

PERANCANGAN ALAT PENGUKUR BERAT BADAN DAN TINGGI BADAN DIGITAL UNTUK MENGETAHUI BODY MASS INDEX (BMI) PADA LANSIA

A. Brian Ikhsana P.A.W.^{*)}, Munawar A.R., and Sudjadi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: brianwardana@yahoo.com

Abstrak

Teknologi elektronika kedokteran merupakan salah satu teknologi yang paling penting dalam dunia kesehatan, karena dapat meminimalkan resiko penyakit pada pasien dan memudahkan dokter dalam mendiagnosa pasien. Salah satu penerapannya yaitu pada perhitungan *Body Mass Index* (BMI) dengan menginputkan tinggi badan dan berat badan. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membuat sebuah alat pengukur berat badan dan tinggi badan digital untuk menghitung BMI pada lansia dengan keluaran berupa keterangan kondisi tubuh yaitu ideal, *underweight*, *overweight*, atau obesitas berbasis Arduino Mega 2560. Alat ini menggunakan keypad yang digunakan untuk menginputkan umur, sensor *load cell* untuk mengukur berat badan dan sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi lutut, serta LCD sebagai tampilan keluaran sistem. Tinggi badan diperoleh dengan menggunakan rumus yang melibatkan umur dan tinggi lutut. Dengan menggunakan sensor tersebut, alat ini dapat digunakan untuk mengukur berat badan hingga 150 kg dan tinggi lutut hingga 60 cm. Pada pengujian keseluruhan sistem, dihasilkan keluaran tinggi badan dan berat badan yang valid, serta perhitungan BMI dan penggolongan kondisi pasien sesuai dengan kriteria yang ditentukan. *Error* maksimum terjadi pada perhitungan BMI, yaitu sebesar 2,6%. *Error* rata-rata tinggi badan, berat badan, dan BMI masing-masing sebesar 0,56%, 1,01%, dan 1,02%.

Kata Kunci: Body Mass Index, sensor load cell, sensor ultrasonik, LCD.

Abstract

Medical electronics technology is one of the most important technologies in medical world, because it can minimize the risk of disease in patients and enable doctor to diagnose patients. One of the implementation is the calculation of Body Mass Index (BMI) by inserting height and weight of the patient's. The purpose of this final project is to create a digital weight and height gauge to calculate BMI of the elderly with the output is the information about the conditions of the body, such as ideal, underweight, overweight, or obese based on Arduino Mega 2560. This tool uses the keypad that is used to input age, load cell sensor to measure weight and ultrasonic sensors to measure the height of the knee, and LCD as the display system output. Height of the patient's is obtained by using a formula involving age and knee high. By using that sensors, this tool can be used to measure weight up to 150 kg and height of knee up to 60 cm. By testing the entire system, the result of height and weight are valid, as well as BMI calculation and classification of the patient's condition are matched with the prescribed criteria. The maximum error occurs in the calculation of BMI, which amounted to 2.6%. Error rate of height, weight, and BMI respectively by 0,56%, 1,01%, and 1,02%.

Keywords : Body Mass Index, load cell sensor, ultrasonic sensor, LCD.

1. Pendahuluan

Saat ini teknologi merupakan salah satu bidang yang memiliki peran cukup penting di beberapa aspek kehidupan manusia. Aplikasi dari kemajuan teknologi sekarang ini secara umum mengarah pada sistem digital yang lebih efektif dibandingkan dengan sistem analog.

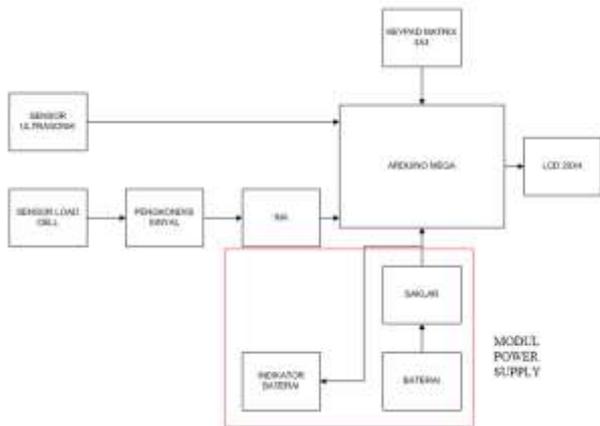
Salah satu bentuk sistem digital yang saat ini banyak dikembangkan adalah pada bidang kedokteran, contohnya suatu alat yang dapat digunakan untuk menghitung *Body Mass Index* (BMI). BMI merupakan suatu pengukuran yang menghubungkan atau membandingkan berat badan dengan tinggi badan yang umum digunakan untuk mengetahui kondisi tubuh dalam kategori *underweight* (kekurangan berat badan),

overweight (kelebihan berat badan), obesitas atau ideal [1].

