

RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG INDEKS MASSA TUBUH

Yeter Taalongonan¹, Hesky S. Kolibu², Benny M. Lumi³

¹Jurusan Fisika FMIPA Unsrat, Manado
e-mail: yetertaalongonan@yahoo.com; heskystevy@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai perancangan dan pembuatan alat penghitung indeks massa tubuh di Laboratorium Instrumentasi Dan Energi Terbarukan Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi Manado. Perancangan dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukur tinggi badan dan timbangan digital sebagai pengukur berat badan yang merupakan variabel-variabel dalam penentuan nilai indeks massa tubuh. Alat ini bekerja ketika objek berdiri di atas timbangan digital yang telah dimodifikasi dan di bawah sensor ping dengan sudut 0°. Setelah objek terdeteksi oleh kedua sensor, sinyal akan diproses oleh mikrokontroler lalu diinput ke smart I/O khusus untuk sensor PING. Keluaran dari timbangan digital langsung diteruskan ke smart I/O. Sinyal dari kedua sensor akan diteruskan ke PC untuk diproses dan ditampilkan pada layar komputer berupa nilai indeks massa tubuhnya. Kategori indeks massa tubuh diinformasikan dalam bentuk suara.

Kata kunci: indeks massa tubuh, sensor ultrasonik, *load cell*

DESIGN AND BUILD OF BODY MASS INDEX CALCULATOR

ABSTRACT

A research has been done about designing and building an instrument that can calculate the Body Mass Index at Instrumentation and Renewable Energy Laboratory in Physics Department on Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sam Ratulangi, Manado. The design carried out using ultrasonic sensor as height measurer and digital weigher which are the variables in determining Body Mass Index. This instrument works when an object stand on digital weigher that have been modified and below the sensor at angle of 0°. After the object detected by both sensors, the signal will be processed by microcontroller, then inputed to a specific USB-smart for PING sensor. The output of digital weigher directly forwarded to USB-smart. Signal from both sensor will be forwarded to the PC to be processed and displayed on computer's screen in form of the value of body mass index. The category of body mass index informed through voice.

Keywords: body mass index, ultrasonic sensor, load cell

PENDAHULUAN

Pemeliharaan kesehatan adalah upaya penanggulangan dan pencegahan gangguan kesehatan. Salah satu dari sekian banyak yang menyebabkan kesehatan terganggu adalah masalah obesitas atau kegemukan, dan masalah obesitas merupakan hal yang paling banyak terdapat dikalangan masyarakat. Dalam pembahasannya obesitas didefinisikan sebagai terdapatnya penumpukan lemak yang berlebihan didalam tubuh. Seseorang dianggap menderita kegemukan (obes) bila indeks massa tubuh (IMT), yaitu ukuran yang diperoleh dari hasil pembagian berat

badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter, lebih dari 30 kg/m².

Permasalahan kesehatan yang semakin kompleks turut pula menunjang perkembangan teknologi medis. Instrumentasi medis merupakan pengaplikasian dari teknik elektronika, mesin, informasi, dan teknik pengukuran dalam upaya membangun sebuah piranti yang akan dipergunakan untuk melakukan proses monitoring pasien, diagnosa, dan penanganan sebuah penyakit.

Dari hal-hal di atas yaitu mengenai kegunaan dan peran kontrol otomatis terutama dalam bidang medis, hal itu

sangatlah penting karena dapat memberikan kemudahan dalam mempercepat laju kerja, dalam hal ini adalah masalah efisiensi waktu dan masalah menggantikan tenaga manusia dalam pengukuran tinggi badan dan berat badan.

Melihat proses pengukuran *indeks massa tubuh* masih dilakukan dengan menggunakan alat-alat pengukurannya seperti software IMT dan kalkulator IMT, yang pengukuran input-inputnya yaitu berupa tinggi badan dan massa tubuh masih memerlukan tenaga manusia untuk melakukannya.

