

Alat Pengukur Berat Badan dan Tinggi Badan Terkomputerisasi berbasis *Wireless, Arduino, Sensor Load Cell, dan Ultrasonic*

Muhamad Ichwan Sudibyo¹, Hurriyatul Fitriyah², Rizal Maulana³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹muhamadichwans21@gmail.com, ²hfritriyah@ub.ac.id, ³rizal_lana@ub.ac.id

Abstrak

Pengukuran berat badan dan tinggi badan saat ini adalah hal yang sering dilakukan dalam kehidupan sehari-hari. Namun masih banyak masyarakat yang melakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan secara manual dan terpisah. Untuk melakukan pengukuran berat badan kebanyakan masyarakat akan menggunakan timbangan digital dan untuk pengukuran tinggi badan menggunakan meteran. Untuk mengatasi masalah tersebut peneliti melakukan pembuatan sistem yang mampu untuk melakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan sekaligus dapat menyimpan data dari berat badan dan tinggi badan ke dalam database agar dapat dilihat sewaktu-waktu. Dalam penelitian ini penelitian menggunakan sensor berat Load cell untuk melakukan pengukuran berat badan dan sensor *ultrasonic* HC-SR04 untuk pengukuran tinggi badan. Pada penelitian ini pengiriman data akan menggunakan *wireless* dan untuk melakukan penyimpanan data ke dalam *database* akan menggunakan aplikasi Delphi.

Kata kunci: sensor berat, sensor *ultrasonic*, *wireless*, *database*.

Abstract

The measurement of body weight and height are very common in everyday life, but there are still many people who do the measurement manually and separately. When measuring body weight, most people will use digital scales, and for measuring height using a meter. To overcome this problem, the researcher made a system that can measure body weight and height while storing data on body weight and height into the database so that can be seen at anytime. In this system the researcher will use load cell to measurement of body weight and ultrasonic HC-SR04 sensor to measurement body height. In this study, the data transmission will use a wireless and can store data into the database. From the test result obtained, the data from the reading of weight sensor load cell has average data 2.73 kilograms with difference in data of digital scales 0,01 - 0,30 kilograms, and for ultrasonic sensor HC-SR04 has average data 0.7 centimeter with difference of meters 0.1 - 0.5 centimeters. Data transmission using the wireless sensor can transmit data to a maximum range of 15 meters. And the data you get can be saved into the database.

Keywords: *weight sensor, ultrasonic sensor, wireless, database.*

1. PENDAHULUAN

Pengertian dari alat ukur ialah suatu alat yang memiliki fungsi untuk mengukur suatu besaran yang membandingkan kuantitas dari objek. Setiap harinya manusia tak lepas dari aktifitas untuk menghitung suatu besaran. Alat ukur untuk mengukur suatu besaran dicocokkan dengan jenis objek dan benda yang akan diukur. Terdapat berbagai jenis alat ukur yang biasa dipergunakan manusia seperti contohnya: micrometer, timbangan, penggaris, roll meter

dan lain-lain. Sebagai mana contohnya timbangan dan penggaris yaitu merupakan alat yang berfungsi untuk menghitung massa dan panjang dari objek.

Telah banyak alat ukur yang ditemukan dan dibuat untuk memudahkan pekerjaan manusia antara lain, statometer, timbangan massatubuh, pengukur tinggi tubuh, dan lain-lain. Tetapi alat tersebut hanya dapat mengukur satu macam saja. Contohnya timbangan massa tubuh hanya dapat mengukur massa tubuh saja, tidak dapat mengukur yang lainnya.

Dalam dunia medis alat-alat kesehatan merupakan suatu yang sangat penting yang harus dikenal. Dalam profesi tertentu harus ada alat-alat kesehatan yang dibutuhkan untuk membantu masalah kesehatan. Sering kita jumpai di tempat-tempat kesehatan seperti apotik, puskesmas, praktek dokter umum, orang sering menimbang massa tubuh atau mengukur tinggi tubuh untuk mengetahui berapa *standard* massa tubuh yang ideal atau hanya sekedar ingin mengetahui massatubuh dan tinggi tubuh. Tetapi masih banyak penyedia alat hanya menyediakan alat tertentu seperti hanya pengukur tinggi tubuh atau timbang tubuh saja. Sehingga orang atau pasien hanya dapat mengetahui massaatau tinggi tubuh satu persatu.

Peningkatan massa tubuh atau obesitas cenderung meningkat dalam kehidupan masyarakat sejahtera. Dikarenakan hal itu, tidak mengejutkan jika banyak orang yang ingin menurunkan massa tubuh baik untuk alasan kesehatan maupun estetika. Sebelum melakukan penurunan massa tubuh sebaiknya memahami panduan penurunan massa tubuh dari *American Heart Association* (Asosiasi jantung amerika) yang telah dipublikasikan dalam jurnal *Circulation*, yang didalamnya terdapat cara pendekatan praktis tentang cara mengatur kelebihan massa tubuh atau obesitas (Caroline M. Apovian, 2012).