Meskipun perhitungan BMI secara umum dilakukan pada usia dewasa, perhitungan BMI juga penting dilakukan pada usia lanjut. Hal ini penting karena pada usia lanjut, manusia lebih berpotensi menderita penyakit yang berhubungan dengan status gizinya. Resiko lansia menderita penyakit akan meningkat bila status gizinya *underweight* atau obesitas. [2]

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka dibuatlah suatu penelitian yang bertujuan untuk merancang sebuah alat pengukur berat badan dan tinggi badan digital untuk menghitung BMI pada lansia. Sebagai input alat ini menggunakan keypad yang digunakan untuk menginputkan umur, sensor *load cell* untuk mengukur berat badan dan sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi lutut. Tinggi badan diperoleh dengan menggunakan rumus yang melibatkan umur dan tinggi lutut. Dengan menggunakan sensor tersebut, alat ini dapat digunakan untuk mengukur berat badan hingga 150 kg dan tinggi lutut hingga 60 cm. Sebagai output sistem, setelah sistem melakukan proses perhitungan BMI sesuai masukan yang diberikan sensor, maka hasil perhitungan akan ditampilkan pada LCD dengan keterangan ideal, *underweight*, *overweight* atau obesitas.

2. Metode



Gambar 1 Blok diagram sistem pengukuran BMI

Diagram blok seperti ditunjukkan pada gambar 1 merupakan gambaran umum dari keseluruhan sistem pengukur BMI.

2.1. Keypad Matriks 4x4

Keypad matriks 4x4 ini terdiri dari angka yang digunakan untuk menginputkan umur dan huruf yang digunakan untuk memulai proses perhitungan. Huruf yang digunakan terdiri dari :

- ‘A’ berfungsi untuk memulai proses perhitungan untuk pasien pria.

- ‘B’ berfungsi untuk memulai proses perhitungan untuk pasien wanita.
- ‘C’ digunakan untuk menampilkan kembali hasil perhitungan keseluruhan sistem.
- ‘D’ digunakan untuk mengulang sistem.

Masing-masing pin pada keypad dihubungkan dengan pin pada arduino dengan konfigurasi seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Konfigurasi pin keypad dengan pin arduino

Pin arduino	Pin keypad
35	Baris ke-1
37	Baris ke-2
39	Baris ke-3
41	Baris ke-4
43	Kolom ke-1
45	Kolom ke-2
47	Kolom ke-3
49	Kolom ke-4

2.2. Sensor Ultrasonik

Dalam sistem ini, untuk menentukan tinggi lutut, pada program diatur dengan rumus seperti persamaan .

$$\text{Tinggi lutut} = 62 \text{ cm} - \text{jarak} \quad (1)$$

Masing-masing pin pada sensor dihubungkan dengan pin pada arduino dengan konfigurasi seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Konfigurasi pin sensor ultrasonik dengan pin arduino

Pin arduino	Pin sensor ultrasonik
Vcc	Vcc
25	echo
23	trigger
GND	Ground

2.3. Load Cell

Timbangan ini dirancang dengan menggunakan 4 buah *load cell* yang dipasang pada setiap sudut plat timbangan agar beban merata pada setiap sensor, dengan kapasitas berat masing-masing *load cell* sebesar 50 kg, sehingga beban maksimal dari timbangan sebesar 200 kg. Dalam sistem ini, timbangan diatur pada beban maksimal sebesar 150 kg. Selisih 50 kg dengan maksimal kapasitas sensor merupakan beban *safety* dengan tujuan untuk mengantisipasi kerusakan sensor jika beban yang diberikan melebihi kapasitas sensor. Timbangan ini mulai bekerja setelah sistem mendapatkan hasil pengukuran tinggi badan.

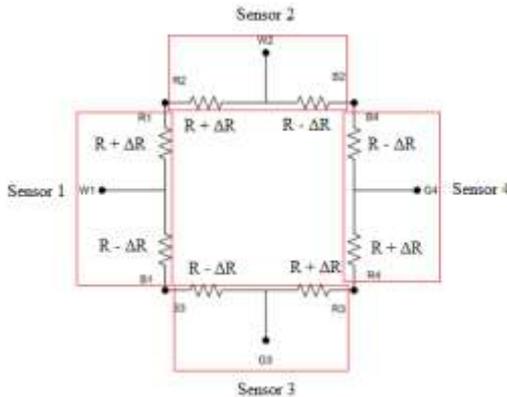
2.4. Pengkondisi Sinyal

Pengkondisi sinyal dalam sistem ini menggunakan rangkaian jembatan *wheatstone*. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan sensitivitas sensor dan mempermudah dalam mengukur regangan *strain gauge* pada sensor.

Tabel 3 Konfigurasi load cell

Sensor	Kabel	Simbol
Sensor 1	Merah	R1
	Putih	W1
Sensor 2	Hitam	B1
	Merah	R2
Sensor 3	Putih	W2
	Hitam	B2
Sensor 4	Merah	R3
	Hijau	G3
Sensor 4	Hitam	B3
	Merah	R4
	Hijau	G4
	Hitam	B4

Berdasarkan konstruksi pada gambar 3 dengan besar resistansi sebesar $R + \Delta R$ pada saat *strain gauge* dalam keadaan *tension* dan $R - \Delta R$ saat *strain gauge* dalam keadaan *compression*, dan konfigurasi kabel seperti pada tabel 4 dapat dibuat suatu rangkaian jembatan *wheatstone* seperti ditunjukkan pada gambar 13.

