian

pengukuran berat badan mencapai 99,87% dan persentase rata-rata error 0,13%. Setelah melakukan penelitian terhadap alat ukur berat badan ini menghasilkan kalibrasi yang baik. Maka dapat disimpulkan bahwa alat ukur berat badan ini dapat digunakan

dikarenakan memiliki persentase eror yang kecil. Dari hasil analisis data diatas, maka dapat dibentuk grafik hasil pengukuran

berat badan yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Data Pengukuran Berat Badan

3.2. Pengujian Pengukur Tinggi Badan

Pengujian dilakukan terhadap 10 orang pengguna yang memiliki tinggi badan

yang berbeda, mulai dari 147 cm hingga 190 cm. Gambar 9 merupakan hasil pengujian pengukur tinggi badan yang dibuat serta hasil banding dengan alat ukur manual.



Gambar 9. Perbandingan Pengujian Tinggi Badan

Pengujian dilakukan dengan cara pasien berdiri dibawah sensor ultaronik pengukur tinggi badan pada alat ukur. Hasil

pengukuran akan muncul di TFT LCD. Hasil data pengujian berat badan 10 pasien dimasukkan kedalam Tabel 2.

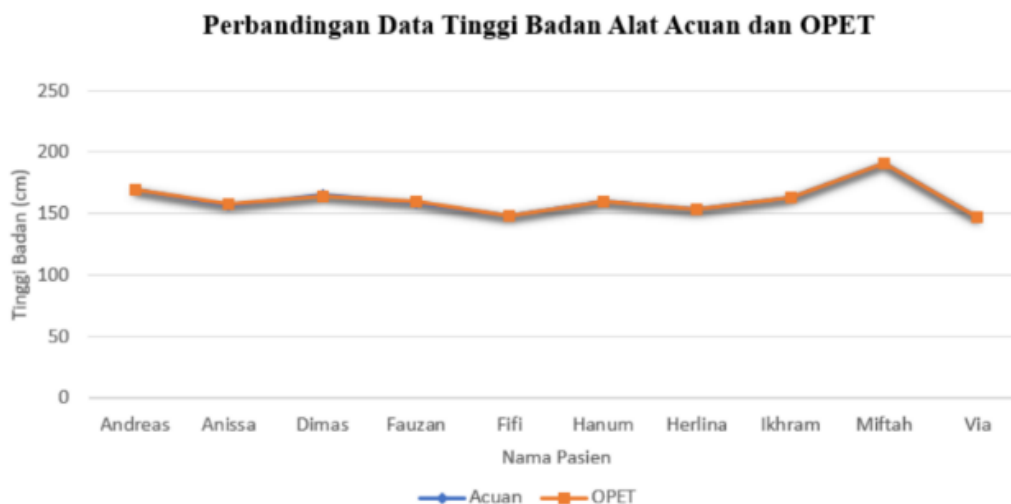
Tabel 2. Hasil pengujian alat ukur tinggi badan

No.	Pasien	Pengukuran Manual (cm)	Hasil Pengukuran pada OPET (cm)			Rata - rata Pengukuran OPET (cm)	Persentase Akurasi
			P1	P2	P3		
1.	Andreas	169,0	169	169,3	169,1	169,13	99,92%
2.	Anissa P	157,0	157,2	157,4	156,9	157,5	99,69%
3.	Dimas S	165,0	164,5	164,7	164,3	164,5	99,70 %
4.	Fauzan	159,2	159,2	159,3	159,6	159,36	99,90%
5.	Fifi A	147,8	147,4	147,8	147,5	147,56	99,84%
6.	Hanum	160,0	159,7	159,7	159,9	159,76	99,85%
7.	Herlina	153,0	153,5	153,2	153,3	153,33	99,78%

8.	Ikham	162,7	162,5	162,6	162,3	162,46	99,85%
9.	Miftah	190,4	190,8	190,6	190,8	190,73	99,82%
10.	Via T	147,4	147,4	147,4	147,3	147,36	99,97%
Rata-rata persentase akurasi							99,83%

Uji coba pengukuran tinggi badan pasien menghasilkan nilai error kurang dari 3%. Tingkat keakurasian pengukuran tinggi badan adalah 99,89% dan persentase error 0,11%. Maka dapat disimpulkan bahwa alat ukur tinggi badan ini bisa digunakan

dikarenakan memiliki persentase eror yang kecil. Dari hasil analisis data diatas, maka dapat dibentuk grafik hasil pengukuran tinggi badan yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Data Pengukuran Tinggi Badan

3.3. Pengujian Pengukuran Lemak Tubuh

Pengujian persentase lemak tubuh dilakukan dengan mengukur lemak pasien pada alat penelitian yang telah dibuat. Hasil pengujian persentase lemak tubuh dibandingkan dengan pengukuran pada alat acuan dan perhitungan manual tanpa metode BIA. Perhitungan persentase lemak tubuh tanpa metode BIA dengan menggunakan Persamaan 5 dan 6

didapatkan persentase lemak laki-laki 17,66 % dan lemak Perempuan 28,59 %. Pengujian dilakukan dengan cara pasien berdiri pada alat ukur dan menggenggam kedua sisi elektroda pada kanan dan kiri box alat ukur dan menginput jenis kelamin serta umur pasien. Hasil pengukuran akan muncul di TFT LCD. Pengujian persentase lemak tubuh dapat dilihat pada Gambar 11 dan hasil pengujian berat badan 10 orang pasien dimasukkan dalam Tabel 3.