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis ingin menyediakan sebuah sistem atau alat yang digunakan untuk mengetahui nilai massa tubuh dan tinggi tubuh serta penyimpanan data pada database. Dalam penelitian ini alat atau sistem dibuat menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano, sensor *ultrasonic* yang akan mengukur tinggi tubuh, sensor Load cell yang mengukur massa tubuh, nRF24L01 digunakan sebagai pengiriman data nirkabel atau *wireless*, dan penyimpanan database akan menggunakan aplikasi Delphi yang akan disimpan kedalam database.

2. PENYUSUNAN DAN PENERAPAN

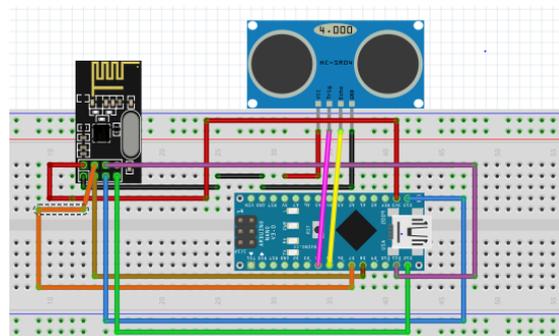
2.1. Penyusunan Perangkat Keras

Dalam penyusunan perangkat keras ini akan membuat penerapan rangkain dari titik transmitter dan juga titik receiver. Di dalam titik transmitter terdapat dua sensor yakni sensor *ultrasonic*, serta sensor load cell. Penyusunan perangkat keras ini dibutuhkan agar mempermudah proses perangkaian atau

penghubungan peranti keras yang dipergunakan.

2.1.1 Penyusunan Perangkat Keras Node Transmitter

Dalam penerapan rangkaian titik transmitter terdapat dua rancangan, yaitu rancangan rangkaian sensor *ultrasonic* dan rancangan rangkaian sensor load cell. Rangkaian sensor *ultrasonic* dan sensor load cell menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler sedangkan penyampaian data melalui *wireless* akan menggunakan modul nRF24L01. Berikut merupakan penyusunan rangkaian beserta pin yang digunakan dalam sensor 1 yaitu sensor *ultrasonic* bisa disimak di Gambar 1.



Gambar 1. Penyusunan rangkaian node transmitter sensor 1 (sensor *ultrasonic* HC-SR04)

Sambungan node *transmitter* lebih detail dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan pin modul nRF24L01 dengan arduino nano.

Pin modul nRF24L01	Pin Arduino Nano	Warna Jumper
VCC	3V3	Merah
GND	GND	Hitam
CE	D8	Coklat
CSN	D7	Orange
SCK	D13	Biru
MOSI	D11	Ungu
MISO	D12	Hijau

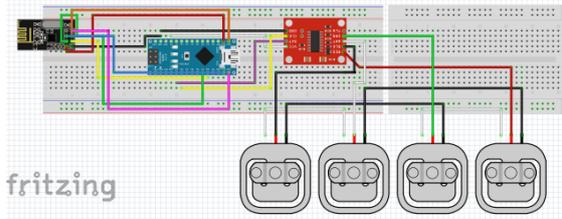
Sambungan pin sensor 1 HC-SR04 dengan Arduino Nano akan dijelaskan pada tabel 2.

Sedangkan skema rangkaian sensor 2 sensor load cell dijelaskan pada Gambar 2.

Detail sambungan pin sensor load cell dengan HX711 ada pada Tabel 3.

Tabel 2. Keterangan sambungan pin sensor HC-SR04 dengan Arduino Nano

Pin sensor HC-SR04	Pin Arduino Nano	Warna wire
GND	GND	Hitam
VCC	5V	Merah
TRIG	D4	Pink
ECHO	D5	Kuning



Gambar 2. Penyusunan rangkaian sensor 2 (sensor load cell)

Tabel 3. Keterangan sambungan pin sensor load cell dengan HX711

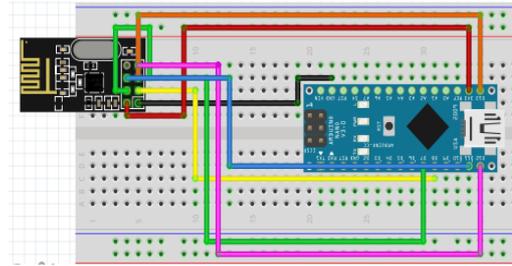
Sensor Loadcell	Pin HX711	Warna Jumper
Kabel Merah loadcell 4	RED	Merah
Kabel Merah loadcell 1	BLK	Hitam
Kabel Merah loadcell 2	WHT	Putih
Kabel Merah loadcell 3	GRN	Hijau