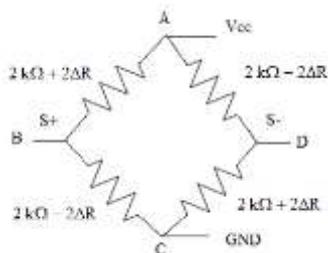


Gambar 2 Rangkaian load cell

Berdasarkan gambar 23, terdapat 4 kabel yaitu W2, G3, dan W1. Keempat kabel tersebut yaitu :

- V_{cc} : W2
- $S+$: W1
- $S-$: G4
- GND : G3

Gambar 13 tersebut dapat disederhanakan menjadi rangkaian seperti gambar 14.



Gambar 3 Rangkaian jembatan *wheatstone*

Perhitungan tegangan keluaran dari rangkaian jembatan *wheatstone* pada gambar 14 menggunakan persamaan :

$$V_o = \frac{R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC}} V_{cc} - \frac{R_{CD}}{R_{AD} + R_{CD}} V_{cc}$$

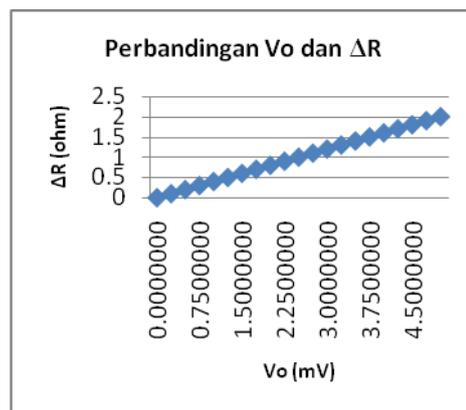
Pada keadaan setimbang, nilai masing-masing hambatan pada jembatan *wheatstone* yaitu $2 \text{ k}\Omega$. Dengan nilai perubahan hambatan ΔR dan tegangan input V_o , maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$V_o = \frac{2 \text{ k}\Omega - \Delta R}{(2 \text{ k}\Omega + 2\Delta R) + (2 \text{ k}\Omega - 2\Delta R)} V_{cc} - \frac{2 \text{ k}\Omega + 2\Delta R}{(2 \text{ k}\Omega - 2\Delta R) + (2 \text{ k}\Omega + 2\Delta R)} V_{cc}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil perhitungan tegangan keluaran dengan variasi perubahan resistansi pada tabel .

Tabel 4 Tegangan keluaran berdasarkan variasi perubahan resistansi

No	$2\Delta R (\Omega)$	$V_o(\text{mV})$
1	0	0.000000
2	0.1	0.250000
3	0.2	0.500000
4	0.3	0.750000
5	0.4	1.000000
6	0.5	1.250000
7	0.6	1.500000
8	0.7	1.750000
9	0.8	2.000000
10	0.9	2.250000
11	1	2.500000
12	1.1	2.750000
13	1.2	3.000000
14	1.3	3.250000
15	1.4	3.500000
16	1.5	3.750000
17	1.6	4.000000
18	1.7	4.250000
19	1.8	4.500000
20	1.9	4.750000
21	2	5.000000



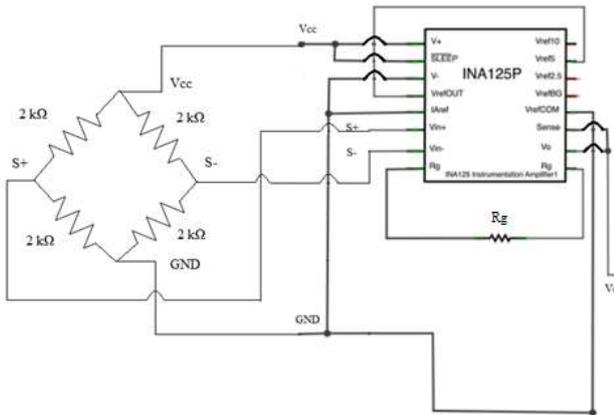
Gambar 4 Grafik hubungan perubahan resistansi dan tegangan keluaran

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4, dapat diketahui hubungan antara perubahan resistansi dan tegangan keluaran dari jembatan *wheatstone*, seperti

ditunjukkan oleh grafik pada gambar 4. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa perubahan resistansi berbanding lurus dengan tegangan keluaran.

2.5. INA (Instrument Amplifier)

Penguatan tegangan ini menggunakan IC Op-Amp tipe INA125P.



Gambar 5 Rangkaian jembatan *wheatstone* dan INA125P

Dengan penggunaan R_g sebesar 500Ω , maka besar penguatannya adalah sebagai berikut.

$$G = 4 + \frac{60k\Omega}{R_g}$$

$$G = 4 + \frac{60k\Omega}{500\Omega}$$

$$G = 4 + 120$$

$$G = 124$$

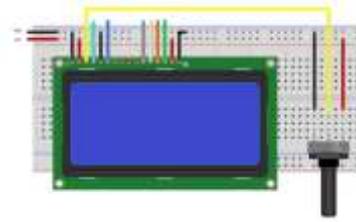
Berdasarkan gambar 5, pada keluaran IC INA125P terdapat 3 buah pin yang terhubung dengan pin arduino, yaitu :

- Vcc : Vcc
- Vo : pin analog 0
- GND : GND

2.6. LCD 20x4

Dalam sistem ini, LCD yang digunakan yaitu LCD karakter 20x4 dengan driver HD44780. Pemilihan LCD ini berdasarkan pertimbangan kondisi mata lansia yang kurang berfungsi dengan baik, sehingga dengan menggunakan LCD jenis ini, karakter yang ditampilkan dapat berukuran lebih besar atau *big font*.