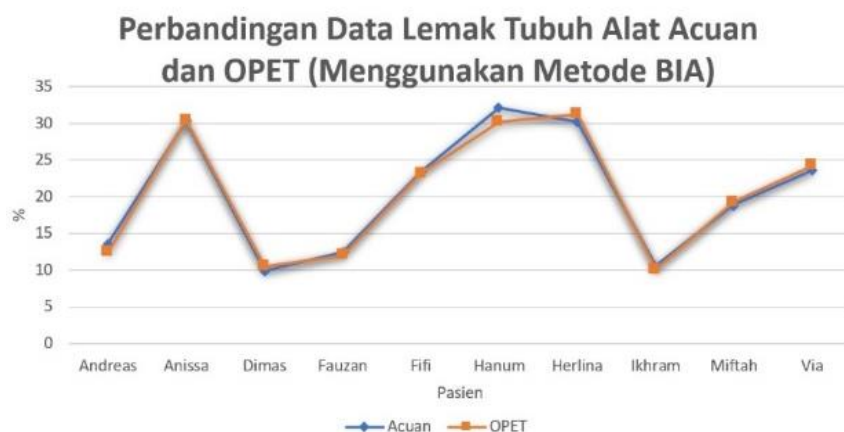
Gambar 11. Perbandingan Pengujian Persentase Lemak Tubuh (Garis Biru)

Tabel 3. Hasil pengujian lemak tubuh

No.	Nama Pasien	Umur-Gender	Lemak Tubuh (%)			Akurasi	
			Alat Manual	Metode BIA	Tanpa BIA	Metode BIA	Tanpa BIA
1.	Andreas LA	22-Lk	13,6	12,37	17,66	90,96 %	70,14 %
2.	Anissa P.A.H	21-Pr	30,3	30,45	28,59	99,51 %	94,35 %
3.	Dimas S.N	21-Lk	9,9	10,50	14,79	93,94 %	50,60 %
4.	Fauzan A.N	21-Lk	12,4	12,0	14,67	96,8 %	81,69 %
5.	Fifi Andini	21-Pr	23,4	23,18	20,69	99,1 %	88,41 %
6.	Hanum A.F	21-Pr	32,1	30,21	27,75	94,2 %	86,44 %
7.	Herlina	54-Pr	30,2	31,20	32,57	96,68 %	92,15 %
8.	Ikhram P.R	21-Lk	10,6	10,16	12,23	95,85 %	84,62 %
9.	M. Miftah S	22-Lk	18,9	19,33	21,98	97,73 %	82,26 %
10.	Via Twoifia	21-Pr	23,6	24,21	25,55	97,42 %	91,73 %
Rata - rata						96,22 %	82,23 %

Dari data hasil pengujian lemak tubuh, dapat diketahui bahwa hasil ukur OPET memiliki selisih lebih kecil terhadap hasil alat ukur acuan, sedangkan jika dibandingkan dengan hasil data manual selisihnya lebih besar terhadap alat ukur acuan. Tingkat keakurasian pengukuran lemak tubuh pada alat OPET mencapai 96,22% dan persentase error 3,78%. Jika dibandingkan nilai *error* berdasarkan jenis kelamin maka persentase

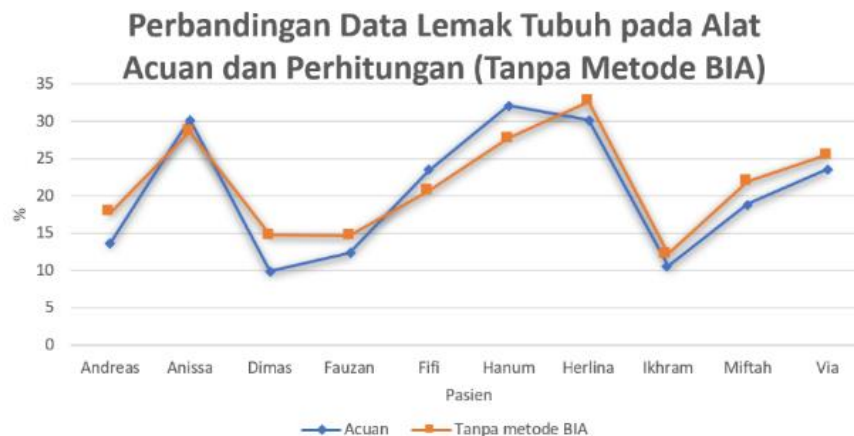
error pada pengukuran laki-laki lebih besar yaitu dengan rata-rata persentase *error* 4,94% sedangkan pada wanita hanya memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 2,61%. Maka dapat disimpulkan bahwa alat pengukur lemak pada OPET bisa digunakan karena memiliki persentase *error* yang kecil. Hasil perbandingan pengukuran lemak dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Data Lemak Badan Alat Acuan dan Alat OPET