Untuk dapat mengukur suatu besaran fisis, alat ukur elektronik memerlukan piranti (*device*) yang dapat mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik. Piranti itu adalah *sensor*. Berdasarkan studi literatur, salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mengukur jarak adalah sensor *ultrasonik*, ini berarti dapat juga digunakan untuk mengukur tinggi badan dan juga salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengukur massa secara teliti adalah *load cell*.

Untuk menindaklanjuti hal di atas, perlu melakukan satu penelitian untuk merancang dan membuat alat pengukur indeks massa tubuh dengan menggunakan *sensor ultrasonik* sebagai pengukur tinggi badan dan Timbangan digital sebagai pengukur massa tubuh.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membuat alat penghitung indeks massa tubuh tanpa memerlukan tenaga manusia untuk mengukur tinggi badan maupun massa tubuh. Penelitian ini dibatasi pada : sensor massa menggunakan timbangan digital yang dimodifikasi dalam hal ini mengambil output langsung dari *load cell*. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat pengukur indeks massa tubuh dengan menggunakan sensor ultrasonik PING sebagai pengukur jarak dan menggunakan timbangan digital sebagai pengukur massa tubuh.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk sensor jarak (ultrasonik Parallax PING), alat dan bahan disiapkan, kemudian perancangan skema rangkaian pengukur jarak (sensor ultrasonik Parallax PING dengan system minimum

ATmega8535) dan perancangan program sensor PING yang akan di-*download*-kan pada mikrokontroler ATmega8535. Perancangan program sensor ultrasonik PING meliputi perancangan program deteksi jarak objek dan perancangan program deteksi tinggi objek.

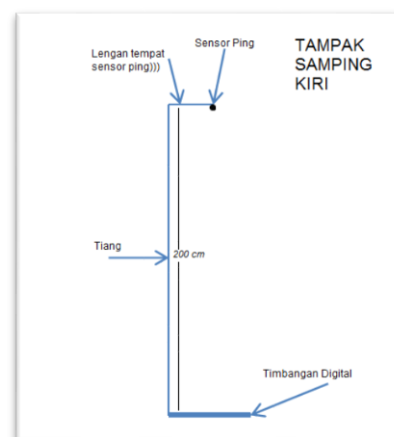
Untuk sensor massa (*load cell*), alat dan bahan disiapkan, kemudian pemodifikasian timbangan digital dilakukan dengan mengambil dua kabel keluaran tegangan dari *load cell* agar dapat diinput ke smart I/O dan dua kabel yang lain untuk tegangan referensi 5 volt DC dari *power supply*. Langkah-langkah berikutnya yaitu melakukan perangkaian timbangan digital dan smart I/O., pengujian timbangan digital modifikasi, pengambilan data dari hasil uji coba timbangan digital hasil modifikasi.

Pembuatan konstruksi alat dilakukan sesuai yang telah didesain, kemudian menggabungkan kedua rangkaian sensor jarak dan sensor massa pada smart I/O. Tahap-tahap yang selanjutnya dilakukan yakni, pemrograman sistem alat, pengujian sistem alat, dan pengambilan data dari hasil uji coba sistem alat untuk dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain dan Pembuatan Sistem Rangka Alat

Alat penghitung indeks massa tubuh memiliki dimensi tinggi 215 cm, (timbangan digital lebar, panjang dan tebal masing-masing 30 cm, 30 cm dan 7 cm) dan memiliki panjang lengan tempat sensor ping 15 cm. Desain rangka alat penghitung indeks massa tubuh terlihat seperti Gambar 1. di bawah ini.



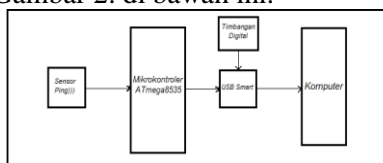
Gambar 1. Rangka Alat

Rancangan dan Pembuatan Sistem Alat

Secara garis besar sistem bekerja mulai dari proses ketika objek berada pada jangkauan kedua sensor, artinya objek berada sesuai dengan tempat dimana objek harus ditempatkan atau berada. Pada bagian ini load cell pada timbangan digital dan sensor jarak akan bekerja dan akan memberikan input ke mikrokontroler dan USB smart untuk diproses.