Sedangkan rangkaian LCD ditunjukkan pada gambar 6. Potensiometer digunakan untuk mengatur kontras LCD, yaitu sebesar $10k\Omega$.



Gambar 6 Rangkaian LCD

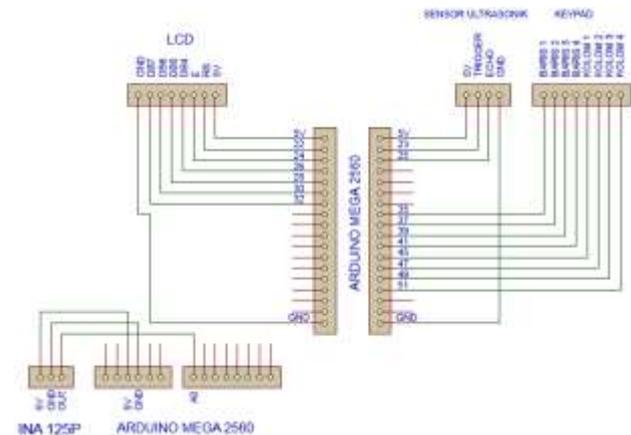
Berdasarkan gambar 6, dari 16 pin LCD, terdapat 8 pin yang terhubung pada arduino, yaitu seperti tabel 6.

Tabel 5 Konfigurasi pin LCD dengan pin arduino

Pin LCD	Pin Arduino
Vcc (2)	Vcc
GND (1)	GND
RS (4)	22
E (6)	24
DB4 (11)	26
DB5 (12)	28
DB6 (13)	30
DB7 (14)	32

2.7. Arduino Mega 2560

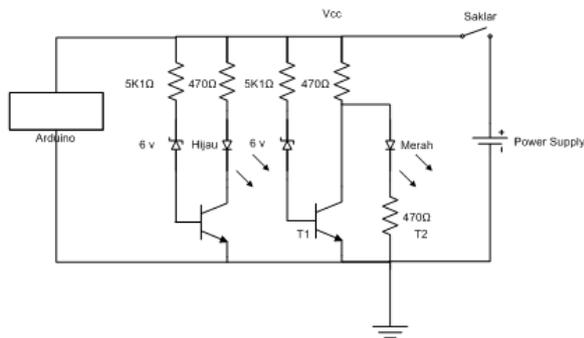
Sebagai pengontrol keseluruhan sistem, maka seluruh bagian dari sistem ini dihubungkan pada arduino dengan rangkaian seperti gambar 7.



Gambar 7 Rangkaian pada arduino

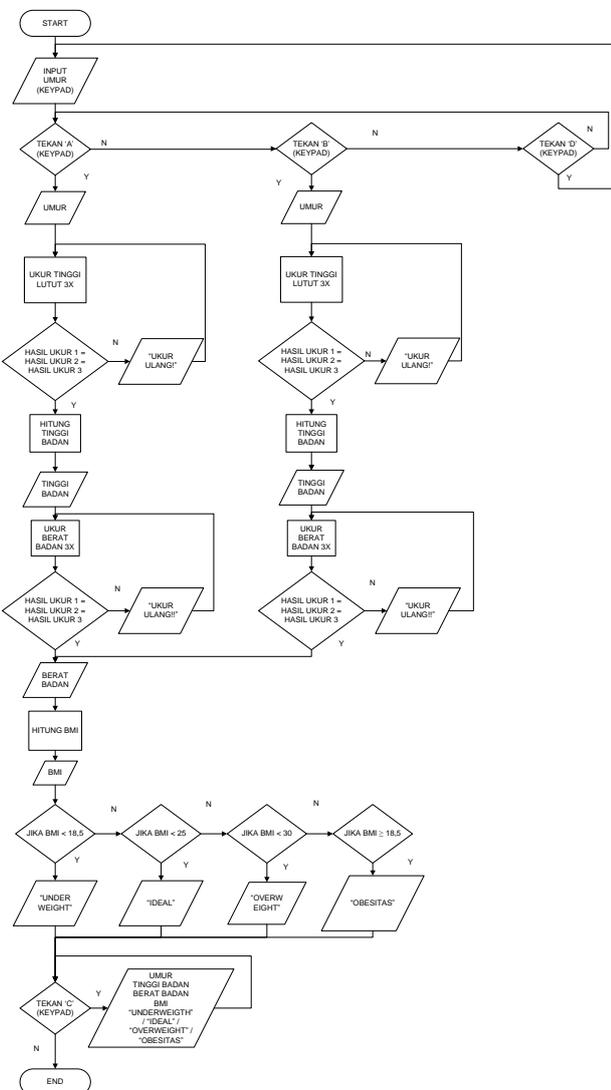
2.8. Power Supply

Blok power supply terdiri dari baterai sebagai sumber tegangan, saklar sebagai penghubung dan pemutus arus untuk menghubungkan baterai dengan arduino, dan indikator power sebagai indikator untuk mengetahui kondisi baterai, merah pada keadaan *low* dan hijau pada keadaan *full*. Rangkaian blok *power supply* secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8 Rangkaian blok power supply