Tabel 4. Keterangan sambungan pin Arduino Nano dengan HX711

Pin Arduino Nano	Pin HX711	Warna Jumper
D2	SCK	Ungu
GND	GND	Hitam
VCC	VCC	Putih
D3	DT	Kuning

2.1.2 Perancangan Perangkat Keras Node Receiver

Pada node receiver ini akan digunakan untuk melakukan penerimaan data dari node transmitter. Perancangan node receiver ada pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan rangkaian node receiver

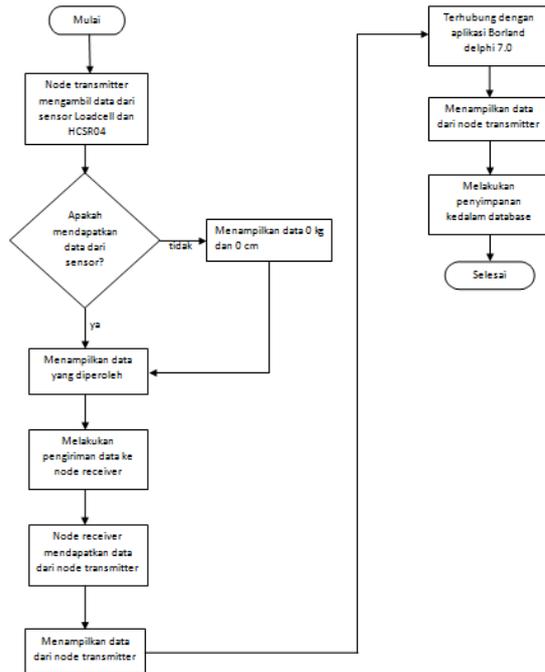
Untuk penjelasan sambungan pin dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Keterangan sambungan node receiver

Pin modul nRF24I01	Pin Arduino Nano	Warna Jumper
VCC	3V3	Merah
GND	GND	Hitam
CE	D8	Kuning
CSN	D7	Hijau
SCK	D13	Orange
MOSI	D11	Biru
MISO	D12	Pink

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam penyusunan perangkat lunak diperoleh sejumlah bagian antara lain, penyusunan paket data, penyusunan terhadap titik transmitter, penyusunan terhadap titik receiver, dan penyusunan penyimpanan data database pada aplikasi Delphi. Berikut merupakan gambaran keseluruhan dari penyusunan perangkat lunak.



Gambar 4. Gambaran keseluruhan perangkat lunak.

2.2.1 Penyusunan Paket Data

Pada tahap ini pembuatan data paket memiliki berbagai variabel bertipe data yang berbeda, didalamnya terselimuti dengan format paket data bertipe data struct. Dalam melakukan transmisi data, semua node akan menggunakan paket data struct tersebut. Berikut ialah penyusunan format data paket di sistem ini. Penyusunan format paket data pada sistem dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penyusunan format data

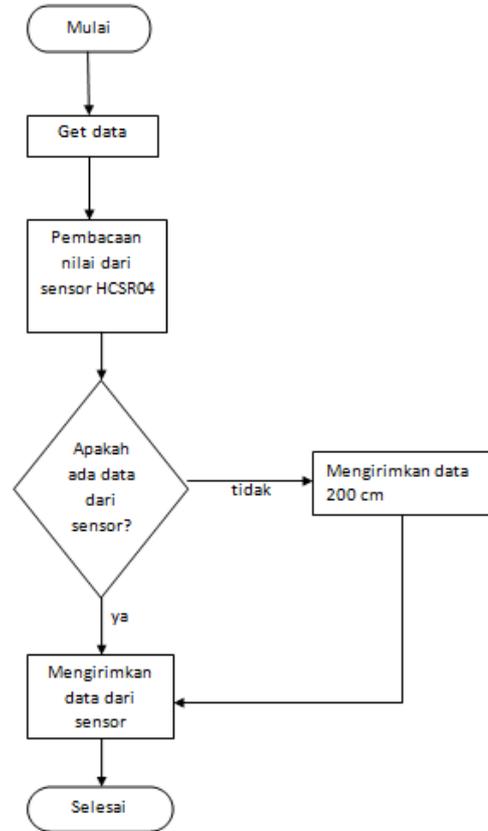
Panjang	Variabel	Tipe data
1 byte	Sender	Byte
1 byte	Receiver	Byte
4 byte	Ping	Unsigned long
2 byte	Loadcell	Int
2 byte	HC-SR04	Int

Tabel 5 adalah skema dari format data yang dipakai pada saat melakukan transmisi data, baik dari node transmitter maupun dari node receiver.

2.2.2 Penyusunan Perangkat Lunak Node Transmitter

Tahap ini menjabarkan Penyusunan perangkat lunak di titik transmitter. Pada titik transmitter terdapat dua buah sensor yakni HC-SR04 dan load cell yang digunakan untuk mendapatkan data dari pengukuran tinggi dan massa tubuh seseorang. Diagram alir sensor 1

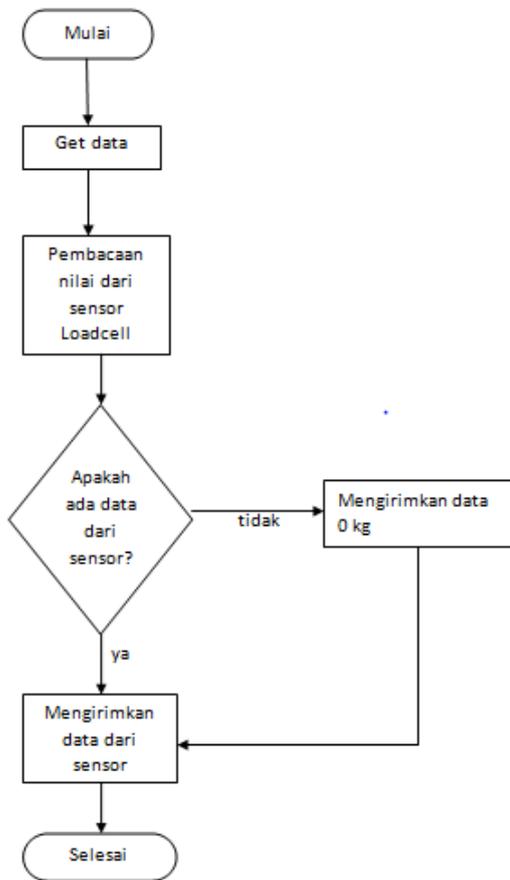
HC-SR04 ada pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir sensor 1 HC-SR04

Pada Gambar 5 di atas menunjukkan diagram alir sensor 1 ultrasonic HC-SR04. Seperti yang terlihat dalam diagram alir, modul nRF24L01 menerima data hasil pembacaan yang diperoleh sensor HC-SR04. Pada pembacaan data sensor dilakukan pengecekan apakah terdapat nilai dari sensor HC-SR04 atau tidak ada, jika tidak ada data dari sensor HC-SR04 maka secara otomatis akan mengirimkan nilai 200 cm ke modul nRF24L01, dan jika terdapat nilai dari sensor HC-SR04 maka akan mengirimkan data yang telah dibaca oleh sensor HC-SR04.

Penyusunan sensor 2 yaitu sensor loadcell. Berikut adalah diagram alir dari penyusunan sensor 2 yaitu sensor load cell. Diagram alir sensor 2 load cell ada pada Gambar 6.

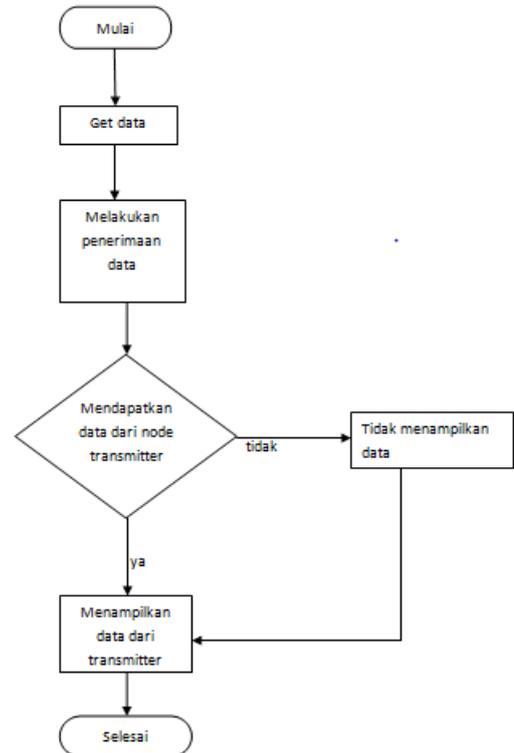


Gambar 6. Diagram alir sensor 2 load cell

Pada Gambar 6 di atas menunjukkan diagram alir hasil dari sensor 2 yakni sensor load cell. Pada gambar 5.7 menjelaskan yang pertama dilakukan adalah modul nRF24L01 menerima data dari sensor load cell. Pada pembacaan data terdapat pemeriksaan pada sensor load cell, apabila sensor Load cell tidak dapat membaca atau tidak memperoleh data dari pengukuran massa tubuh, maka akan secara otomatis akan mengirimkan nilai 0 kg, dan apabila sensor load cell memperoleh data dari pengukuran berat tubuh akan dikirimkan ke modul nRF24L01.

2.2.1 Penyusunan Perangkat Lunak Node Receiver

Pada penyusunan ini akan menjelaskan node receiver yang berfungsi dalam menerima data. Node receiver ini akan memperoleh data yang dikirimkan oleh node transmitter melalui modeul nRF24L01. Diagram alir dari node receiver ada pada Gambar 7.