Pada penelitian ini digunakan timbangan digital yang dihubungkan langsung pada USB smart dan sensor jarak (parallax ping) dihubungkan pada mikrokontroler AVR Atmega8535, kemudian input sensor ping akan diproses oleh mikrokontroler seperti yang diprogramkan. Lalu output dari load cell langsung dihubungkan pada USB smart, kemudian output sensor ping yang telah diproses oleh mikrokontroler diinput juga pada USB smart dan kemudian dihubungkan lagi pada komputer untuk antar muka sekaligus pemrograman dan keluarannya berupa nilai indeks massa tubuh pada layar dan kategori indeks massa tubuh berupa *Sound*. Penggunaan USB Smart di sini adalah untuk menggabungkan output dari timbangan digital dan output dari sensor ping yang telah diolah oleh mikrokontroler Atmega8535, sehingga hanya digunakan 1 buah USB ke PC untuk diproses pada program delphi.

Blok diagram perencanaan ini seperti pada Gambar 2. di bawah ini.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Rangkaian Keseluruhan Sistem

Rangkaian keseluruhan sistem alat pengukur indeks massa tubuh berbasis mikrokontroler Atmega8535 di bagi menjadi 4 bagian utama yaitu: bagian sistem minimum Atmega8535, bagian input, bagian output dan bagian power supply. Bagian minimum sistem mikrokontroler merupakan bagian dimana input-input dari sensorakan diproses sesuai program yang digunakan kemudian diteruskan kebagian output. Bagian input merupakan sensor-sensor yang

digunakan untuk pengambilan data terhadap tinggi badan dan berat badan yang kemudian akan menjadi dasar dari perhitungan indeks massa tubuh.

Rangkaian Sensor Ping

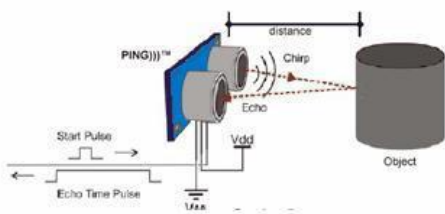
Ping))) adalah modul pengukur jarak dengan ultrasonic buatan Parallax Inc. yang didesain khusus untuk teknologi robotika. Dengan ukurannya yang cukup kecil (2,1cm x 4,5cm), sensor ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari Ping))) berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Sensor jarak ini digunakan karena hanya membutuhkan satu jalur sinyal selain jalur 5 volt dan *ground*.

Pada dasarnya, Ping))) terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara, sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Pada modul Ping))) terdapat 3 pin yang digunakan untuk jalur power supply (+5V), *ground* dan signal. Pin signal dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun.

Ping))) mendeteksi objek dengan cara mengirimkan suara ultrasonik dan kemudian “mendengarkan” pantulan suara tersebut. Ping))) hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5µS). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200µS. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034µS), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke Ping))). Selama menunggu pantulan, Ping))) akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh Ping))). Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak dengan perhitungan sebagai berikut: $Jarak = (Lebar\ Pulsa / 29.034\ \mu S) / 2$ (dalam cm), atau $Jarak = (Lebar\ Pulsa \times 0.034442) / 2$ (dalam cm), Karena $1 / 29.034 = 0.034442$

