

## Perancangan Alat Ukur Indeks Massa Tubuh (IMT) Digital Berbasis Mikrokontroler

Muhammad Fadil<sup>1\*</sup>, Thamrin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektronika Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang

\*Corresponding author e-mail : [mfadil1212a@gmail.com](mailto:mfadil1212a@gmail.com)

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan alat pengukur tinggi dan berat badan manusia secara digital yang terintegrasi dengan aplikasi komputer sebagai *data recorder* hasil pengukuran secara otomatis. Pembuatan alat ini menggunakan metode *reverse engineering*, yaitu suatu metode pengembangan sebuah produk tertentu yang dijadikan sebagai bahan acuan untuk menghasilkan sebuah produk baru dengan pengembangan pada komponen tertentu. Hasil pembuatan alat ini adalah terciptanya sebuah alat pengukur tinggi dan berat badan digital secara otomatis. Setelah membandingkan hasil pengukuran alat ini dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur konvensional maka diperoleh kinerja sistem dengan tingkat keberhasilan rata-rata pada pengukuran tinggi badan adalah 99,85 % dan rata-rata keberhasilan pada pengukuran berat badan adalah 99,77 %. Berdasarkan analisis hasil pengukuran ini dapat dinyatakan bahwa sistem pengukuran menggunakan alat ini bekerja dengan baik dan bisa diimplementasikan sebagaimana tujuan pembuatan alat ini.

**Kata Kunci:** Alat Ukur IMT, Loadcell, Ultrasonik.

### ABSTRACT

*The purpose of this research is to produce a digital height and weight measurement device that is integrated with a computer application as a measurement data recorder automatically. The making of this tool uses the reverse engineering method, which is a method of developing a particular product that is used as a reference material to produce a new product with the development of certain components. The result of making this tool is the creation of a digital height and weight measurement device automatically. After comparing the measurement results of this tool with the results of measurements using conventional measuring devices, the system performance is obtained with an average success rate on height measurement is 99.85% and the average success on weight measurement is 99.77%. Based on the analysis of the results of these measurements it can be stated that the measurement system using this tool works well and can be implemented as the purpose of making this tool.*

**Keywords:** IMT, Loadcell, Ultrasonic.

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, semakin banyak pekerjaan yang dulunya dilakukan oleh manusia kini digantikan oleh mesin-mesin yang bisa mempermudah aktifitas kerja manusia. Banyak peralatan yang tadinya digunakan secara manual kini digantikan dengan peralatan yang bekerja secara otomatis. Walaupun demikian, masih ada pekerjaan-pekerjaan manusia yang masih

dikerjakan secara manual atau belum dikembangkan secara otomatis, salah satu diantaranya adalah aktifitas dalam mengukur berat dan tinggi badan seseorang dimana jenis alat yang digunakan untuk mengukur tinggi dan berat badan masih dikerjakan secara manual.

Pengukuran tinggi dan berat badan pada umumnya masih dilakukan secara manual dan belum terintegrasi secara otomatis, pengukuran tinggi dan

berat menggunakan meteran dan timbangan pegas dan data hasil pengukuran dicatat secara manual pada lembaran kertas sehingga dalam prosesnya menjadi membutuhkan waktu yang lama karena terpisahnya alat ukur tinggi dan berat badan serta membutuhkan bantuan orang lain dalam melakukan pengukuran tinggi supaya akurat.

Untuk mengatasi kelemahan alat ukur konvensional tersebut maka dirancang alat pengukur tinggi dan berat badan serta indeks massa tubuh otomatis secara digital. Alat ini bekerja dengan menggunakan menggunakan mikrokontroler arduino sebagai pusat kontrol dan beberapa sensor-sensor elektronik, yaitu sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi dan sensor *loadcell* untuk mengukur berat, selanjutnya hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*) dan juga akan tersimpan dalam aplikasi komputer sebagai media *record* data hasil pengukuran. Alat ukur ini memberikan banyak kemudahan seperti pembacaan yang mudah dibaca, lebih cepat dalam prosesnya dimana orang yang akan diukur tinggi badannya, cukup berdiri tegak pada papan timbangan dan alat akan mulai bekerja, kemudian tinggi, berat badan serta nilai indeks massa tubuh (IMT) akan tampil di layar LCD, disertai dengan kriteria tubuh apakah ia termasuk ideal, kurus, gemuk atau obesitas dan jika pengukuran dilakukan untuk banyak orang seperti pada seleksi masuk TNI/POLRI, petugas tidak perlu lagi mencatat hasil pengukuran pada lembaran kertas karena pada alat ini juga dirancang agar dapat menyimpan hasil pengukuran kedalam komputer sehingga bisa mengurangi penggunaan pihak kedua dalam melakukan pembacaan alat ukur dan dalam mencatat hasil pengukuran.

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah salah satu indikator kadar relatif lemak tubuh seseorang, nilai IMT ini akan digunakan untuk menentukan kategori berat badan seseorang apakah ia kurus, ideal, gemuk, maupun obesitas[1]. Perhitungan nilai IMT adalah dengan membagi berat tubuh seseorang dalam satuan kilogram (Kg) dengan kuadrat dari tinggi tubuh mereka dalam satuan meter (m) [2], seperti yang ada pada persamaan berikut ini.

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi Badan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Batas ambang IMT untuk Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Batas Ambang IMT di Indonesia.

Jenis Kelamin	Kategori	Keterangan	IMT (Kg/m <sup>2</sup> )
Laki-laki	Kurus	Kekurangan berat badan	< 18
	Ideal	Berat badan normal	18 – 25

Perempuan	Gemuk	Kelebihan berat badan	>25 – 27
	Obesitas	Kelebihan berat badan tingkat berat	> 27
	Kurus	Kekurangan berat badan	< 17
	Ideal	Berat badan normal	17 – 23
	Gemuk	Kelebihan berat badan	>23 – 27
	Obesitas	Kelebihan berat badan tingkat berat	> 27

Sumber : Departemen Kesehatan RI. Pedoman praktis terapi gizi medis [3].