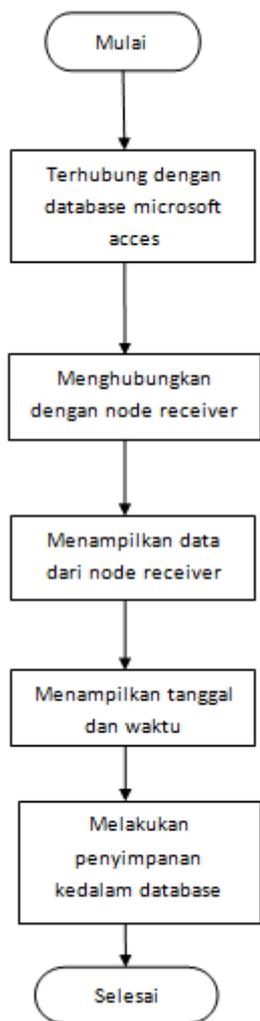


Gambar 7. Diagram alir penyusunan node receiver

Pada gambar 7 adalah gambar dari flowchart node receiver. Flowchart tersebut menjelaskan penerimaan data node receiver yang didapatkan dari node transmitter melalui modul nRF24L01. Apabila sensor tidak mengirimkan data atau node receiver tidak terhubung dengan node transmitter maka secara otomatis node receiver tidak dapat menampilkan data dari sensor. Dan apabila node receiver sudah terhubung dengan node sensor maka akan secara otomatis menampilkan data yang didapatkan dari sensor.

2.2.3 Penyusunan Penyimpanan Database

Pada penyusunan penyimpanan database akan menggunakan database dari microsoft acces yang kemudian dihubungkan dengan aplikasi Delphi. Pada aplikasi Delphi ini terdapat beberapa fungsi yaitu menampilkan data dari node receiver, menampilkan tanggal dan waktu, dan melakukan penyimpanan database kedalam Microsoft acces. Berikut adalah flowchart dari penyusunan penyimpanan database.



Gambar 8. Diagram alir penyusunan penyimpanan database

Pada gambar diagram alir 8 dapat dilihat bagaimana sistem menyimpan data dari node receiver kedalam database. Pertama akan melakukan penghubungan antara aplikasi Borland Delphi dengan database microsoft acces, kemudian aplikasi Borland Delphi juga terhubung dengan node receiver. Setelah terhubung dengan database microsoft acces dan node receiver maka data dari node receiver akan di tampilkan pada aplikasi Borland Delphi dan dapat melakukan penyimpanan ke dalam database microsoft acces.

2.3. Penerapan Sistem

Dalam tahap Penerapan sistem hendak dilakukan perwujudan dari perangkat yang telah dirancang beserta batasan-batasannya

2.3.1 Penerapan Pengukur Massa Tubuh dan Tinggi Tubuh

Pada penerapan pengukur massa tubuh dan tinggi tubuh ini akan disesuaikan dengan penyusunan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada penerapan pengukuran massa tubuh menggunakan potongan kayu yang telah disusun sedemikian rupa menjadi tempat dimana letak sensor load cell dapat bekerja. Sedangkan untuk penerapan pengukuran tinggi tubuh menggunakan pipa yang di susun sedemikian rupa agar sensor HC-SR04 dapat melakukan pengukuran tinggi tubuh seseorang.



Gambar 9. Penerapan pengukur massa tubuh dan tinggi tubuh

Pada gambar 9. Adalah hasil dari penerapan pengukur massa tubuh dan tinggi tubuh yang telah disusun beserta tata letak keseluruhan sistem yang telah dibuat. Dari gambar 9. Terdapat node transmitter yaitu dari sensor HC-SR04 dan sensor load cell yang dan juga node receiver yang telah terpasang.

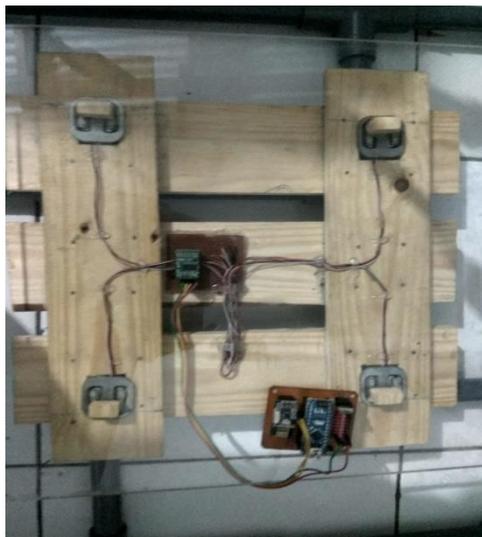
2.3.2 Penerapan Rangkaian Node Transmitter

Penerapan rangkaian node transmitter ini terdapat dua rangkaian sensor yaitu sensor HC-SR04 dan sensor load cell. Yang pertama adalah penerapan rangkaian sensor HC-SR04, dengan menyambungkan antara sensor HC-SR04, Arduino Nano, dan modul nRF24L01 dalam satu rangkain. Penerapan rangkaian node sensor HC-SR04 bisa dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. penerapan rangkaian sensor 1 (sensor HC-SR04)

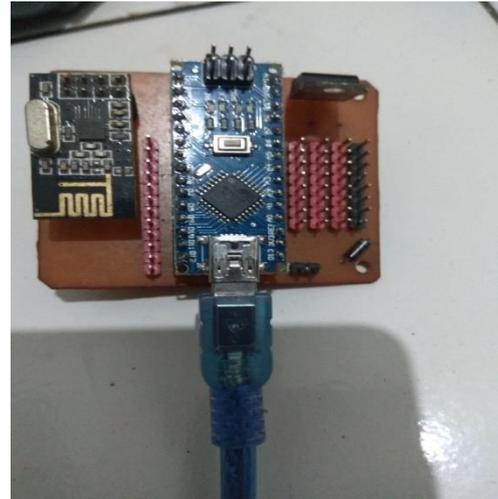
Sensor kedua adalah rangkaian penerapan dari sensor load cell dengan menghubungkan sensor load cell, arduino nano, dan modul nRF24L01 dalam satu rangkaian. Penerapan dari rangkaian sensor load cell dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Penerapan rangkaian sensor 2 (sensor load cell)

2.3.2 Penerapan Rangkaian Node Receiver

Penerapan rangkaian node receiver adalah menghubungkan antara pin modul nRF24L01 bersama pin yang berada pada Arduino Nano. Rangkaian node receiver ini bertujuan untuk mendapatkan datayang dikirimkan dari node sensor. Penerapan dari node receiver bisa terlihat dalam gambar 12.



Gambar 12. Penerapan rangkaian node receiver

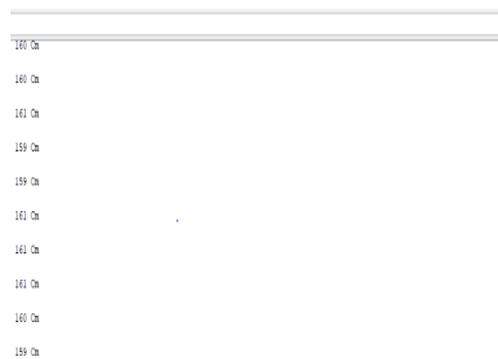
3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis ini bakal dilaksanakan penganalisisan dari sistem yang telah diterapkan. Apakah sistem mampu beroperasi seperti yang diekspektasikan. Pengujian akan dilakukan satu persatu agar anailisa dapat dilakukan dengan mudah dan dapat terlihat sistem mana yang tidak beralan sesuai yang telah dirancang. Berikut adalah pengujian yang perlu dilakukan:

1. Pengujian pengukuran massa tubuh dan pengukuran tinggi tubuh
2. Pengujiaan pengiriman data nRF24101
3. Pengujian penyimpanan *database*

3.1 Pengujian Pengukuran Tinggi Tubuh

Hasil dari pengujian ini adalah nilai tinggi tubuh yang dihasilkan dari sensor *ultrasonic* HC-SR04 dan meteran. Berikut merupakan hasil pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04.



Gambar 12. Pengujian tinggi tubuh menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04 pada serial monitor



Gambar 13. Pengujian tinggi tubuh menggunakan meteran

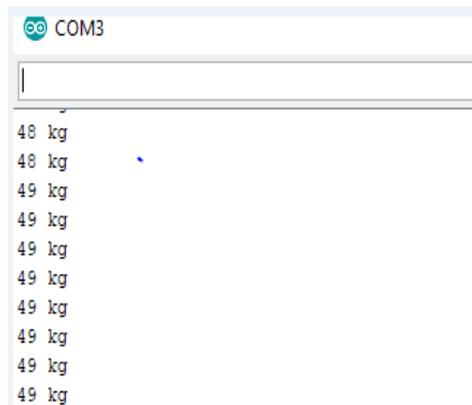
Tabel 6. Hasil pengujian sensor HC-SR04 dengan meteran

No	Sensor HC-SR04 (cm)	Meteran (cm)	Selisih Tinggi (cm)
1	160	160	0
2	160	160	0
3	161	160	1
4	159	160	1
5	159	160	1
6	161	160	1
7	161	160	1
8	161	160	1
9	160	160	0
10	159	160	1
Rata-rata			0.7 sentimeter

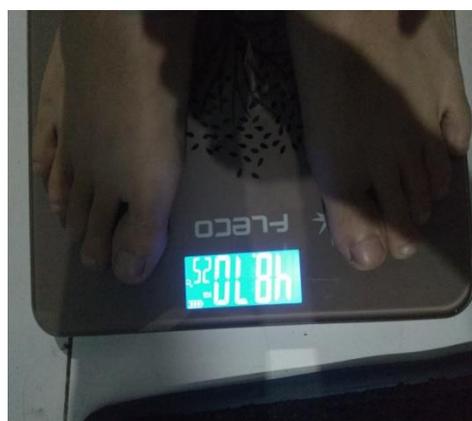
Berdasarkan hasil pengukuran tinggi tubuh menggunakan sensor ultrasonic HC-SR04 dan pengukuran tinggi tubuh dengan menggunakan meteran, hasil dari selisih dari kedua pengukuran tinggi tubuh menggunakan sensor HC-SR04 dan pengukuran tinggi tubuh menggunakan meteran yaitu sebesar 1 sentimeter dan rata-rata adalah 0.7 sentimeter.

3.2 Pengujian Pengukuran Massa Tubuh

Tujuan ini digunakan agar dapat menganalisis apakah sistem mampu dapat melakukan pengukuran massa tubuh seseorang sesuai rancangan dan penerapan sistem yang sudah dibuat sebelumnya.



Gambar 13. Pengujian massa tubuh menggunakan sensor load cell



Gambar 14. Pengujian massa tubuh menggunakan timbangan digital

Tabel 6. Hasil pengujian sensor load cell dengan timbangan digital

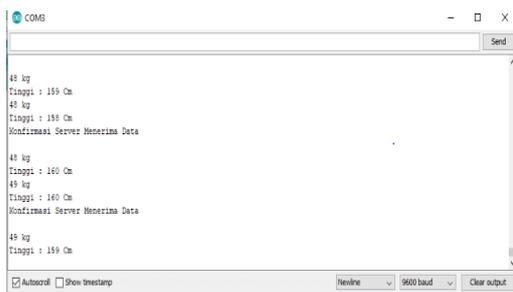
No	Sensor Loadcell	Timbangan digital	Selisih berat (kilogram)
1	48	48.70	0.30
2	48	48.70	0.30
3	49	48.70	0.30
4	49	48.70	0.30
5	49	48.70	0.30
6	49	48.70	0.30
7	49	48.70	0.30
8	49	48.70	0.30
9	49	48.70	0.30
10	49	48.70	0.30
Rata-rata			2.73

Berdasarkan hasil pengukuran massa tubuh ang telah dilakukan menggunakan sensor load cell dan juga menggunakan timbangan digital, hasil dari pengukuran massa tubuh menggunakan sensor load cell dengan timbangan digital selisih dari pengukuran massa tubuh adalah sebesar 0.30 kilogram dan rata-rata

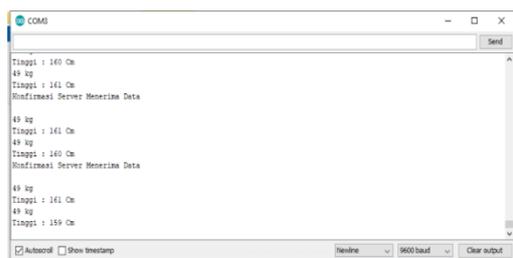
adalah 2.73 kilogram.

3.3 Pengujian Pengiriman Data Menggunakan Modul nRF24L01

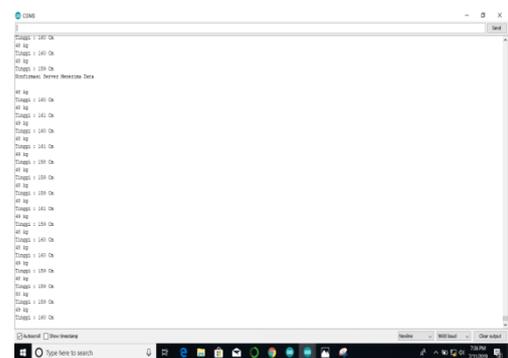
Hasil pengujian ini berupa data sensor yang terkirim menggunakan modul nRF24L01 dalam jarak tertentu, terbagi atas jarak 5, 10, 15, dan 17 meter. Hasil dari pengiriman data dapat dilihat pada Gambar 15 - 18.



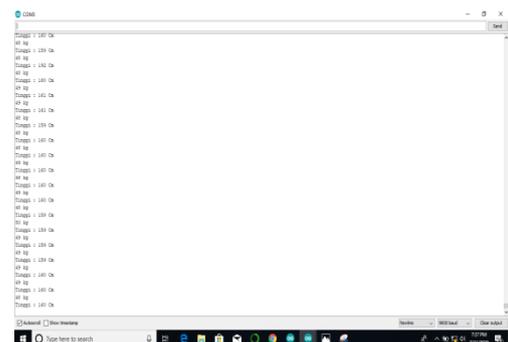
Gambar 15. Pengujian pengiriman data dalam jarak 5 meter



Gambar 16. Pengujian pengiriman data dalam jarak 10 meter



Gambar 17. Pengujian pengiriman data dalam jarak 15 meter



Gambar 18. Pengujian pengiriman data dalam jarak 17 meter

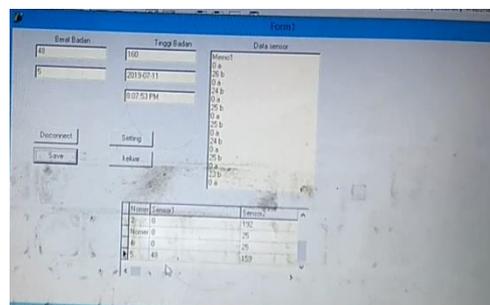
Tabel 7. Hasil pengujian pengiriman data

No	Jarak (meter)	Konfirmasi pengiriman data
1	5	Terkonfirmasi
2	10	Terkonfirmasi
3	15	Hanya satu kali terkonfirmasi
4	17	Tidak dapat terkonfirmasi

Hasil yang diperoleh dari beberapa pengujian yang telah dilaksanakan pada pengiriman data memanfaatkan nRF24L01 modul secara *wireless*, dapat dilihat bahwa pengiriman data dapat berjalan normal dan tanpa adanya gangguan antara node transmitter dengan node receiver berkisar 5 - 10 meter.

3.4 Pengujian Penyimpanan Database

Dari hasil pengujian ini akan didapatkan data simpanan dari sensor tinggi tubuh dan massa tubuh yang berada pada database microsoft acces yang telah dibuat. Berikut merupakan gambar dari hasil data yang telah tersimpan kedalam database yang telah dibuat menggunakan aplikasi Delphi dan sudah terhubung kedalam database microsoft acces.



Gambar 17. Pengujian penyimpanan database melalui aplikasi Borland Delphi

Tabel 7. Database Microsoft acces

Nomer	Sensor1	Sensor2	Tanggal	Waktu
1	sensor1	sensor2	2019-07-08	8:46:34 AM
10	48	158	2019-07-11	8:11:14 PM
11	48	160	2019-07-11	8:11:21 PM
12	48	161	2019-07-11	8:11:27 PM
13	48	161	2019-07-11	8:11:32 PM
14	48	160	2019-07-11	8:11:43 PM
15	48	160	2019-07-11	8:11:53 PM
16	0	192	2019-07-08	9:49:09 AM
17	0	160	2019-07-11	8:05:04 PM
18	48	159	2019-07-11	8:07:51 PM
19	48	159	2019-07-11	8:10:46 PM
20	48	160	2019-07-11	8:10:52 PM
21	48	1759	2019-07-11	8:10:59 PM

Dari hasil analisis pengujian ini, dapat dilihat sistem mampu melakukan penyimpanan data

hasil dari pengukuran tinggi tubuh dan massa tubuh melalui aplikasi Borland Delphi.

4. KESIMPULAN

Berlandaskan hasil Penyusunan, penerapan, pengujian dan analisis sistem yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa pembacaan nilai data oleh sensor ultrasonic HC-SR04 untuk pengukuran tinggi tubuh dibanding dengan pengukuran tinggi tubuh menggunakan meteran memiliki selisih nilai tinggi tubuh sebesar 0,1 sentimeter dengan rata-rata 0.7 sentimeter dari 10 kali pengukuran. Sedangkan pembacaan nilai data sensor load cell untuk pengukuran massatubuh dan pengukuran massa tubuh menggunakan timbangan digital memiliki selisih sebesar 0.30 kilogram dengan rata-rata 2.73 kilogram dari 10 kali pengukuran

Pengiriman data secara *wireless* menggunakan modul nRF24L01 dapat berjalan dengan normal apabila antara node transmitter dengan node receiver berjarak 5 - 10 meter.

Penyimpanan data menggunakan aplikasi Borland Delphi yang terhubung dengan *database* microsoft acces dapat terpenuhi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- (NCD-RisC), N. R. (2017). The Lancet. *Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults.*
- Caroline M. Apovian, M. a. (2012). Obesity and Cardiovascular Disease. *Circulation.*
- Frank Q. Nuttal, M. P. (2015). Obesity, BMI, and Health. *A Critical Review.*
- Iah F. Akyidiz, M. C. (2010). Communications and Networking. Dalam M. C. Iah F. Akyidiz, *Wireless Sensor Network.* John Wiley and Sons Ltd.
- Ismi Faizah, L. M. (2018). RESEARCH STUDY. *Analisis Perubahan Berat Badan, Indeks Massa Tubuh dan Persentase Lemak.*
- J.G. Rocha, J. C. (2000). Smart load cells: An industrial application. *Sensors and Actuators A Physical.*
- Jacek Piskorowski, T. B. (2008). Dynamic compensation of load cell response: A

time-varying approach. *Mechanical Systems and Signal Processing.*

- Muhammad Afdali, M. D. (2017). Perancangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino Uno. *jurnal ELKOMIKA.*
- Muhammad Risyat Nashrullah, R. P. (2018). Implementasi Wireless Sensor Network Pada Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.*
- Sascha Mäuselein, R. S. (2009). Investigations into the use of single-crystalline silicon as mechanical spring in load cells. *Measurement .*