2.9. Flowchart



Gambar 9 Flowchart sistem

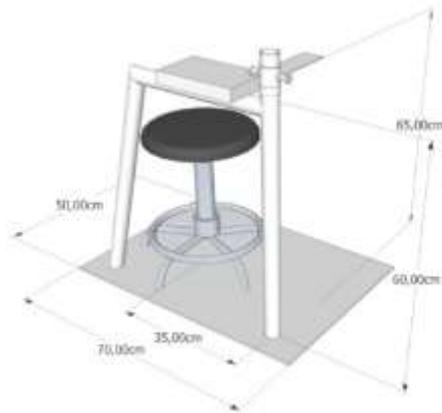
Berdasarkan flowchart pada gambar 9, algoritma sistem adalah sebagai berikut.

1. Mulai program.
2. Input umur pasien menggunakan keypad.
3. Tekan tombol 'A' atau 'B' pada keypad untuk memulai proses pengukuran dan perhitungan BMI Tombol 'A' untuk pasien pria, sedangkan tombol 'B' untuk pasien wanita.
4. Setelah tombol ditekan, muncul tampilan umur pasien pada layar LCD dan sensor ultrasonik mulai mengukur tinggi lutut pasien sebanyak 3 kali pengukuran selama selang waktu 0,5 detik.
5. Jika hasil pengukuran sensor ultrasonik selama 3 kali selalu sama, maka akan dilakukan proses perhitungan tinggi badan dengan menggunakan persamaan 2 untuk pasien pria dan persamaan 3 untuk pasien wanita.
6. Setelah dilakukan perhitungan tinggi badan, muncul tampilan tinggi badan pasien dalam satuan meter pada layar LCD selama 4 detik. Jika tidak, maka sistem kembali melakukan pengukuran tinggi lutut sebanyak 3x.
7. Setelah output tinggi badan ditampilkan, sensor *load cell* mulai mengukur berat badan pasien sebanyak 3 kali pengukuran selama selang waktu 0,5 detik. Jika hasil pengukuran sensor *load cell* selama 3 kali selalu sama, maka akan ditampilkan berat badan pasien dalam satuan kilogram pada layar LCD selama 4 detik. Jika tidak, maka sistem kembali melakukan pengukuran berat badan sebanyak 3x.
8. Kemudian dilakukan perhitungan BMI dengan variabel angka sesuai dengan hasil pengukuran dan perhitungan tinggi dan berat badan pasien dengan menggunakan rumus sesuai dengan persamaan 1.
9. Setelah itu, muncul hasil perhitungan BMI pada layar LCD selama 4 detik.
10. Jika hasil perhitungan BMI kurang dari 18,5 maka akan ditampilkan kondisi tubuh pasien berupa keterangan "*Underweight*" pada layar LCD, seperti ditunjukkan pada tabel 1.
11. Jika hasil perhitungan BMI antara 18,5 hingga kurang dari 25 maka akan ditampilkan kondisi tubuh pasien berupa keterangan "*Ideal*" pada layar LCD, seperti ditunjukkan pada tabel 1.
12. Jika hasil perhitungan BMI antara 25 hingga kurang dari 30 maka akan ditampilkan kondisi tubuh pasien berupa keterangan "*Overweight*" pada layar LCD, seperti ditunjukkan pada tabel 1.
13. Jika hasil perhitungan BMI mencapai 30 atau lebih maka akan ditampilkan kondisi tubuh pasien berupa keterangan "*Obesitas*" pada layar LCD, seperti ditunjukkan pada tabel 1.
14. Setelah kondisi tubuh pasien diketahui, maka sistem telah selesai.
15. Jika ditekan tombol 'C' pada keypad, maka akan muncul kembali hasil pengukuran dan perhitungan pada layar LCD berupa umur, tinggi badan, berat badan, BMI, dan kondisi tubuh pasien dalam selang waktu 4 detik.

16. Jika ditekan tombol 'D' maka sistem akan kembali ke awal.

2.10. Perancangan Hardware

Perancangan hardware ini meliputi perancangan elektrik dan mekanik. Desain perancangan alat ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10 Desain perancangan alat

Setelah melalui proses pembuatan, hasil perancangan alat ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11 Hasil perancangan alat

3. Hasil dan Analisa

Pengujian hasil perancangan menggunakan software LT-spice untuk mengetahui fungsional dan *timing delay* dari hasil ekstraksi layout yang dibuat.

3.1. Metode Pengujian

Dalam bab ini akan dipaparkan mengenai hasil pengujian tentang fungsional dari masing-masing elemen sistem pengukuran BMI, yaitu pengujian sensor ultrasonik, pengujian sensor berat badan, pengujian tampilan LCD, dan pengujian sistem secara keseluruhan.

3.2. Pengujian Sensor Ultrasonik

Gambar 12 merupakan grafik berdasarkan data pada tabel 6. Dari tabel dan grafik tersebut, dapat diketahui

perbandingan antara hasil pengukuran secara manual dengan hasil pengukuran menggunakan alat adalah linier. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya karena hanya terdapat *error* yang kecil ketika dilakukan pengukuran.

Tabel 6 Perbandingan Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonik dengan Alat dan Meteran

NO.	Hasil Pengukuran		Error (cm)	Error (%)
	Manual (mm)	Alat (mm)		
1.	60	61	1	1,67
2.	120	122	2	1,67
3.	180	183	3	1,67
4.	240	242	2	0,83
5.	300	301	1	0,33
6.	360	361	1	0,28
7.	420	419	1	0,24
8.	480	478	2	0,42
9.	540	541	1	0,19
10.	600	598	2	0,33
Error Rata-rata = $\frac{\sum E}{10}$			1,6	0,76



Gambar 12 Grafik perbandingan hasil pengukuran sensor ultrasonik dengan alat dan meteran

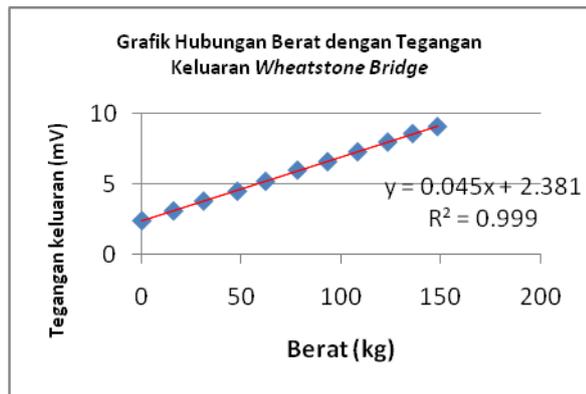
3.3. Pengujian Sensor Berat Badan

1. Pengujian Tegangan Output *Wheatstone Bridge*

Tabel 7 Hubungan berat dan tegangan keluaran *Wheatstone Bridge*

No.	Berat (kg)	ΔV (mV)
1.	0	2.4
2.	15.9	3.1
3.	31	3.8
4.	47.9	4.5
5.	62.1	5.2
6.	78.1	6
7.	93.2	6.6
8.	108.3	7.3
9.	123.4	8
10.	135.9	8.6
11.	148.3	9.1

Berdasarkan tabel 7 dapat dibuat grafik seperti ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13 Grafik Hubungan Berat dengan Tegangan Output Wheatstone Bridge

Berdasarkan gambar 13, dapat diketahui bahwa hubungan antara beban yang diberikan pada sensor dengan tegangan keluaran yang dihasilkan adalah proporsional.

Dari hasil pengukuran tegangan keluaran, dapat diketahui perubahan resistansi pada sensor sesuai dengan berat yang diberikan. Berikut contoh perhitungan perubahan resistansi untuk keadaan tanpa beban dengan tegangan keluaran sebesar 2,4 mV.

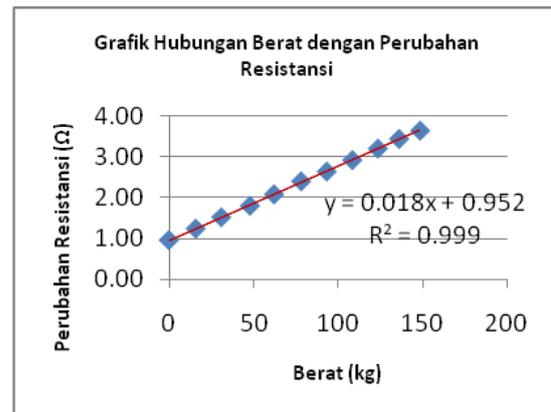
$$2\Delta R = \frac{\Delta V \times R}{V_s} = \frac{0,0024 \times 2000}{5} = 0,96 \Omega$$

Dari perhitungan tersebut dapat dibuat tabel hubungan berat terhadap perubahan resistansi seperti pada tabel 8.

Tabel 8 Hubungan berat dan perubahan resistansi sensor

No.	Berat (kg)	$2\Delta R$ (Ω)
1.	0	0.96
2.	15.9	1.24
3.	31	1.52
4.	47.9	1.8
5.	62.1	2.08
6.	78.1	2.4
7.	93.2	2.64
8.	108.3	2.92
9.	123.4	3.20
10.	135.9	3.44
11.	148.3	3.64

Berdasarkan tabel 8 maka dapat dibuat grafik seperti ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14 Grafik Hubungan Berat dengan Perubahan Resistansi

Berdasarkan gambar 14, dapat diketahui bahwa hubungan antara berat dengan perubahan resistansi adalah proporsional, atau dapat disimpulkan bahwa beban yang diberikan pada sensor berbanding lurus dengan perubahan resistansi dengan sensitivitas sebesar :

$$S = \frac{\Delta \Omega}{\Delta kg} = \frac{3,64 - 0,96}{148,3 - 0} = \frac{2,68}{148,3} = 0,01\Omega/kg$$