Sedangkan pada perhitungan lemak tanpa menggunakan metode BIA, di dapatkan keakurasian 82,23% yang dibandingkan dengan alat acuan. Hal ini membuktikan bahwa pengukuran lemak tanpa metode BIA memiliki persentase *error* yang tinggi, sehingga perhitungan tersebut belum baik dijadikan perhitungan yang akurat. Hal tersebut dikarenakan pengukurannya hanya berpacu kepada

tinggi badan dan berat badan. Indikator tersebut kurang mewakili jika digunakan untuk menentukan nilai lemak terhadap tubuh manusia dikarenakan komposisi tubuh manusia yang tidak sama serta tidak dapat dilihat dari tinggi dan berat badan saja. Gambar 13 merupakan gambar grafik hasil perbandingan pengukuran lemak tanpa metode BIA dengan alat acuan.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Data Lemak Badan Alat Acuan dan Pengukuran Tanpa Metode BIA

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil pengukuran lemak tubuh sangat bergantung pada nilai dari berat badan, tinggi badan, dan nilai impedansi tubuh. Maka dari itu, pengukuran berat badan, tinggi badan, dan impedansi tubuh harus akurat. Pengukuran lemak menggunakan metode BIA diketahui memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran tanpa metode BIA. Selisih nilai akurasi antara pengukuran alat penelitian dan tanpa metode BIA sebesar 13,99%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini khusus berisi pernyataan terimakasih kepada pihak-pihak instansi/perusahaan yang telah memberi dukungan (seperti pendanaan, material, dan lain-lain). Pernyataan dibuat ringkas, padat, dan jelas.

Memberikan pernyataan bahwa apa yang diharapkan sebagaimana dinyatakan dalam "Pendahuluan" akhirnya dapat diperoleh hasil dalam "Hasil dan Pembahasan", sehingga terdapat kesesuaian. Selain itu dapat juga ditambahkan prospek pengembangan dari hasil penelitian dan aplikasi lebih jauh yang menjadi prospek kajian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. SFI, "Berapa Persentase Lemak Di Tubuhmu?," SFIDN.com, 13 Juni 2019. [Online]. Available: <https://www.sfidn.com/article/post/berapa-persentase-lemak-di-tubuhmu#:~:text=Sementara%2C%20massa%20be>

bas%20lemak%20atau,diambil%20dari%20keseluruhan%20komposisi%20tubuh.

- [2] P. Farastya, "All About Body Fat Monitor: Alat Ukur Kadar Lemak Dalam Tubuh Anda," Medicalogy, [Online]. Available: <https://www.medicalogy.com/blog/all-about-body-fat-monitor-alat-ukur-kadar-lemak-dalam-tubuh-anda/>.
- [3] KemenkesRI, "Pengaruh Konsumsi Lemak Berlebihan Terhadap Penyakit Tidak Menular," P2PTM Kementerian kesehatan RI, 5 Juli 2019. [Online]. Available: <https://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/stroke/pengaruh-konsumsi-lemak-berlebihan-terhadap-penyakit-tidak-menular>.
- [4] E.C. Hoffer, C.K. Meador, D.C. Simpson, "Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods," Clin Nutr, pp. 1226-43, 2004.
- [5] A. M. Nurtsani, B. Murianda, T. Prakoso, Y. Christyono and M. A. Riyadi, "Rancang Bangun Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Multifrekuensi berbasis ARM," Jurnal TELKA, vol. 5, pp. 147-155, 2019.
- [6] D. S. Karyadi and H. Gunawan, "Alat Ukur Tinggi Badan Portable," Media Neliti, vol. 6, pp. 56-68, 2007.
- [7] M. Afdali, M. Daud, and R. Putri, "Perancangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara Berbasis Arduino Uno", Jurnal ELKOMIKA, vol.5, pp. 106-118, 2017.

-
- [8] A. Daffarizqi, "Pemodelan Alat Pengukur Persentase Lemak Tubuh Dengan Metode Bio Impedance Analysis (BIA) Dengan Berbasis Arduino Uno," Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta, 2020.
- [9] M.A. Syahnanditya, "Rancang Bangun Alat Ukur Berat Badan, Persentase Lemak Tubuh dan Total Body Water", Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta, 2020.
- [10] F. E. Dewantara, "Rancang Bangun Alat Pengukur Lemak Tubuh Dengan Metode Bio Impedance Analysis (BIA) Berbasis Atmega 2560 Tampilan Display LCD TFT Dan Printer Thermal," Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta, 2021.