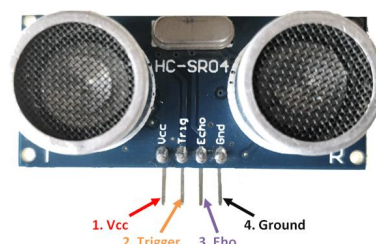
Perhitungan nilai IMT ini akan diolah dalam mikrokontroler arduino secara otomatis setelah diperolehnya berapa tinggi dan berat badan objek pengukuran. Mikrokontroler arduino adalah suatu *platform* elektronik yang sifatnya *open source* serta mudah dalam pengaplikasiannya[4]. Hal ini ditujukan agar siapapun dapat membuat proyek interaktif dengan mudah dan menarik.



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino Uno.

Arduino uno dilengkapi rangkaian papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega 328 yang memiliki *port input/output* digital, 6 *port output* untuk membangkitkan sinyal *pulse width modulation* (PWM) dan 6 *port* untuk *analog input*. Arduino uno R3 menggunakan kristal keramik 16 MHz, koneksi USB, soket adaptor sebagai *input* catu daya, *pin header* ICSP, dan sebuah tombol *reset*.

Proses pengukuran tinggi badan pada alat ini menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu yang ada di depannya[5].



Gambar 2. Bentuk Fisik Sensor Ultrasonik

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah dengan cara menseting *output trigger* minimal 10 us sinyal *high*, kemudian modul ultrasonik akan mengirimkan 8 kali sinyal frekuensi 40 Khz dan mendeteksi jika ada sinyal balik, jika ada sinyal balik yang diterima, maka durasi waktu dari *output high* adalah waktu dari pengiriman sinyal oleh sensor sampai waktu diterimanya sinyal balik tersebut setelah dipantulkan oleh suatu objek [4]. Sensor ini bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang ada didepannya dan juga bisa digunakan untuk mengukur jarak berdasarkan rumus.

$$S = \frac{v.t}{2} \quad (2)$$

dimana :

s = jarak sensor dengan objek bidang pantul(m)

v = kecepatan gelombang suara yaitu 344 m/s

t = waktu tempuh gelombang mulai dari pemancaran samapai di terima kembali setelah dipantulkan (s)

Pengukuran berat badan peserta yang melakukan pengukuran dengan diukur dengan bantuan sensor *loadcell*. *Loadcell* merupakan suatu sensor yang biasa digunakan pada timbangan digital yang mana sensor ini bekerja secara mekanis yang terdiri atas beberapa *straingauge* yang disusun sesuai rangkaian *wheatstone bridge*[6]. *Loadcell* memanfaatkan *strain gauge* sebagai pengindranya (sensor). *Strain gauge* adalah suatu transduser yang merubah suatu pergeseran mekanis menjadi perubahan tekanan, selanjutnya perubahan ini akan di ukur dengan prinsip rangkaian jembatan *wheatstone* dimana tegangan *output* akan dijadikan referensi beban yang di terima *loadcell* untuk selanjutnya diolah oleh rangkaian penguat HX711[6]. Perhatikan gambar 3 yang merupakan bentuk dari sensor berat *loadcell*.



Gambar 3. Sensor *Load Cell*

Karna tegangan *output* yang sangat kecil dari *loadcell*, maka tegangan akan diteruskan ke sebuah modul rangkaian penguat yang bernama HX711. Modul HX711 adalah modul khusus untuk menguatkan tegangan *output* dari sensor *loadcell* sebelum diteruskan ke arduino, modul ini memiliki prinsip kerja menguatkan tegangan *output* dari sensor *loadcell* dan kemudian mengkonversinya kedalam bentuk sinyal digital[6].



Gambar 4. Modul HX711

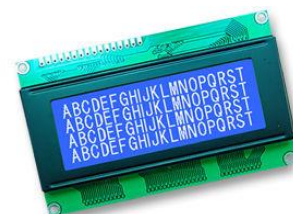
Pada alat ukur IMT ini pengukuran berat dibatasi pada berat maksimal 120 Kg dan minimalnya 30 Kg, jika berat badan objek yang diukur ternyata melebihi batas maksimal dari alat maka alarm peringatan akan berbunyi yang dikeluarkan oleh *buzzer*.

*Buzzer* adalah suatu komponen elektronika yang berguna untuk merubah sinyal listrik menjadi getaran suara[7].



Gambar 5. *Buzzer*

*Buzzer* ini digunakan sebagai indikator (alarm) peringatan. Selanjutnya data hasil pengukuran dalam alat ini akan ditampilkan pada aplikasi komputer yang dibuat menggunakan *software* visual studio dan juga sebuah layar LCD 20x4. LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan untuk media *display* atau penampil karakter angka hasil dari pengukuran.



Gambar 6. LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4

Keunggulan LCD ini adalah memiliki konsumsi arus yang kecil, sehingga alat atau sistem menjadi *portable*, ukuran modul yang proporsional, daya yang digunakan juga relatif kecil[8]. Pada tugas akhir ini LCD dibuat bisa bergerak secara vertikal menyesuaikan tinggi dari objek yang diukur dimana *box* LCD ini nantinya akan digerakan menggunakan motor DC.

Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip induksi magnetik[4]. Berdasarkan bentuk fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (*stator*) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (*rotor*) ditempati oleh rangkaian

jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat.

Untuk mempermudah pengontrolan motor DC dalam tugas akhir ini, motor DC dihubungkan pada sebuah *driver* khusus yang bekerja dengan prinsip rangkaian *H-Bridge*. Rangkaian *H-Bridge* ini bisa kita temukan pada modul *driver* motor dc L298N.



Gambar 7. Motor DC dan *Driver* L298N

L298N adalah *driver* motor ganda yang bekerja dengan prinsip rangkaian *H-bridge* yang memungkinkan kontrol kecepatan dan arah dua motor DC secara bersamaan.