2. Pengujian Gain

Tabel 9 Perbandingan tegangan output setelah diberikan penguatan

No.	ΔV (mV)	Vout(V)		Error (V)	Error (%)
		Perhitungan (S)	Pengukuran (Y)		
1.	2.4	0.3	0.29	0.01	2.62
2.	3.1	0.38	0.38	0	1.16
3.	3.8	0.47	0.46	0.01	2.43
4.	4.5	0.56	0.55	0.01	1.45
5.	5.2	0.64	0.63	0.01	2.35
6.	6	0.74	0.73	0.01	1.92
7.	6.6	0.82	0.81	0.01	1.04
8.	7.3	0.91	0.88	0.03	2.86
9.	8.	0.99	0.97	0.02	2.27
10.	8.6	1.07	1.05	0.02	1.56
11.	9.1	1.13	1.12	0.01	0.75
Error Rata-rata = $\frac{\sum E}{11}$				0.01	1.86

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya meskipun terdapat error yang kecil.

3. Pengujian Pengukuran Berat

Tabel 10 Perbandingan hasil pengukuran berat secara manual dan menggunakan alat.

No	Pengukuran manual (S)	Pengukuran alat (Y)	Error (kg)	Error (%)
	Berat Badan (kg)	Berat Badan (kg)		
1.	15.2	15.9	0,7	4,61
2.	30.4	31	0,6	1,97
3.	46.5	47.9	1,4	3,01
4.	61.5	62.1	0,6	0,98
5.	76.8	78.7	0,9	1,17
6.	92	93.2	1,2	1,30
7.	107.1	108.3	1,2	1,12
8.	122.1	123.4	1,3	1,06
9.	137.1	135.9	1,2	0,88
10.	152.1	148.3	3,8	2,50
Error Rata-rata = $\frac{\sum E}{10}$			1,29	1,86

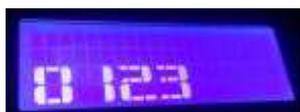


Gambar 15 Grafik Hubungan Hasil Perhitungan Berat dengan Alat dan Timbangan Digital

Grafik pada gambar 15 merupakan grafik berdasarkan tabel 10. Dari tabel dan grafik tersebut dapat diketahui perbandingan antara hasil pengukuran berat dengan menggunakan alat dan timbangan digital menghasilkan error yang kecil.

3.4. Pengujian LCD

Gambar 16 merupakan tampilan pada layar LCD ketika dikirimkan karakter angka '0123'. Berdasarkan gambar tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa LCD sudah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya, yaitu menampilkan karakter yang dikirimkan oleh pengontrol sistem.



Gambar 16 Pengujian LCD

3.5. Pengujian Sistem Keseluruhan

Tabel 11 Perbandingan hasil pengukuran tinggi lutut secara manual dan menggunakan alat.

Pengukuran manual		Pengukuran alat		Error		Error (%)	
TL (cm)	TB (m)	TL (cm)	TB (m)	TL (cm)	TB (m)	TL	TB
49	1.61	49	1.6	0	0,01	0	0,62
50	1.62	49	1.6	1	0,02	2	1,23
50	1.63	50	1.62	0	0,01	0	0,61
48	1.59	48	1.58	0	0,01	0	0,63
52	1.67	52	1.66	0	0,01	0	0,6
52	1.65	51	1.65	1	0	1,92	0
46	1.53	45	1.52	1	0,01	2,17	0,65
48	1.57	48	1.58	0	0,01	0	0,64
47	1.56	47	1.56	0	0	0	0
45	1.53	45	1.52	0	0,01	0	0,65
Error Rata-rata = $\frac{\sum E}{10}$				0,3	0,009	0,61	0,3

Pada tabel 11, dapat diketahui perbandingan antara hasil pengukuran tinggi lutut dan perhitungan tinggi badan secara manual dengan hasil pengukuran dan perhitungan menggunakan alat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya meskipun terdapat error yang kecil.

Tabel 12 Perbandingan hasil pengukuran berat badan secara manual dan menggunakan alat

No	Pengukuran manual (S)	Pengukuran alat (Y)	Error (kg)	Error (%)
	BB (kg)	BB (kg)		
1.	71.5	71.9	0.4	0,56
2.	50.4	50.6	0.2	0,4
3.	60.4	61.2	0.8	1,32
4.	50.6	51.5	0.9	1,78
5.	74.2	74.6	0.4	0,54
6.	69	69.2	0.2	0,29
7.	45.7	46.1	0.4	0,88
8.	71.8	72.8	1	1,39
9.	63.1	63.9	0.8	1,27
10.	53.2	54.1	0.9	1,69
Error Rata-rata = $\frac{\sum E}{10}$			0,6	1,01

Pada tabel 12, dapat diketahui perbandingan antara hasil pengukuran berat badan dengan menggunakan alat dan timbangan digital. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya meskipun terdapat error yang kecil.

Berdasarkan tabel 13, perhitungan BMI secara manual dan pengklasifikasian kondisi tubuh dilakukan dengan menggunakan rumus sesuai dengan persamaan rumus BMI dan klasifikasi BMI. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya meskipun terdapat error yang kecil.