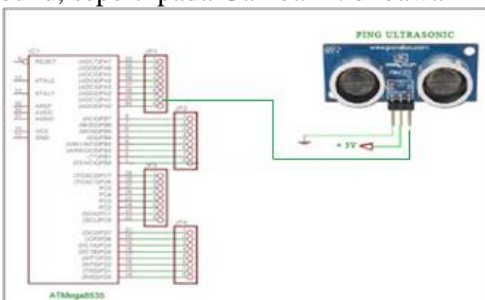
Sensor jarak ultrasonik ini memiliki kontak jarak 3 cm sampai dengan 3 meter. Ilustrasi dari prinsip kerja sensor jarak

ultrasonik Ping ditunjukkan pada Gambar 3. (Kurniawan, 2008)



Gambar 3. Prinsip Kerja Sensor Jarak Ultrasonik Ping

Pada alat pengukur indeks massa tubuh ini menggunakan satu buah sensor ultrasonik ping yang diletakkan di atas dengan tinggi 200 cm di atas timbangan digital untuk mengukur tinggi object. *Interfacing* sensor ultrasonik ping dengan mikrokontroler ATmega8535 menggunakan port A0 untuk signal kaki kanan sensor dan ke dua kaki yaitu kaki tengah dan kaki kiri langsung ke sumber tegangan +5volt dan ground, seperti pada Gambar 4. di bawah ini.

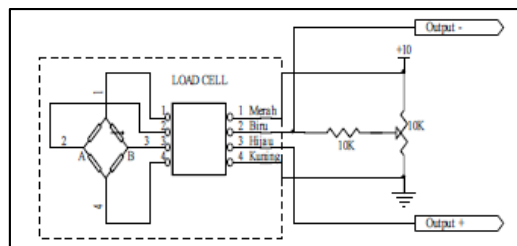


Gambar 4. Rangkaian Skematik Sensor Ultrasonik Ping

Rangkaian Load Cell

Dalam perancangan alat penghitung indeks massa tubuh, alat pengukur salah satu variabel dalam penghitungannya adalah timbangan dalam hal ini adalah timbangan digital. Dalam perancangannya agar dapat digabungkan dengan alat pengukur tinggi badan dalam hal ini adalah sensor ping parallax, maka dilakukan modifikasi pada timbangan digital.

Mikrokontroler dan LCD pada timbangan digital tidak digunakan lagi agar pengolahan programnya lebih baik, yaitu mengambil tegangan keluaran langsung dari load cell. Rangkaian load cell pada timbangan digital dapat dilihat pada gambar 5. di bawah ini.



Gambar 5. Rangkaian Load Cell Pada Timbangan Digital

Pada timbangan digital yang dimodifikasi ini, tegangan outputnya sangat kecil dan terlalu sulit dibaca oleh program. Keluarannya berkisar 0,35 mV, sehingga digunakan Op-Amp untuk penguatan signal yaitu dengan penguatan signal sekitar 300 kali.

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik Ping Dan Pembahasannya

Hasil pengujian pada alat tidak sama dengan jarak hasil pengukuran dengan menggunakan mistar ukur. Perbedaan jarak hasil pengujian dengan jarak hasil pengukuran dengan mistar ukur dapat disebabkan oleh adanya noise. Modul sensor PING bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik, terkadang pantulan gelombang ultrasonik menjadi tidak periodik dan menyebabkan hasil pengukuran tidak akurat. Hasil pengujian sensor ping dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Seperti pada tabel 1. yaitu hasil pengujian sensor ping mulai dari jarak 3 cm sampai dengan 22 cm, dapat diketahui bahwa keakurasian rata-rata sensor ping dari 20 data di atas adalah 98,6% dan selisih rata-rata pengukuran jarak oleh sensor ping dengan jarak referensi adalah 0,14 mm dalam 1 cm. Itu berarti bahwa ketika perhitungan dalam program dikonversi ke meter karena dalam perhitungan indeks massa tubuh seperti pada persamaan indeks massa tubuh pada halaman 4 yaitu menggunakan satuan $kg \cdot m^{-2}$, maka eror pada sensor ping ini dapat dikatakan hampir tidak ada yaitu $0,14 \text{ mm} = 0,014 \text{ cm} = 0,00014 \text{ meter}$ sehingga dapat dikatakan bahwa ketelitian sensor ping ini sangat tinggi atau hampir mencapai 100%. Dan pengujian sensor ping ini hanya dilakukan pada sudut 0° , karena memang posisi object yang akan dihitung indeks massa tubuhnya harus berada tegak lurus dengan sensor ping.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ping

