

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN INDEKS MASSA TUBUH
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan diajukan oleh

NURAENI

H021191002



DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN INDEKS MASSA TUBUH
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI



*Diajukan Sebagai Salah Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

**NURAENI
H021191002**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN INDEKS MASSA TUBUH
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan diajukan oleh:

**NURAENI
H021191002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada September 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

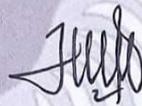
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Arifin, M. T.
NIP. 196705201994031002

Pembimbing Pertama



Ida Laila, S.Si., M.Si.
NIP. 7317054201980001

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Arifin, M.T.
NIP. 196705201994031002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuraeni
NIM : H021191002
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN INDEKS MASSA TUBUH BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambil alihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya berhak menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, September 2023

Yang Menyatakan



Nuraeni

H021191002

ABSTRAK

Indeks massa tubuh (IMT) digunakan untuk mengukur lemak tubuh, dan nilainya memberikan informasi tentang risiko penyakit seperti hipertensi, gizi buruk, diabetes, anemia, bahkan kematian akibat kelebihan atau kekurangan gizi. Namun alat untuk mengukur indeks massa tubuh masih bersifat manual sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat melakukan pengukuran secara cepat dan tepat dalam waktu yang bersamaan. Penelitian ini di fokuskan untuk untuk mengukur indeks massa tubuh dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali yang hasilnya akan ditampilkan melalui LCD dan aplikasi *telegram*. Pengukuran indeks massa tubuh ini menggunakan sensor *load cell* untuk mengukur massa badan, sensor HC-SR04 untuk mengukur tinggi badan dan sensor lingkaran pinggang sebagai variabel-variabel untuk menentukan indeks massa tubuh. Pada sistem diperoleh data hasil kalibrasi sensor *load cell* dengan nilai akurasi 99,00% dan rata-rata *error* pengukuran 1,00 %, sensor HC-SR04 diperoleh nilai akurasi 99,85 % dan rata-rata *error* pengukuran 0,15% sedangkan sensor lingkaran pinggang diperoleh nilai akurasi 98,13% dan rata-rata *error* pengukuran 1,83%. Hasil pengujian alat menunjukkan indeks massa tubuh dapat diukur dengan baik dan hasilnya dapat dilihat melalui LCD dan aplikasi *telegram*.

Kata kunci: *IMT, HC-SR04, lingkaran pinggang, load cell, NodeMCU, Telegram*

ABSTRACT

Body Mass Index (BMI) is used to measure body fat, and its value provides information about the risk of diseases such as hypertension, malnutrition, diabetes, anemia, and even death due to excess or malnutrition. However, the tools to measure body mass index are still manual, so a system is needed that can take measurements quickly and precisely at the same time. This research is focused on measuring body mass index using the NodeMCU ESP8266 as a controller, whose results will be displayed via LCD and telegram application. This body mass index measurement uses a load cell sensor to measure body mass, HC-SR04 sensor to measure height, and waist circumference sensor as variables to determine body mass index. The system obtained data on the calibration results of the load cell sensor with an accuracy value of 99.00% and an average measurement error of 1.00%, the HC-SR04 sensor obtained an accuracy value of 99.85% and an average measurement error of 0.15% and the waist circumference sensor obtained an accuracy value of 98.13% and an average measurement error of 1.83%. The test results show that the body mass index can be measured properly, and the results can be seen through the LCD and telegram applications.

Keywords: *BMI, HC-SR04, waist circumference, load cell, NodeMCU, Telegram*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt, karena berkat rahmat dan pertolongan-Nya penyusunan skripsi yang berjudul “**Rancang Buat Sistem Pengukuran Indeks Massa Berbasis *Internet of Things***” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin bisa dirampungkan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi dan Rasul yang paling mulia yakni Rasulullah *Shallallahu ‘Alaihi Wasallam*, kepada para keluarga, dan sahabat beliau yang senantiasa mencintai Rasulullah.