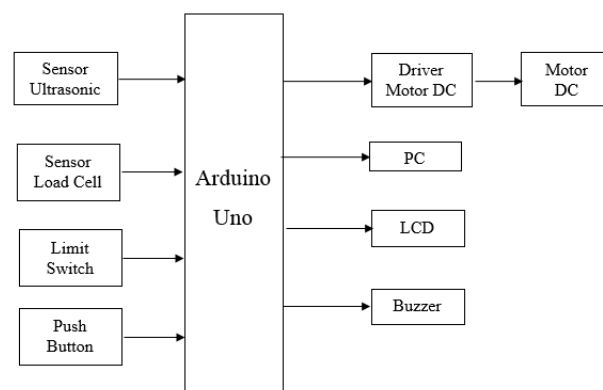
## II. METODE PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan alat ini menggunakan metode *reverse engineering*, yaitu suatu metode pengembangan sebuah produk tertentu yang dijadikan sebagai bahan acuan untuk menghasilkan sebuah produk baru dengan pengembangan pada komponen tertentu [9].

Perancangan alat merupakan tahap awal dalam melakukan pembuatan alat, menemukan suatu masalah dan mencari penyelesaian masalah tersebut dengan merujuk kepada spesifikasi alat, prinsip kerja dan batasan dari ruang lingkup kerjanya. Perancangan yang dilakukan terhadap alat dimulai dari perancangan hardware, perancangan software dan pengujian jalannya alat sesuai dengan prinsip kerja yang telah ditetapkan dalam perancangan.

### 1. Blok Diagram

Blok diagram dari alat pengukur tinggi dan berat badan berbasis mikrokontroler ini terdiri dari arduino uno R3, sensor *ultrasonic*, sensor *loadcell*, motor DC, modul HX711, *display* LCD, komputer dan *buzzer*. Berikut adalah diagram blok secara keseluruhan:



Gambar 8. Diagram Blok Alat Ukur IMT

Berikut fungsi dari masing-masing blok diagram diatas :

#### a. Sensor *Ultrasonic*

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi jarak antara ujung kepala manusia dengan sensor *ultrasonic* itu sendiri.

#### b. Sensor *Loadcell*

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi tekanan yang bersumber dari beban benda yang diletakkan diatasnya. *Loadcell* ini dilengkapi dengan modul HX711 sebagai penguat sinyal *Output* dari *loadcell* untuk seterusnya diteruskan ke arduino.

#### c. *Limit Switch* dan *Push Button*

*Limit switch* berguna untuk saklar pembatas pada pergerakan bidang pantul sensor *ultrasonic* sedangkan *push button* digunakan untuk pemilihan jenis kelamin sebelum melakukan pengukuran.

#### d. Arduino Uno R3

Berfungsi sebagai pusat kontrol dari semua perangkat yang digunakan. Data yang didapatkan dari sensor *ultrasonic* dan sensor *loadcell* akan diolah disini, untuk selanjutnya ditampilkan pada layar LCD.

#### e. *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menampilkan hasil dari keluaran mikrokontroler arduino uno secara *digital*, bisa berupa karakter, huruf, angka tergantung dari program yang dibuat dan di isikan didalamnya.

#### f. *Personal Computer* (PC)

Hasil pengukuran akan disimpan ke dalam sebuah *software* pengolah data pada komputer atau PC, menggunakan bantuan *software* visual studio untuk membuat *Windows Form* dan microsoft excel sebagai penyimpanan data hasil pengukuran.

#### g. *Driver Motor* dan Motor DC

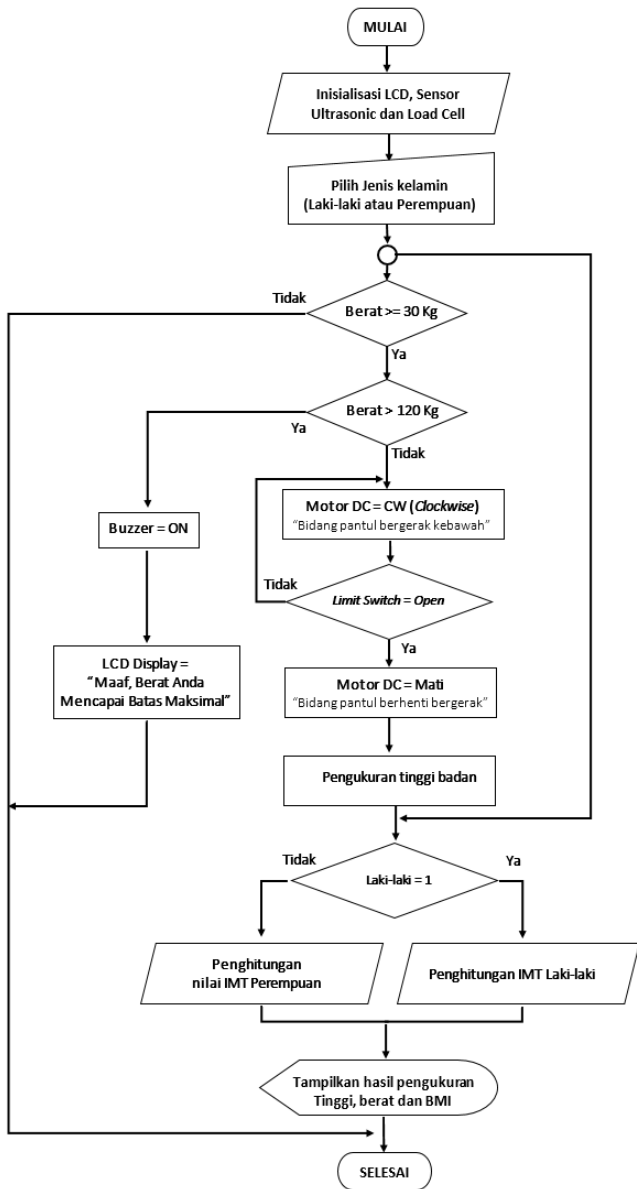
Motor DC digunakan untuk penggerak bidang pantul alat secara naik turun sampai pada posisi yang pas, yaitu tepat mengenai bagian atas kepala objek yang diukur, dan *driver* motor disini digunakan untuk pengontrolan arah putaran motor.