No	Jarak referensi (cm)	Jarak (sensor ping (cm))	Akurasi (%)
1	3	3,04	98,7
2	4	3,96	99,0
3	5	5,02	99,6
4	6	6,00	100,0
5	7	6,92	98,9
6	8	7,85	98,0
7	9	9,23	97,5
8	10	10,31	96,9
9	11	11,15	98,6
10	12	12,10	99,0
11	13	13,45	96,7
12	14	14,45	96,9
13	15	15,30	98,0
14	16	16,30	98,2
15	17	17,02	99,9
16	18	18,04	99,8
17	19	19,34	98,2
18	20	20,08	99,6
19	21	21,10	99,5
20	22	22,15	99,3

Untuk mengurangi selisih dari jarak referensi maka hasil pengukuran yang berbentuk angka pecahan (integer) diubah ke bentuk angka bulat (floating), karena jarak yang terbaca oleh sensor ping parallax ini, angka pecahannya lebih mendekati jarak referensinya. Misalnya pada Tabel 1 no 1 dan 2 yaitu jarak yang terbaca oleh sensor ping masing-masing adalah 3,04 cm dengan jarak referensi 3 cm dan 3,96 cm dengan jarak referensi 4 cm. Jadi ketika dijadikan angka bulat (integer), maka jarak yang terbaca oleh sensor ping parallax menjadi sama dengan jarak referensi.

Sensor Ping ini akan mendeteksi jarak suatu objek yang berada didepannya yaitu dari jarak 3 cm sampai 300 cm, dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik. setelah gelombang itu dipantukan oleh objek tersebut maka gelombang ultrasonik ini akan diterima oleh unit sensor penerima. Ping hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler. Selanjutnya pulsa ini akan dikirimkan sensor ping ke mikrokontroler melalui *port sig* dan akan diproses oleh mikrokontroler untuk ditampilkan melalui LCD. Ping ini tidak dapat mengukur objek yang permukaannya dapat menyerap suara, seperti busa.

Pengukuran jarak juga akan kacau jika permukaan objek bergerigi dengan sudut tajam atau benda yang permukaannya tidak teratur.

Ketika dilakukan pengukuran tinggi badan, hasil yang diperoleh kurang 2 cm dari tinggi object yang menjadi referensi. Hal ini disebabkan oleh permukaan object yang diukur tingginya tidak teratur dimana seperti dikatakan sebelumnya bahwa, pengukuran jarak akan menjadi kacau jika permukaan objek bergerigi atau tidak teratur. Hasil pengukuran tinggi badan yang kurang 2 cm dari acuan adalah konstan untuk setiap hasil pengukuran tinggi object, sehingga dalam penentuan konstanta yang akan dikurangi dengan jarak object yang terdeteksi sensor, dalam hal ini adalah tinggi sensor ping jika diukur dari permukaan timbangan digital ditambah 2, karena untuk menentukan tinggi badan harus ditentukan tinggi detektor jarak dari permukaan timbangan digital. Tinggi sensor ping dari permukaan timbangan digital adalah 196 cm, karena hasil pengukuran tinggi badan selalu kurang 2 cm dari acuan, maka 196 cm ditambah dengan 2 menjadi 198 cm. Sehingga tinggi badan dapat dirumuskan sebagai tinggi sensor dari permukaan timbangan digital dikurangi dengan jarak yang terdeteksi oleh sensor ping. Tabel hasil pengukuran tinggi badan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tinggi Badan

No	Acuan (cm)	Tinggi Badan Oleh Sensor Ping (cm)			Error (%)	Akurasi (%)
		1	2	3		
1	161	161	161	161	0	100
2	159	159	159	159	0	100
3	163	163	163	163	0	100
4	156	156	156	156	0	100
5	165	165	165	165	0	100

Tabel 2 ini adalah hasil pengukuran setelah tinggi sensor ping dari permukaan timbangan digital telah ditambah 2 yaitu dari 196 cm menjadi 198 cm.