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka menyelesaikan penulisan skripsi. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari adanya hambatan dan jauh dari kata sempurna. Hal ini terjadi karena pengetahuan dan kemampuan penulis yang penuh dengan keterbatasan. Oleh karena itu, skripsi ini tidak bisa terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati, patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih setulus tulusnya kepada :

1. Sang pencipta **ALLAH SWT**. Terima kasih atas waktu, rezeki, kesehatan dan kemudahan yang telah diberikan kepada penulis.
2. **Untuk Kedua Orang Tua Tercintaku Sainuddin dan Jumasih** sebagai tanda hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembakan skripsi ini sebagai hadiah kecil untuk Ibu dan Bapak yang telah memberikan kasih sayang, cinta dan segala dukungan yang tiada terhingga. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Bapak bahagia, karena sadar selama ini belum bisa berbuat lebih. Terima kasih selama ini sudah memberikan banyak motivasi, selalu mendo’akanku dan selalu menasihati untuk menjadi lebih baik. Untuk kedua orang tua saya yang paling kucintai semoga Allah melimpahkan rahmat, kebahagiaan, dan kesehatan kepada **Ibu dan Bapak**.

3. **Untuk (Alm) kakek dan (Almh) nenek** yang menjadi salah satu alasan saya untuk lanjut pendidikan. Hal yang paling berat adalah menulis nama kakek dan nenek memakai gelar **Alm dan Almh**. Terima kasih sudah menjadi inspirasi serta panutan bagi penulis sehingga bisa kuat sampai di titik ini walaupun janji untuk menemani disetiap momen perjalanan hidup penulis tidak ditepati karena kakek dan nenek berpulang dalam waktu yang hampir bersamaan. Maaf karena terlambat mewujudkan mimpi kalian untuk bisa berfoto bersama saat penulis wisudah. Semoga kakek dan nenek bahagia diatas sana. I love you more more.
4. **Untuk Adik penulis Awal Saputra** terima kasih sudah menjadi pendengar terbaik untukku saat semua terasa begitu melelahkan. Salah satu orang yang selalu bertanya kapan wisudah, agak membuat tertekan tapi juga menjadi salah satu alasan untuk penulis semakin rajin mengerjakan skripsi.
5. Kepada keluarga tercinta (**Tante, Om, dan Sepupu**) yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan dengan baik.
6. Untuk Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T.**, selaku dosen pembimbing utama dan Ibu **Ida Laila, S. Si., M. Si.**, selaku pembimbing pertama yang dengan sabar, tulus, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran ditengah kesibukan dan prioritasnya untuk membimbing, mengarahkan, serta memotivasi penulis selama penyusunan skripsi ini. Terima kasih.
7. Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc.** dan Bapak **Bannu, S. Si., M. Si.**, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan kritikan dan saran yang membangun demi penyempurnaan penulisan skripsi ini. Terima kasih telah memberika nasehat dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
8. **Bapak/Ibu Dosen pengajar** Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
9. **Bapak/Ibu Staff Pegawai** Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin terutama **Staf Departemen Fisika: Pak Syukur, Ibu Rana, dan Ibu Evi** yang telah

membantu selama perkuliahan dan berbagai persuratan baik dalam persuratan penelitian maupun penyusunan skripsi ini.

10. Untuk **Nabila AR. Lamaniu** terima kasih sudah membantu dari awal penyusunan skripsi sampai akhir. Sudah mau menjadi teman diskusi dan teman begadang mengerjakan tugas akhir ini, teman urus berkas dimana pun dan kapan pun selalu meluangkan waktunya serta senantiasa memberi saran yang membangun dan mengarahkan penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi ini. Pembuat slogan IMT jaya, jaya, jaya.
11. Untuk **bestieku Malup Tercinta: Nabila, Rifqah, Asira dan Farah** yang selalu setia mendukung, mensupport apa yang selama ini penulis hadapi. Terima kasih karena selalu menjawab pertanyaan pertanyaan random penulis, selalu memberikan motivasi serta saran terbaik yang penulis butuhkan. Terima kasih juga untuk karena semangat dikala mental down dan meyakinkan bahwa apa yang dijalani penulis akan baik-baik saja.
12. Untuk **teman-teman (Nara, Nabila, Stania, Lela, Rinan, Tiche, Maria, Suci, Gunawan, Sire, Hartini, Enjelin, Alya, Fitri, Ifa, Rahma, Rati, Faqihah, Bayu, Aandri, Hajrul, Risma, Hajar, Daya)** terima kasih sudah bersedia menjadi objek penelitian untuk tugas akhir penulis. Terima kasih atas segala semangat dan dukungan yang diberikan.
13. Untuk **Nabila, Uni, Nurul dan Septi** yang mengizinkan menempati rumah kontrakan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini. Terima kasih atas kebaikannya.
14. Untuk **teman-teman Elins 19 (Tiche, Suci, Nabila, Septi, Hasniah, Salsa, Jasmine, Mahar, Ikram, Hartini, Widya)** terima kasih sudah menjadi teman *sharing* penulis mengenai hal-hal yang menyangkut perkuliahan, yang membantu ketika kesulitan dalam memahami materi maupun tugas dan berbagi ilmu untuk membantu penyelesaian skripsi yang penulis kerjakan. Terima kasih orang-orang keren dan hebat.
15. Untuk **teman-teman Fisika 2019** yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu, yang telah mendukung dan berjuang bersama selama masa perkuliahan, terima kasih atas semua kenangan dan pembelajaran hidup yang