#### h. *Buzzer*

*Buzzer* berguna untuk memberikan suara tanda kalau alat sudah bisa digunakan pada saat pertama kali dinyalakan dan juga untuk memberi alarm peringatan jika berat badan yang terukur melebihi batas maksimal yaitu 120 Kg.

2. *Flowchart* Sistem

*Flowchart* digunakan untuk menggambarkan tiap-tiap langkah atau proses yang dilewati dalam penggunaan alat. Bentuk *Flowchart* sistem ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. *Flowchart* Sistem Alat Ukur IMT

3. Prinsip Kerja Alat

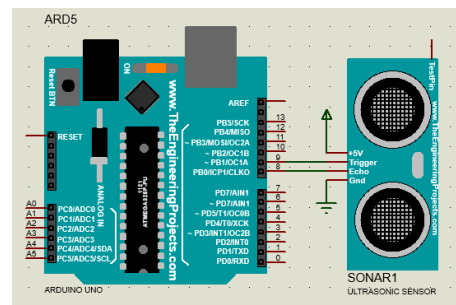
Berdasarkan sistem blok diagram dan *flowchart* sistem alat ukur IMT ini, maka dapat dinyatakan bahwa proses pengontrolan alat ukur tinggi dan berat digital ini dikontrol menggunakan mikrokontroler arduino uno R3. Sebagaimana yang terlihat pada *flowchart* sistem, peserta yang melakukan pengukuran pertama kali harus mamilih jenis kelamin melalui tombol yang telah disediakan, hal

ini berguna untuk menentukan penggunaan nilai ambang batas dari indeks massa tubuh yang mana jenis kelamin mempengaruhi nilai tersebut. Ketika alatnya bekerja, apabila *loadcell* mendeteksi berat diatas 120 Kg, maka alarm peringatan akan diberikan melalui *buzzer*, dan jika berat yang terukur berada dalam rentang 30 Kg – 120 Kg, maka arduino akan mengaktifkan motor DC yang akan berputar untuk menggerakkan bidang pantul sensor ultrasonik ke bawah yang mana pada bidang pantul ini dipasang *limit switch* yang berfungsi untuk memutus tegangan masuk ke motor DC, sehingga apabila *limit switch* yang awalnya berada pada kondisi *normaly close* akan *open* dan menghentikan putaran motor DC ketika bidang pantul mengenai kepala orang yang diukur. Ketika bidang pantul sudah tepat berada diatas kepala, sensor ultrasonik akan bekerja mengukur berapa jarak antara sensor dengan bidang pantul, lalu hasil pembacaan dari sensor-sensor ini akan diproses oleh arduino untuk memperoleh nilai dari berat dan tinggi objek yang diukur dalam satuan kilogram dan centimeter, hasil pengukuran ini akan ditampilkan pada sebuah layar LCD sekaligus akan dikirim ke PC melalui kabel USB untuk selanjutnya diproses kedalam sebuah *software* pengolah data menggunakan bantuan *software* visual studio.

4. Perancangan Skema Rangkaian Komponen Perangkat Keras

a. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik memiliki 4 pin, pin vcc, gnd, *trigger*, dan *echo*. Pin vcc digunakan untuk sumber tegangan yang terhubung ke pin vcc arduino dan pin gnd untuk *ground*-nya yang terhubung ke pin gnd arduino. Pin *trigger* untuk *output* sinyal dari sensor yang terhubung ke pin 9 arduino dan pin *echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda yang terhubung ke pin 8 arduino. Rangkaian sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 10.

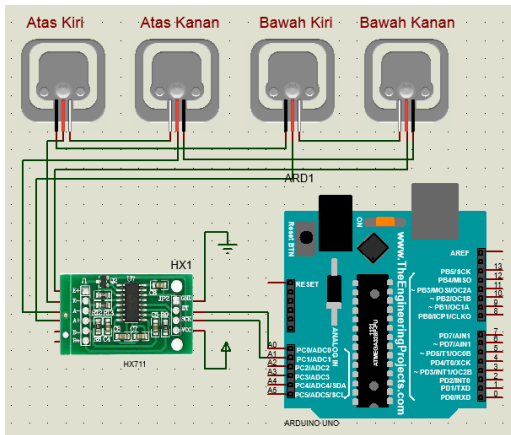


Gambar 10. Skema Rangkaian Sensor Ultrasonik dan Arduino

b. Konfigurasi Sensor *Load Cell* dan HX711

Sensor *loadcell* perlu dihubungkan ke sebuah modul penguat, yaitu modul HX711 karena perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sensor *loadcell* sangat kecil, yaitu hanya dalam ukuran

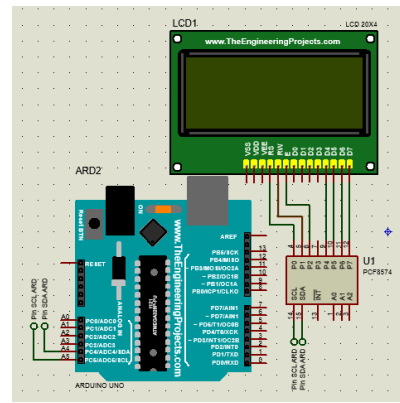
milivolt dan sinyalnya yang berupa sinyal analog, maka perlu ditambahkan sebuah rangkaian penguat serta rangkaian yang dapat mengubah sinyal analog menjadi digital untuk selanjutnya bisa diolah oleh mikrokontroler. Pada modul HX711, terdapat empat buah pin yang akan dihungkan ke arduino, yaitu pin VCC, GND, DT, dan SCK. Pin VCC dan GND dihungkan ke pin VCC dan GND arduino, pin DT dihubungkan ke pin 3 sedangkan pin SCK ke pin 2 arduino. Pada gambar 12 berikut adalah bentuk rangkaian dari sensor *loadcell*, HX711 dan arduino.



Gambar 11. Konfigurasi Sensor *Loadcell* dan HX711 dengan Arduino

c. LCD 2004 dan Modul I2C

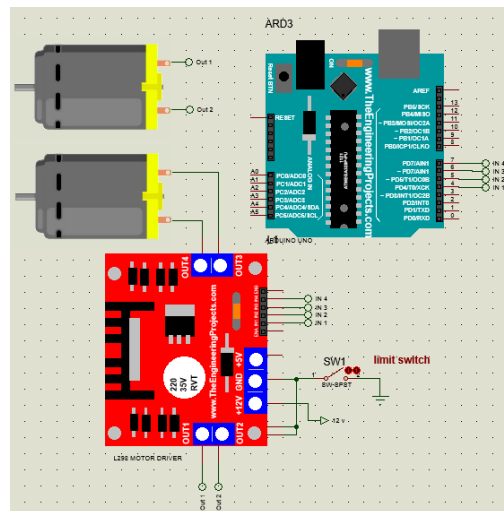
LCD memiliki banyak konfigurasi pin yang mesti dihubungkan ke pin arduino sehingga menyebabkan banyaknya pin arduino yang terpakai, maka untuk mengurangi penggunaan pin arduino oleh LCD, perlu untuk menambahkan sebuah modul khusus yang dirancang untuk *driver* dari LCD yaitu modul I2C. Sehingga dengan penggunaan modul ini, akan mengurangi penggunaan pin arduino oleh LCD yang awalnya bisa terpakai sebanyak delapan pin, jadi berkurang menjadi empat pin saja. Koneksi antara modul I2C ke arduino melalui empat buah pin yaitu pin VCC, GND, SCL dan SDA. Pin VCC dan GND pada modul I2C dihungkan ke VCC dan GND arduino, pin SCL ke pin analog A5 dari arduino dan pin SDA akan dihubungkan ke pin analog A4 dari arduino. Rangkaian antara LCD, modul I2C dan arduino dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Skema Rangkaian LCD dan Modul I2C Dengan Arduino

d. Motor DC dan *Driver* L298N

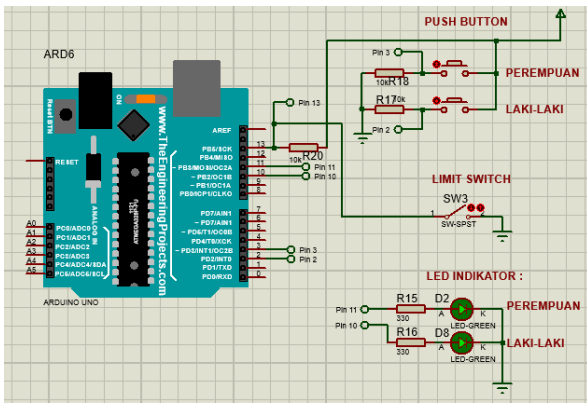
Pin *ground* dan pin VCC pada modul *driver* dihubungkan dengan sumber tegangan, kemudian pin IN1, IN2, IN3, IN4 pada modul *driver* dihubungkan ke pin digital arduino yaitu pada pin 4,5,6 dan pin 7 sebagaimana yang terlihat pada gambar 13.



Gambar 13. Skema Rangkaian Pengendali Motor DC dengan Arduino

e. *Push Button* dan *Limit Switch*

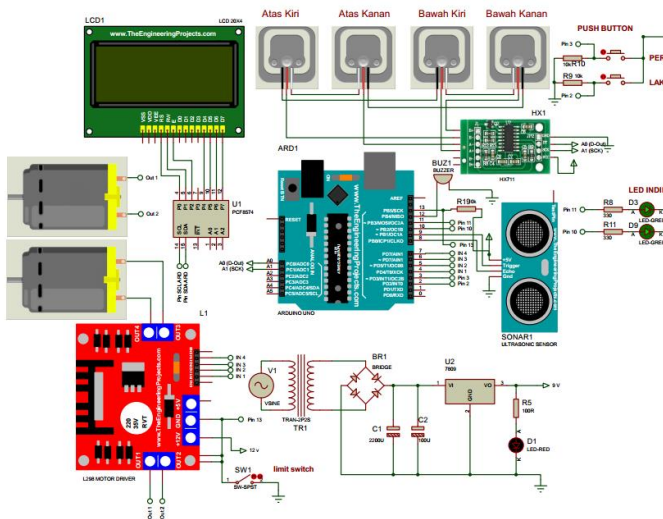
Penggunaan *limit switch* pada alat ini adalah sebagai saklar pembatas pada pergerakan vertikal papan bidang pantul yang digerakkan oleh motor DC, sedangkan *push button* digunakan untuk memilih jenis kelamin peserta yang melakukan pengukuran. *Push button* ini dihubungkan ke pin digital arduino, yaitu pin 2 dan 3 sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Skema Rangkaian *Limit Switch* dan *Push Button* ke Arduino.

5. Rancangan Rangkaian Keseluruhan Sistem

Perancangan skema rangkaian secara keseluruhan dalam satu rancangan berguna untuk melihat hubungan antara masing-masing komponen dengan arduino sebagai pusat kontrolnya. Perhatikan gambar 15 untuk skema rangkaian alat secara keseluruhan.



Gambar 15. Skema Rangkaian Keseluruhan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan hasil pembuatan alat dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat ukur IMT ini, apakah kinerja rangkaian sudah sesuai dengan tujuan yang diinginkan atau belum.

A. Hasil Pembuatan Alat

Hasil pembuatan alat didokumentasikan setelah alat dibuat berdasarkan perancangan. Hasil pembuatan alat ukur tinggi dan berat badan berbasis mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 16.

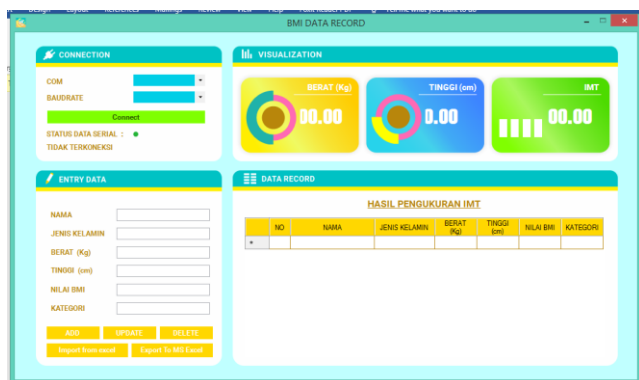


Gambar 16. Hasil Pembuatan Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan

Berdasarkan gambar 16, maka dapat dilihat semua komponen elektronik telah terpasang dengan baik, dimana pada nomor (1) adalah letak sensor ultrasonik, nomor (2) tempat motor dc, nomor (3) merupakan tempat LCD dan papan bidang pantul sensor ultrasonik, nomor (4) adalah *push button*, nomor (5) merupakan boks mikrokontroler yang berisikan arduino, catudaya dan driver motor L298N, kemudian pada nomor (6) terdapat papan tempat berdiri bagi manusia yang mana dibawahnya telah terpasang sensor *loadcell*.

B. Hasil Pembuatan Aplikasi Komputer untuk Recorder Data Pengukuran Alat Ukur IMT

Sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya bahwa alat ini terintegrasi dengan aplikasi *windows form* komputer melalui kabel USB sebagai media untuk *recording* data hasil pengukuran. Aplikasi *windows form* ini dibuat menggunakan software visual studio, hasil aplikasi windows pada alat ukur IMT ini dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Aplikasi *Data Recorder* Alat Ukur IMT Berbasis Windows

Fungsi aplikasi ini untuk menerima data hasil pengukuran alat ukur IMT, arduino akan mengirimkan data serial berupa jenis kelamin, berat, tinggi, nilai IMT dan ketegori berat badan pada saat proses pengukuran berlangsung, jadi data hasil pengukuran selain ditampilkan di layar LCD, juga di kirim ke komputer untuk selanjutnya diolah dan disimpan dalam file excel. Berikut bagian-bagian dari aplikasi *data recorder* alat ukur IMT ini :

a. *Connection*

Merupakan kolom koneksi antar aplikasi dengan arduino yang terpasang pada alat. Komunikasi aplikasi ini dengan alat ukur dihubungkan menggunakan kabel USB, jadi pada saat proses pengukuran operator akan dimintai untuk memilih *port COM* dan *baudrate* yang sesuai dengan arduino.

b. *Entry Data*

Ini adalah bagian dimana data serial yang dikirim dari arduino akan ditampilkan pada *textbox-textbox* sesuai dengan jenis data yang dikirim, misal data jenis kelamin akan masuk ke *textbox* jenis kelamin, data tinggi badan hasil pengukuran akan masuk ke *textbox* tinggi badan dan begitu seterusnya. Pada bagian ini dilengkapi dengan beberapa *button* yaitu :

1) *Button Add*

Berguna untuk menambahkan hasil pengukuran kedalam tabel yang telah disediakan

2) *Button Update*

Berguna untuk memperbarui data hasil pengukuran didalam tabel jika seandainya terjadi kesalahan dalam pengukuran pada salah satu peserta.

3) *Button Delete*

Berguna untuk menghapus satu baris data hasil pengukuran.

4) *Button Import From Excel*

Tombol ini digunakan untuk memasukkan file yang telah ada pada excel kedalam tabel *data record*.

5) *Button Export to MS Excel*

Berguna untuk menyimpan hasil pengukuran kedalam file excel.

c. *Visualization*

Kolom ini berguna untuk memvisualisasikan pembacaan alat ukur berupa *progress bar* yang akan menampilkan nilai tinggi, berat, nilai IMT dan kategori tubuh peserta.

d. *Data Record*

Pada kolom ini berisi sebuah tabel tempat dimana hasil pengukuran akan dilist sementara sebelum di *export* ke file excel, setiap data yang ditambahkan melalui tombol “Add” akan terdaftar pada tabel ini. Pada gambar 18 dapat dilihat hasil akhir dari *record* data pengukuran alat dalam bentuk file excel.

	A	B	C	D	E	F	G	
1		Hasil Pengukuran IMT (Tanggal 1 Nov 2019)						
2								
3		NO	NAMA	JENIS KELAMIN	BERAT (Kg)	TINGGI (cm)	NILAI BMI	KATEGORI
4	1	Ari Harianto	Laki-laki	60,05	166,30	21,71	Ideal	
5	2	Lena Susianti	Perempuan	48,53	153,09	20,71	Ideal	
6	3	Mamal Daputra	Laki-laki	67,90	169,66	23,59	Ideal	
7	4	Mhd. Ikbarr	Laki-laki	69,11	155,43	28,61	Obesitas	
8	5	Mila Sri Devi	Perempuan	53,89	149,75	24,03	Gemuk	
9	6	Muhammad Doni	Laki-laki	47,92	162,52	18,14	Ideal	
10	7	Muhammad Fadil	Laki-laki	59,85	173,30	19,93	Ideal	
11	8	Ridho Saputra	Laki-laki	47,67	158,15	19,06	Ideal	
12	9	Sandi Putra Effendy	Laki-laki	37,61	156,43	15,37	Kurus	
13	10	Windi Oktaviana	Perempuan	48,99	148,41	22,24	Ideal	

Gambar 18. Hasil *Record* Aplikasi Alat Ukur IMT

C. *Prosedur Penggunaan Alat*

Prosedur yang perlu dilakukan dalam pemakaian alat ukur ini adalah :

1. Hubungkan alat ke sumber tegangan listrik 220 V dan hidupkan alat melalui saklar.
2. Selanjutnya tunggu beberapa saat sampai alat ukur IMT siap digunakan. Pastikan tidak ada beban atau benda eksternal yang berada pada papan timbangan tempat berdiri, karna itu akan mempengaruhi proses kalibrasi timbangan pada saat pertama kali dihidupkan.
3. Nyalakan laptop lalu koneksikan dengan alat menggunakan kabel USB dan buka aplikasi *data record*.
4. Peserta yang akan melakukan pengujian memilih jenis kelamin melalui dua tombol yang tersedia dan selanjutnya berdiri pada papan timbangan.
5. Sistem akan mulai bekerja, motor dc akan berputar menggerakkan *box* LCD kebawah sampai papan bidang pantul sensor ultrasonik mengenai kepala peserta.
6. Layar LCD akan menampilkan data hasil pengukuran berupa tinggi, berat, IMT jenis kelamin dan kategori berat badan peserta.
7. Tunggu beberapa saat sampai proses pengukuran selesai.
8. Operator alat ukur memasukkan data pengukuran ke aplikasi dengan mengklik tombol “Add”.



9. Peserta yang akan melakukan pengujian turun dari alat.
10. Biarkan motor dc berputar sampai *box* LCD kembali ke atas ke posisi semula.
11. Proses pengukuran selesai.

#### D. Pembahasan

Data penelitian yang terkumpul adalah berupa data tinggi, berat, nilai IMT dan kategori berat badan yang selanjutnya diolah untuk mendapatkan hasil penelitian, proses pengambilan data pada sistem pengukuran dengan alat ini menggunakan 10 sampel dan dengan melakukan pengujian 10 kali pada setiap sampel untuk diambil rata-rata hasil pengukurannya. Setelah diperoleh data dari pengujian, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data tersebut dan melakukan perhitungan analisis nilai persentase (%) keberhasilan dan persentase (%) kesalahan (*Error*) pada hasil pengukuran alat ukur IMT terhadap hasil pengukuran dengan alat ukur manual yang jadi acuan. Perhitungan persentase kesalahan dan keberhasilan diperoleh dari persamaan berikut ini.

$$\text{Selisih Pengukuran (SP)} = PM - PA \quad (3)$$

$$\text{Persentase Error (PE)} = \frac{SP}{PM} \times 100 \% \quad (4)$$

$$\text{Persentase Keberhasilan} = 100 \% - PE \quad (5)$$

Dimana :

- Selisih pengukuran (SP) adalah perbedaan hasil pengukuran antara alat ukur konvensional dengan alat ukur IMT yang dibuat.
- Pengukuran manual (PM) adalah hasil pengukuran manual menggunakan alat ukur pembanding, dalam hal ini berupa meteran untuk pengukuran tinggi dan timbangan digital pabrikan untuk mengukur berat.
- Pengukuran alat (PA) adalah hasil pengukuran menggunakan alat ukur IMT.
- Persentase *error* (PE) adalah besar persentase kesalahan atau *error* yang terjadi pada hasil pengukuran alat ukur IMT.
- Persentase keberhasilan (PK) adalah besar persentase keberhasilan pengukuran atau persentase kesamaan hasil pengukuran antara alat ukur IMT dengan alat ukur acuan.

#### 1. Pengujian Pengukur Tinggi Badan

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran tinggi badan menggunakan alat ukur IMT terhadap pengukuran tinggi badan secara konvensional menggunakan sebuah meteran. Dalam pengujian ini data yang

diperoleh akan di bandingkan selisih antara hasil pengukuran tinggi secara manual (meteran) dengan nilai rata-rata hasil pengukuran menggunakan alat ukur IMT yang dibuat. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Alat Ukur IMT dengan Meteran

Objek	Pengukuran dengan Meteran (cm)	Hasil Pengukuran dengan Alat (cm)	Selisih Pengukuran (cm)	Persentase Error (%)	Persentase Keberhasilan (%)
I	166,5	166,30	0,20	0,12	99,88
II	152,9	153,09	0,19	0,13	99,87
III	169,5	169,66	0,16	0,09	99,91
IV	155,7	155,43	0,27	0,17	99,83
V	149,5	149,75	0,25	0,17	99,83
VI	162,5	162,52	0,02	0,01	99,99
VII	173,5	173,30	0,20	0,12	99,88
VIII	158,2	158,15	0,05	0,03	99,97
IX	157,5	156,43	1,07	0,68	99,32
X	148,4	148,41	0,01	0,01	99,99
Rata - rata			0,11 cm	0,15 %	99,85 %

#### 2. Pengujian Pengukur Berat Badan

Adapun pengujian sistem pengukur berat badan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan timbangan digital pabrikan dengan hasil pengukuran berat badan menggunakan alat ukur IMT. Perbandingan kedua hasil pengukuran berat badan tersebut ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengukuran Berat Badan Menggunakan Alat Ukur IMT dengan Timbangan.

Objek	Pengukuran dengan Timbangan Digital (Kg)	Pengukuran dengan Alat Ukur IMT (Kg)	Selisih Pengukuran (Kg)	Persentase Error (%)	Persentase Keberhasilan (%)
I	59,7	60,05	0,35	0,58	99,42
II	48,3	48,53	0,23	0,48	99,52
III	67,8	67,90	0,10	0,14	99,86
IV	69,1	69,11	0,01	0,02	99,98
V	53,8	53,89	0,09	0,17	99,83
VI	47,9	47,92	0,02	0,05	99,95
VII	59,9	59,85	0,05	0,08	99,92
VIII	47,8	47,67	0,13	0,28	99,72
IX	37,5	37,61	0,11	0,30	99,70
X	48,9	48,99	0,09	0,18	99,82
Rata - rata			0,08 Kg	0,23 %	99,77 %

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada pengukuran yang ditunjukkan pada tabel 2 dan tabel 3, maka diperoleh kinerja sistem yakni tingkat keberhasilan rata-rata pada pengukuran tinggi badan adalah 99,85 % dan tingkat kesalahan rata-ratanya sebesar 0,15 %. Tingkat keberhasilan rata-rata pada pengukuran berat badan adalah 99,77 % dan tingkat kesalahan rata-ratanya sebesar 0,23 %, selanjutnya sistem slider vertikal *box* LCD yang digerakkan oleh motor DC sudah bekerja dengan baik, begitu juga

tingkat keberhasilan penampilan *output* LCD adalah 100 % alias bekerja tepat sesuai program. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa sistem pengukuran tinggi badan telah bekerja dengan baik, sistem pengukuran berat badan juga telah bekerja dengan baik, dan sistem penampil LCD juga telah bekerja sangat baik. Sehingga alat ukur digital untuk tinggi badan dan berat badan yang dirancang dan direalisasikan ini dapat dinyatakan telah bekerja dengan baik.

### 3. Pengujian Aplikasi Record Data Alat Ukur IMT

Sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya bahwa pada alat ini dilengkapi dengan aplikasi berbasis windows yang berguna untuk mencatat atau *record data* hasil pengukuran alat ukur IMT ini, tujuannya adalah untuk mempermudah pekerjaan operator alat dalam mencatat hasil pengukuran dari masing-masing peserta pengukuran. Aplikasi atau *windows form data record* ini dibuat menggunakan *software* visual studio dengan menggunakan bahasa visual basic. Sebelum menggunakan aplikasi ini operator harus mengkoneksikan alat ukur IMT dengan komputer menggunakan kabel USB melalui port yang telah disediakan. Perhatikan gambar 19 untuk melihat bentuk tampilan aplikasi *recorder* datanya.



Gambar 19. Aplikasi *Data Recorder* Alat Ukur IMT Berbasis Windows

Berdasarkan pengujian alat ukur IMT yang telah terkoneksi dengan aplikasi *data record* ini maka dapat dinyatakan bahwa proses pengiriman data pengukuran keaplikasinya sudah berjalan dengan baik dan tidak ada perbedaan data yang terjadi antara tampilan pada layar LCD dengan data yang ada pada aplikasi.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan alat ukur tinggi dan berat badan serta indeks massa tubuh ini dapat diambil kesimpulan berikut:

A. Dihasilkannya sebuah alat digital untuk mengukur tinggi dan berat badan manusia secara otomatis, yang mana setelah melakukan

pengukuran pada beberapa sampel dan melakukan perbandingan hasil pengukuran antara alat yang dibuat dengan alat ukur konvensional, diperoleh nilai rata-rata keberhasilan pengukuran tinggi badan menggunakan alat ukur IMT ini adalah 99,85 % dan rata-rata keberhasilan pada pengukuran berat badan adalah 99,77 %. Rata-rata *error* pada saat melakukan pengukuran tinggi badan adalah 0,15 % sedangkan rata-rata *error* pengukuran berat adalah 0,23 %.

B. Dihasilkannya sebuah aplikasi komputer berbasis *windows* untuk mempermudah proses *recording* data hasil pengukuran yang terkoneksi ke alat ukur IMT melalui kabel USB. Data hasil *record* oleh aplikasi ini terdiri atas kolom nomor, nama, tinggi badan, berat badan, nilai IMT dan kategori tubuh (kurus, ideal, gemuk dan obesitas) yang tersimpan dalam file excel.

## V. SARAN

Berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama perancangan dan pembuatan alat ini, ada beberapa kendala yang dihadapi dan disini akan disampaikan beberapa saran yang mungkin bermanfaat untuk pengembangan dan penyempurnaan rancangan alat ini selanjutnya.

- Alat ini masih menggunakan kabel USB untuk komunikasi serial dengan komputer, di harapkan kedepannya bisa menggunakan sistem wireless.
- Output* pengukuran pada alat ini hanya ditampilkan pada layar LCD dan komputer saja, kedepannya diharapkan bisa dibuat *output* berupa lembaran kertas atau struk terprint yang berisikan hasil pengukuran alat.
- Motor DC yang digunakan hanya motor DC jenis *gearbox* biasa yang terasa kurang kuat untuk menggerakkan *box* LCD secara vertikal, diharapkan kedepannya menggunakan motor yang lebih besar dan yang memiliki torsi yang lebih kuat agar proses *slide* vertikal *box* LCD bisa berjalan dengan lancar.
- Pada pembacaan tinggi oleh sensor ultrasonik jenis HC-SR04 masih memiliki sedikit kesalahan dalam pembacaan yaitu dalam satuan milimeter, pada proyek-proyek sejenis kedepannya coba gunakan sensor jarak yang memiliki kualitas lebih baik dari sensor HC-SR04 ini, misalnya menggunakan sensor ultrasonik jenis SRF04.
- Mekanik alat secara keseluruhan sudah bagus, namun pada posisi dudukan alat atau kaki alat perlu dibuat lebih kokoh lagi agar alat tidak

goyang-goyang pada saat pengukuran berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dirman Nurlette and Toni Kusuma Wijaya, "Perancangan Alat Pengukur Tinggi Dan Berat Badan Ideal Berbasis Arduino," *Sigma Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 172–184, 2018.
- [2] Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, "Riset Kesehatan Dasar." Jakarta, pp. 1–268, 2013.
- [3] Kementerian Kesehatan RI, "Status Gizi." [Online]. Available: <https://www.depkes.go.id/index.php?txtKeyword=status+gizi&act=search-by-map&pgnumber=0&charindex=&strucid=1280&fullcontent=1&C-ALL=1>. [Accessed: 24-Jun-2019].
- [4] Mochamad Fajar Wicaksono and Hidayat, *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Informatika, 2017.
- [5] Shokhibul Kahfi, Achmad Solichan, and Aris Kiswanto, "Alat Ukur Tinggi Dan Massa Badan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535," *Media Elektr.*, vol. 8, no. 1, pp. 35–45, 2015.
- [6] Rudi Nuryanto, "Pengukur Berat Dan Tinggi Badan Ideal Berbasis Arduino," pp. 1–15, 2016.
- [7] Riny Sulistyowati and Dedi Dwi Febriantoro, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *J. IPTEK*, vol. 16, no. 1, pp. 24–32, 2012.
- [8] Lucky Kurniawan and Sri Waluyanti, "'MEDCA' Alat Pengukur BMI (*Body Mass Index*) Dan BMR (*Basal Metabolic Rate*) Dengan *Coin Acceptor* Sebagai Syarat Untuk Pemakaian," *E-JPTE (Jurnal Elektron. Pendidik. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 4, pp. 1–10, 2017.
- [9] Dwi Basuki Wibowo, "Memahami *Reverse Engineering* Melalui Pembongkaran Produk Di Program S-1 Teknik Mesin," *TRAKSI*, vol. 4, no. 1, 2006.