Dalam penelitian ini khususnya pengukuran tinggi badan, didapatkan akurasi yang tinggi karena jarak object dari sensor yang tidak terlalu jauh dan posisi object berada pada sudut 0°.

Hasil Pengujian Timbangan Digital (Modifikasi)

Hasil pengujian pada alat tidak sama dengan hasil pengukuran menggunakan timbangan manual yang menjadi referensi. Perbedaan hasil pengujian massa oleh alat ini dengan timbangan manual yang menjadi referensi dapat disebabkan oleh strain gauge yang terlalu sensitif dan atau kekeliruan dalam pemrograman. Hasil pengujian timbangan digital (modifikasi) dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

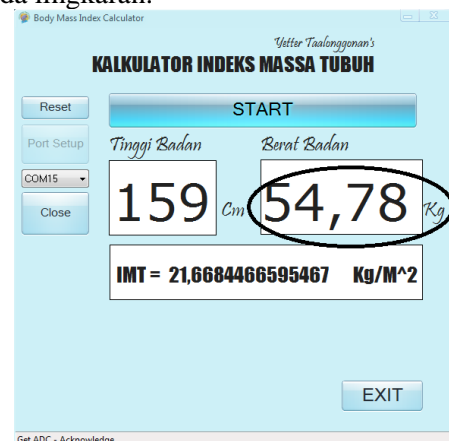
Tabel 3. Hasil Pengujian Timbangan Digital

No	M referensi (Kg)	M Hasil pengujian (kg)				ΔM
		1	2	3	Rata-rata	
1	57	58,51	59,02	58,78	58,77	1,77
2	55	54,78	55,69	54,21	54,89	0,11
3	75	76,76	76,98	77,12	76,95	1,95
4	52	51,04	51,24	53,35	51,88	0,12
5	81	84,55	82,63	82,16	83,11	2,11

Dalam pengujian timbangan digital (modifikasi) ini terjadi ketidaksesuaian antara timbangan manual dan timbangan digital (modifikasi), ketidaksesuaian ini tidak tetap artinya ketika object diukur dengan timbangan manual misalnya yang terukur 55 kg, kemudian ketika diukur dengan timbangan digital (modifikasi), nilai massa yang terukur tidak sama, seperti pada tabel 4.3 hasil pengujian timbangan digital (modifikasi) no 2 yaitu pada layar tampilan program terukur 54,78 kg. Selanjutnya pada tabel 4.3 no 3, yang terukur oleh timbangan manual adalah 75 kg, kemudian ketika object tersebut diukur dengan timbangan digital (modifikasi), terlihat pada tampilan program adalah 76,76 kg. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam mengkalibrasi hasil massa yang terukur oleh timbangan digital modifikasi ini dalam program, yaitu dalam menentukan konstanta pengurang ataupun penambah. Walaupun ketidaksesuaian hasil pengukuran antara timbangan digital (modifikasi) dengan timbangan manual sama untuk tiap object, maka programmer dapat dikalibrasi dengan mudah hasil pengukuran timbangan digital ini. misalnya untuk object pertama: yang terukur oleh timbangan manual adalah 50 kg dan yang terukur oleh timbangan digital (modifikasi) adalah 52 kg. Kemudian untuk object 2: misalnya 60 kg

yang terukur oleh timbangan manual dan ketika diukur oleh timbangan digital (modifikasi) adalah 62 kg. Walaupun seperti ini hanya dibuat konstanta pengurang yaitu konstanta pengurangnya adalah 2.