Tabel 13 Perbandingan hasil pengukuran BMI secara manual dan menggunakan alat

Pengukuran manual (S)		Pengukuran alat		Error (kg/m ²)	Error (%)
BMI (kg/m ²)	Kondisi Tubuh	BMI (kg/m ²)	Kondisi Tubuh		
27.7	Overweight	27.8	Overweight	0.1	0,36
19.2	Ideal	19.7	Ideal	0.5	2,60
22.8	Ideal	23.1	Ideal	0.3	1,32
20.1	Ideal	20.4	Ideal	0.3	1,49
26.7	Overweight	26.8	Overweight	0.1	0,37
25.3	Overweight	25.3	Overweight	0	0
19.7	Ideal	19.8	Ideal	0.1	0,51
29.1	Overweight	28.8	Overweight	0.3	1,03
25.8	Overweight	26.1	Overweight	0.3	1,16
22.8	Ideal	23.1	Ideal	0.3	1,32
Error Rata-rata = $\frac{\sum E}{10}$				0.23	1,02

4. Kesimpulan

Telah berhasil dibuat suatu alat pengukur BMI pada lansia dengan masukan berupa tombol keypad untuk memasukkan umur pasien dan memulai perhitungan, dan keluaran pada layar LCD berupa umur, tinggi badan, berat badan, BMI, dan kondisi tubuh pasien berupa keterangan "Underweight", "Ideal", "Overweight", atau "Obesitas" dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Range Tinggi Lutut : 0 - 60 cm
- Range Timbangan : 0 - 150 kg
- Range Optimal Timbangan : 0 - 120 kg
- Akurasi Tinggi Lutut : ± 1 cm
- Akurasi Tinggi Badan : ± 2 cm
- Akurasi Berat Badan : ± 1 kg
- Akurasi BMI : ± 0,5 kg/m²
- Error Rata-Rata Tinggi Lutut : 0,61 %
- Error Rata-Rata Tinggi Badan : 0,56 %
- Error Rata-Rata Berat Badan : 1,01 %
- Error Rata-Rata BMI : 1,02 %

Referensi

- [1]. C. Sitinjak, "Hubungan Body Mass Index (Bmi) Dengan Pengalaman Karies Gigi Pada Murid Kelas Iii Dan Iv Sd St.Thomas 2 Medan," *Skripsi*, 2013.
- [2]. A. W. Sudoyo, B. Setiyahadi, I. Alwi, M. Simadibrata, and S. Setiati, Eds., *Ilmu Penyakit Dalam, IV*. Jakarta: Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2006.
- [3]. B. R. Desky, "Faktor - Faktor Yang Berhubungan Dengan Obesitas Lansia Di Posyandu Lansia Wilayah Kerja Puskesmas PB Selayang II Kecamatan Medan Selayang Tahun 2011e," *Skripsi*, 2011.
- [4]. Fatmah, "PERSAMAAN (EQUATION) TINGGI BADAN MANUSIA USIA LANJUT (MANULA) BERDASARKAN USIA DAN ETNIS PADA 6 PANTI TERPILIH DI DKI JAKARTA DAN TANGERANG TAHUN 2005," *Penelitian*, vol. 10, no. 1, pp. 7–16, 2006.
- [5]. R. M. Utama and R. Syasepta, "ALAT UKUR TINGGI DAN BERAT BADAN DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLLER," *Skripsi*, pp. 1–6.
- [6]. Acromag Incorporated, "Introduction to strain & strain measurement." pp. 1–16, 2001.
- [7]. W. Kester, "Bridge Circuits," in *Op Amp Applications Handbook*, 2005, pp. 231–246.
- [8]. Micropik, "Ultrasonic Ranging Module HC - SR04," *Datasheet*, pp. 3–5, 2012.
- [9]. Burr-Brown Corporation, "INSTRUMENTATION AMPLIFIER With Precision Voltage Reference," *Datasheet*, 1997.
- [10]. Andriyana, "Pengukur Percepatan Gravitasi Menggunakan Gerak Harmonik Sederhana Metode Bandung1," *Skripsi*, pp. 5–18, 2011.
- [11]. Indoware, "Character LCD 20x4 /w backlight biru." [Online]. Available: <http://indo-ware.com/produk-1888-character-lcd-20x4-w-backlight-biru.html>. [Accessed: 22-May-2015].
- [12]. G. Irman, "Perancangan dan implementasi alat parkir sepeda dengan sistem pembayaran otomatis menggunakan coin acceptor," *Skripsi*, pp. 7–15, 2013.
- [13]. S. Mujoko, "PERANCANGAN SISTEM ANTRIAN DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51," *Skripsi*, pp. 5–26, 2009.
- [14]. A. Widitya, "PENGARUH VARIASI ELEKTROLIT JEMBATAN GARAM TERHADAP IMPEDANSI SEL GALVANIK Cu/Zn," *Skripsi*, pp. 3–26, 2007.
- [15]. A. Rafik, "APLIKASI SMART CARD PADA METERAN AIR DIGITAL PRABAYAR BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," *Skripsi*, pp. 6–30, 2014.