telah diajarkan kepada penulis, semoga teman-teman senantiasa dalam lindungan Allah dan sukses dunia akhirat. Terima kasih orang-orang hebat.

16. **Saudara seperjuangan Himafi 2019 Asira, Tiche, Nurul, Alya, Rinan, Lela, Agus, Farah, Nabila, Uni, Sire, Septi** dan teman-teman lain yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu. Terima kasih sudah memberikan warna warni dalam fase mahasiswa penulis. Terima kasih atas suka duka, kebersamaan, support dan semua ukiran cerita untuk penulis. Penulis bersyukur menjadi bagian dari keluarga ini. **Bangkit dan Buktikan.**
17. **Teman-Teman, FISIKA 2019, MIPA 2019 dan BEM FMIPA UNHAS periode 2022/2023** yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu terima kasih atas pengalaman, motivasi dan kebersamaannya.
18. **Untuk teman-teman KKN 108 IPM Takalar 3: Nurul, Suci, Kia, Hein, Yudis serta teman-teman lain yang** tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu. Terima kasih sudah menjadi pendengar yang baik tentang tugas akhir ini serta selalu memberikan dukungan mengenai tugas akhir.
19. **Untuk teman-teman dari SMP 2 Bontonompo Selatan dan SMK Negeri 3 Takalar,** terima kasih selalu ada untuk membantu penulis serta mau mendengarkan keluh kesah penulis. Terima kasih untuk **Tahlil dan Awal** yang sudah bersedia menjawab segala pertanyaan mengenai tugas akhir ini meskipun lagi sibuk. Terima kasih orang hebat.
20. **Kakak Himafi 2017, Kakak Himafi 2018, adik-adik Himafi 2020 dan Himafi 2021** terima kasih atas semua cerita yang pernah terukir dan tak bakal terlupakan sampai kapan pun.
21. **Untuk kakak-kakak IKASA Makasar terutama Hoba Angkatan 6,** Terima kasih atas pengalaman serta dukungan untuk penulis. **Mudah, Kreatif, Bersemangat.**
22. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Do'a yang baik Insyaa Allah akan kembali kepada kalian, semoga selalu diberikan kesuksesan dunia dan akhirat, diberikan kesehatan dan senantiasa dalam lindungan allah dimana pun kalian berada.

Akhir kata, penulis memiliki harapan yang besar untuk skripsi ini memberikan manfaat kepada semua pembacanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini karena terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritikan yang membangun dari berbagai pihak, semoga Allah SWT memberi lindungan kepada kita semua.

Makassar, September 2023



Nuraeni.

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Indeks Massa Tubuh.....	4
II.1.1 Definisi Indeks Massa Tubuh.....	4
II.1.2 Klasifikasi Indeks Massa Tubuh	4
II.2 Sensor Lingkar Pinggang	5
II.3 NodeMCU ESP8266	5
II.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	6
II.5 Sensor <i>Load cell</i>	7
II.6 MODUL HX711.....	8
II.7 <i>Liquid Crystal Display</i>	8
II.8 Arduino IDE	9
II.9 <i>Telegram</i>	10

BAB III METODOLOGI PERCOBAAN.....	11
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
III.2 Peralatan Penelitian	11
III.3 Prosedur Penelitian.....	11
III.3.1 Perancangan Perangkat keras.....	13
III.3.2 Perancangan Perangkat Lunak.....	14
III.3.3 Pengujian Alat.....	15
III.4 Bagan Alir Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
IV.1 Hasil Perancangan Alat.....	17
IV.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak	19
IV.3 Kalibrasi Sensor	21
IV.3.1 Kalibrasi Sensor HC-SR04.....	21
IV.3.2 Kalibrasi <i>Load cell</i>	22
IV.3.3 Kalibrasi Sensor Lingkar Pinggang	24
IV.4 Hasil Pengujian Sistem Indeks Massa Tubuh	25
BAB V PENUTUP.....	29
V.1 Kesimpulan	29
V.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kabel pemanas lantai <i>infrared</i>	5
Gambar 2.2 Modul NodeMCU ESP8266.....	6
Gambar 2.3 Sensor ultrasonik HC-SR04	6
Gambar 2.4 Sensor <i>load cell</i>	8
Gambar 2.5 Modul <i>amplifier</i> HX711	8
Gambar 2.6 LCD 20 x 4	9
Gambar 2.7 <i>Software</i> Arduino IDE	10
Gambar 2.8 <i>Software telegram</i>	10
Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....	12
Gambar 3.2 Rangkaian perangkat keras	13
Gambar 3.3 Ilustrasi perancangan alat ukur IMT.....	14
Gambar 3.4 Diagram alur perancangan sistem perangkat lunak	15
Gambar 3.5 Bagan alir penelitian	16
Gambar 4.1 Alat ukur indeks massa tubuh.....	17
Gambar 4.2 Tampilan (a) Bagian dalam kotak alat, (b) Bagian luar kotak alat. 18	
Gambar 4.3 Pemasangan (a) sensor <i>load cell</i> , (b) lingkaran pinggang.....	19
Gambar 4.4 Pembuatan bot <i>telegram</i>	20
Gambar 4.5 Pemrograman Arduino IDE.....	20
Gambar 4.6 Hasil tampilan <i>telegram</i>	21
Gambar 4.7 Grafik nilai pengukuran sensor tinggi badan (HC-SR04)	22
Gambar 4.8 Grafik nilai keluaran <i>amplifier</i> HX711 terhadap beban	23
Gambar 4.9 Hubungan antara nilai ADC terhadap penambahan jarak.....	25
Gambar 4.10 Tampilan (a) IMT pada LCD, (b) IMT pada telegram	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas ambang IMT untuk Indonesia	4
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04	7
Tabel 4.1 Nilai keluaran pada modul <i>amplifier</i> terhadap beban yang digunakan	23
Tabel 4.2 Hasil pengukuran indeks massa tubuh	26
Tabel 4.3 Hasil pengukuran lingkaran pinggang	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel data pengujian sensor HC-SR04.....	35
Lampiran 2 Nilai tegangan sensor <i>load cell</i> terhadap beban.....	36
Lampiran 3 Konversi nilai tegangan sensor <i>load cell</i> ke digital	36
Lampiran 4 Tabel perbandingan nilai <i>load cell</i> dengan alat standar.....	37
Lampiran 5 Tabel data hasil pengukuran sensor lingkaran pinggang.....	37
Lampiran 6 Tampilan IMT melalui LCD dan aplikasi <i>telegram</i>	40
Lampiran 7 Nilai perhitungan indeks massa tubuh.....	46
Lampiran 8 Dokumentasi pengambilan data.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang semakin pesat pada berbagai bidang menyebabkan banyak orang berlomba-lomba dalam menciptakan suatu alat yang dapat memudahkan pekerjaan manusia seperti pengukuran [1]. Pengukuran adalah hal yang penting dalam dunia kesehatan seperti dalam pengukuran massa badan dan tinggi badan [2]. Pengukuran tinggi badan dan massa badan manusia merupakan salah satu faktor yang penting untuk menentukan tingkat kesehatan manusia, salah satunya untuk menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) manusia. IMT digunakan untuk menghitung lemak tubuh dan nilainya akan memberikan informasi mengenai kelebihan massa dan kekurangan gizi yang dapat menyebabkan penyakit seperti hipertensi, gizi buruk, diabetes, anemia sampai dengan kematian [3, 5].

Menurut *World Health Organization* (WHO) tercatat di seluruh dunia 2,8 juta orang meninggal setiap tahun karena obesitas. Dari tahun 1975 hingga 2016, prevalensi anak-anak dan remaja yang kelebihan massa badan atau obesitas berusia 5–19 tahun meningkat lebih dari empat kali lipat secara global [5, 6]. Selain itu, adapun indikator lain yang dapat digunakan untuk mendeteksi obesitas yaitu lingkar pinggang [7]. Hal ini dilihat dari hasil penelitian yang menyatakan bahwa lingkar pinggang berkaitan dengan angka kesakitan dan kematian karena obesitas [8]. Namun, pengukuran ini masih menggunakan alat ukur yang bersifat konvensional/manual. Hal ini memungkinkan terjadinya kesalahan pengukuran karena faktor kesalahan manusia seperti kesalahan dalam pembacaan skala ukur yang digunakan [4]. Sistem yang masih bersifat manual sehingga membutuhkan banyak proses. Proses diawali dengan penimbangan dan dilanjutkan dengan pengukuran tinggi dengan waktu yang berbeda kemudian dicatat secara manual [9]. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pengukuran otomatis yang dapat melakukan pengukuran secara cepat dan tepat dalam waktu yang bersamaan.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk pengukuran massa badan dan tinggi badan. Penelitian yang dilakukan oleh Kumar, dkk (2021) membuat alat

pengembangan indeks massa tubuh dengan keluaran dapat dipantau melalui LCD [5]. Penelitian oleh Zakaria, dkk (2022) merancang sistem pemantauan tinggi, berat dan *body mass index* menggunakan *android* berbasis NodeMCU ESP8266 [10]. Pada penelitian Rahmalisa dan Yuliman (2021) menggunakan sensor HC-SR04 untuk mengukur tinggi badan dan sensor *load cell* untuk mengukur massa badan secara otomatis [9]. Namun beberapa penelitian sebelumnya masih memiliki kelemahan yakni penggunaan sensor yang kurang bervariasi dan masih kurang sensitif.

Berdasarkan uraian di atas penulis akan merancang sebuah sistem pengukuran IMT dan lingkaran pinggang berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem tersebut akan mengukur massa badan menggunakan sensor *load cell* dan tinggi badan diukur menggunakan sensor HC-SR04. Dari hasil pengukuran tinggi badan dan massa badan maka akan menentukan indeks massa tubuh manusia secara otomatis, kemudian data hasil pengukuran akan dikirim ke aplikasi berbasis internet dengan pengendali NodeMCU ESP8266. Adapun Kebaruan dari penelitian ini yaitu penambahan sensor lingkaran pinggang yang digunakan untuk mengukur lingkaran pinggang sebagai indikator untuk menentukan tingkat obesitas manusia. Hasil pengukurannya dapat dilihat melalui aplikasi *telegram* dan ditampilkan pada layar LCD berukuran 20 x 4.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan dan pembuatan sistem pengukuran IMT berbasis IoT?
2. Bagaimana mengkalibrasi dan mengukur massa badan (*load cell*), tinggi badan (HC-SR04), dan sensor lingkaran pinggang dalam menentukan IMT berbasis IoT?
3. Bagaimana menganalisis hasil kalibrasi dan pengukuran sensor massa badan (*load cell*), tinggi badan (HC-SR04) dan sensor lingkaran pinggang dalam menentukan IMT berbasis IoT?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membuat sistem pengukur Indeks massa tubuh berbasis IoT.
2. Mengkalibrasi dan melakukan pengukuran massa badan (*load cell*), tinggi badan (HC-SR04) dan sensor lingkaran pinggang dalam menentukan IMT berbasis IoT.
3. Menganalisis hasil kalibrasi dan pengukuran massa badan (*load cell*), tinggi badan (HC-SR04) dan sensor lingkaran pinggang dalam menentukan IMT berbasis IoT.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada pengujian sensor HC-SR04 (pengukuran tinggi badan), sensor *load cell* (mengukur massa badan) dan sensor lingkaran pinggang serta perancangan perangkat lunak dengan menggunakan aplikasi *telegram*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Indeks Massa Tubuh

II.1.1 Definisi Indeks Massa Tubuh

Indeks massa tubuh adalah salah satu alat yang menunjukkan apakah seseorang kekurangan massa badan atau memiliki massa badan yang sehat, kelebihan massa badan atau obesitas. Jika nilai IMT berada diluar kisaran sehat, maka risiko kesehatan dapat meningkat secara signifikan [11]. Selain itu kelebihan massa badan atau obesitas dapat menyebabkan berbagai penyakit tidak menular seperti diabetes, tekanan darah, hipertensi serta meningkatkan resiko kanker payudara, usus besar, ginjal bahkan kematian [5].

II.1.2 Klasifikasi Indeks Massa Tubuh

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2021) batas ambang IMT untuk Indonesia orang normal adalah 18,5 - 25, indeks massa tubuh kurang dari 18,5 dikatakan kurus dan jika 25 keatas dikatakan obesitas. adapun batas ambang IMT untuk Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1 [12] .

Tabel 2.1 Batas ambang IMT untuk Indonesia

Klasifikasi	IMT (Kg/m²)
Kurus tingkat berat	< 17,0
Kurus tingkat ringan	17,0 – 18,4
Normal	18,5 – 25,0
Gemuk tingkat ringan	25,1 -27,0
Gemuk tingkat berat	>27,0

Adapun nilai IMT diperoleh melalui perhitungan massa badan dalam kg dan tinggi badan dalam meter sesuai pada persamaan 2.1. Persamaan ini hanya dapat digunakan pada usia di atas 15 tahun [10]:

$$IMT = \frac{M_b}{(T_b)^2} \quad 2.1$$

Keterangan:

M_b : Massa badan (kg)

T_b : Tinggi badan (m)

II.2 Sensor Lingkar Pinggang

Sensor lingkar pinggang merupakan alat yang digunakan untuk mengukur atau mendeteksi ukuran lingkar pinggang manusia. Ukuran lingkar pinggang merupakan salah satu indikator untuk mendeteksi tingkat obesitas [7]. Sensor lingkar pinggang terbuat dari kabel dengan material *carbon fiber* dan tembaga dengan resistansi konduktor $33 \pm 10\%$ ohm/m yang dapat menghantarkan arus listrik [13]. Adapun bentuk fisik kabel yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kabel pemanas lantai *infrared* [14]

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2021) kategori lingkar pinggang manusia dibagi menjadi dua yaitu [12, 15]:

1. Resiko rendah obesitas apabila ≤ 80 cm dan resiko tinggi obesitas apabila > 80 cm untuk wanita.
2. Resiko rendah obesitas apabila ≤ 90 cm dan resiko tinggi obesitas apabila > 90 cm untuk laki-laki.

II.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah sebuah *board* elektronik yang berbasis *chip* ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler yang dapat terkoneksi ke internet (*Wifi*) [16]. Pada NodeMCU ESP8266 terdapat *port* USB

yang akan memudahkan dalam proses pemrogramannya. Selain itu, NodeMCU ESP8266 dirancang sedemikian rupa sehingga memiliki *wifi* yang terintegrasi secara langsung sehingga tidak lagi memerlukan modul *wifi*. NodeMCU ESP8266 juga dapat diprogram dengan Arduino, menggunakan aplikasi Arduino IDE [16, 17].

NodeMCU termasuk *platform* IoT yang bersifat *opensource* yang terdiri dari sistem *on chip* ESP8266 dimana menggunakan bahasa pemrograman *scripting*, namun juga dapat menggunakan Arduino IDE untuk pemrogramannya. Modul ESP8266 ini mempunyai *prosesor* dan memori yang dapat diintegrasikan dengan sensor dan *actuator* melalui pin GPIO [18, 19]. Adapun bentuk fisik NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Modul NodeMCU ESP8266 [16]

II.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah komponen elektronika yang memiliki kemampuan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi sekitar 40.000 Hz. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang dinamakan *transmitter* dan penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Jarak yang bisa ditangani berkisar antara 2 cm hingga 400 cm dengan tingkat presisi sebesar 3 mm [1, 20]. Bentuk sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor ultrasonik HC-SR04 [21]

Sensor ini memiliki 4 pin, pin V_{CC} , GND, *trigger* dan *echo*. Pin V_{CC} sebagai tegangan positif dan GND sebagai *ground*. Pin *trigger* berfungsi untuk memicu sinyal hasil dari sensor dan pin *echo* sebagai penangkap sinyal pantulan dari objek [21]. Adapun spesifikasi sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 2.2 [22].

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04

Paramater	Nilai
Tegangan kerja	5 V (DC)
Arus Kerja	15 mA
Frekuensi Kerja	40 Hz
Jarak maksimum	400 cm
Jarak minimum	2 cm
Sudut pengukuran	15 derajat
Koneksi	4 pin (<i>Vcc, GND, echo, trigger</i>)

II.5 Sensor *Load cell*

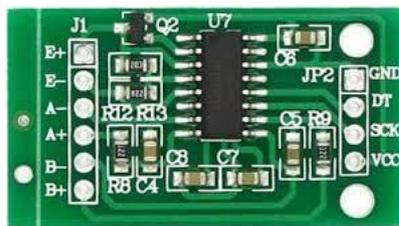
Sensor *load cell* merupakan transduser yang bekerja sebagai konversi dari berat benda menjadi elektrik akibat adanya resistansi pada *strain gauge*. Pada suatu sensor *load cell* memiliki 4 susunan *strain* [23]. Sensor *load cell* saat diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi pada *strain gauge* akan berubah melalui empat buah kabel. Dua kabel sebagai eksitasi dan dua kabel sebagai sinyal keluaran kekontrolnya [24]. *Load cell* dapat digunakan sebagai timbangan digital yang lebih presisi dalam melakukan pengukuran terhadap berat suatu benda [25]. *Load cell* beroperasi menggunakan prinsip jembatan *wheatstone*. Dimana ketika *load cell* ini diberikan beban maka terjadi perubahan hambatan di dalam *load cell* sehingga merubah tegangan keluaran [26]. Adapun bentuk fisik *load cell* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sensor *load cell* [26]

II.6 MODUL HX711

HX711 sebagai penghubung antara *load cell* dengan Arduino uno sebagai alat untuk mengkonversikan besaran dari beban yang ditimbulkan *load cell* yang kemudian di ubah menjadi sebuah bilangan atau angka sebagai *output* [27]. Bentuk fisik dari modul *amplifier* HX711 seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Modul *amplifier* HX711 [28]

Prinsip kerja dari modul ini yaitu ketika bagian lain yang lebih elastis mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh *straingauge*. Hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan oleh rangkaian pengukuran yang ada. Berat dari objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul [29].

II.7 *Liquid Crystal Display*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk menampilkan keterangan atau indikator yang diberikan kedalam

mikrokontroler. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik [30]. Bentuk fisik LCD dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 LCD 20 x 4 [31]

LCD yang digunakan berukuran 20 x 4 karakter dengan tambahan chip module I2C untuk mempermudah *programmer* nantinya dalam mengakses LCD tersebut [32]. Pada penelitian ini LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor yang digunakan. Adapun keunggulan dari LCD ini adalah memiliki konsumsi arus yang kecil, sehingga alat atau sistem menjadi *portable*, ukuran modul yang proporsional, daya yang digunakan juga relatif kecil [25].

II.8 Arduino IDE

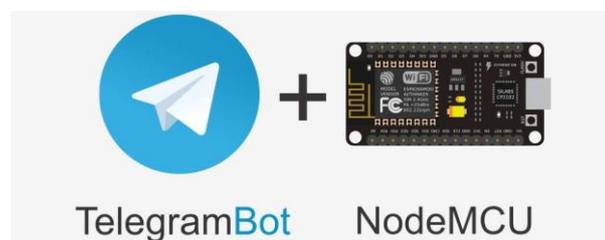
Integrated Development Environment (IDE) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source program*, kompilasi, *upload* hasil kompilasi dan uji coba secara terminal serial [30]. Bahasa pemrograman Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA yang juga dilengkapi dengan *library C++* yang biasa disebut *wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino [33]. *Software* Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Software* Arduino IDE [30]

II.9 *Telegram*

Telegram messenger adalah aplikasi *chatting* yang menawarkan pelayanan berupa mengirimkan pesan, berbagi foto, video dan audio serta bertukar file yang ter-enkripsi. *Telegram* merupakan salah satu aplikasi yang mendukung adanya bot dimana fitur ini dapat terintegrasi dengan berbagai layanan melalui internet [34]. *Telegram* bot memungkinkan pengiriman pesan dari NodeMCU kepada pengguna akan cepat, karena pesan secara otomatis akan dikirimkan oleh *telegram* bot. Adapun *library telegram* yang digunakan pada NodeMCU adalah CTBot [35]. Bentuk *software telegram* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Software telegram* [35]