Hasil Pengukuran pada tabel 3 no 2 hasil pengujian timbangan digital (modifikasi), yaitu yang terukur oleh timbangan manual adalah 55 kg kemudian ketika object yang sama ketika diukur oleh timbangan digital hasil yang ditampilkan oleh program adalah 54,78 kg, seperti pada Gambar 6 di bawah ini, yaitu yang diberi tanda lingkaran.



Gambar 6. Tampilan Program Hasil Pengukuran Berat Badan Tabel 4.2 No 2

Hasil yang tidak sama antara timbangan digital (modifikasi) dengan timbangan manual yang terukur mungkin disebabkan oleh rangkaian op-amp karena keluaran dari timbangan digital (modifikasi) ketika diukur dengan AVO meter sangat stabil tetapi ketika keluaran tegangan yang keluar setelah setelah dilipat gandakan pada op-amp diukur, tegangannya tidak stabil sehingga perubahan berat badan yang terlihat pada layar juga sangat tidak stabil, sangat sensitif dan sulit untuk dikalibrasi.

Hasil Pengujian Sistem Alat

Pada pengujian alat penghitung indeks massa tubuh ini, ada 5 object yang diambil sampel dan dilakukan 3 kali percobaan untuk masing-masing object. Hasil pengujiannya juga termasuk ralat relatif dan akurasinya dapat dilihat pada tabel 4.3 hasil pengujian sistem alat penghitung indeks massa tubuh di bawah ini.

Dari tabel 3 terlihat bahwa ada perbedaan antara IMT acuan dengan IMT alat ini sangat jauh atau eror pada alat ini sangat

besaryaitu mencapai 3,7 % atau selisihnya mencapai 0,78 kg. Ralat relatif yang begitu besar ini dikarenakan oleh input berat badan dari timbangan digital (modifikasi) setelah melewati penguat operasional amplifier yang tidak stabil. Pada salah satu alat pengukur variabel indeks massa tubuh yaitu timbangan digital (modifikasi) terlalu sensitif, sehingga ketika ada sedikit saja gerakan dari object hasilnya akan berubah sampai 3,55 kg atau erornya mencapai 3,8 % khususnya untuk bagian alat yang mengukur massa object.

Ralat relative alat ini dalam hal ini hasil indeks massa tubuh oleh alat yang ditampilkan program tergantung pada output kedua alat pengukur variabel dalam perhitungan indeks massa tubuh yaitu timbangan digital untuk mengukur berat badan dan sensor ping parallax untuk mengukur tinggi badan.

Pada tabel 4.3 hasil pengujian sistem alat penghitung indeks massa tubuh di atas, terlihat bahwa salah satu dari dua variabel yaitu tinggi badan, tidak berbeda dengan acuan atau pengukuran secara manual artinya akurasi dapat mencapai 100% ketika divonsersi dari cm ke meter. Hal ini menandakan bahwa eror pada alat ini disebabkan oleh salah satu variabel yaitu berat badan oleh timbangan digital (modifikasi) yang sangat sensitif dan tidak stabil.

KESIMPULAN

Telah dirancang dan dibuat alat penghitung indeks massa tubuh secara automat tanpa melakukan pengukuran tinggi badan dan berat badan secara manual yaitu dengan memanfaatkan sensor ping parallax untuk mengukur tinggi badan dan timbangan digital yang telah dimodifikasi untuk mengukur massa tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Averroes, Fitra Luthfie. 2009. *Tugas Akhir: Rancang Bangun Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokonroler ATmega8535*. Diploma III Ilmu Komputer Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Kurniawan, Degi. 2009. *Tugas Akhir: Aplikasi Mikrokontroler ATmega8535 Pada Robot*.

Wahyu Tri Sutrisno. 2010. *Proyek Tugas Akhir: Sensor Ping Parallax Sebagai Pengukur Jarak Pada Robot Cerdas Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*. Diploma III Ilmu Komputer, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta.