



**APLIKASI ALAT UKUR TUBUH DIGITAL MENGGUNAKAN METODE
FUZZY LOGIC UNTUK MENENTUKAN KONDISI IDEAL BADAN
DENGAN TAMPILAN LCD DAN *OUTPUT* SUARA
UNTUK TUNANETRA**

SKRIPSI

**Oleh
Norma Erlita
NIM 111910201066**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan jurnal yang diteliti yang berjudul “Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Digital Berbasis Mikrokontroler” telah melakukan penelitian terlebih dahulu melakukan pengukuran berat dan tinggi badan secara digital. Pada jurnal tersebut membahas bagaimana mengukur berat dan tinggi badan secara otomatis sehingga tidak memerlukan tenaga operator yang bertugas melakukan pengukuran pada tinggi badan tersebut. (Rizki Mulia : 2012)

Penelitian yang dilakukan jurnal tersebut hanya menggunakan keluaran berupa LCD saja, sedangkan pada masukannya berupa tinggi dan berat badan. Percobaan yang dilakukan adalah menguji berat dan tinggi badan secara otomatis. Dari hasil percobaan pada jurnal yang diteliti menyatakan pengukuran tinggi digunakan sensor jarak dan untuk pengukuran berat digunakan sensor berat dengan batas ukur tinggi 200 cm dan berat 100 kg. (Rizki Mulia : 2012)

Kemudian penelitian pada jurnal mahasiswa “ Alat Ukur Multifungsi Bagi Penyandang Tunanetra” telah melakukan penelitian pengukuran berat, tinggi badan dan temperature dengan *output* suara. Pada jurnal tersebut menggunakan mikrokontroler Bs2p40 sebagai pengendaliannya. Alat ukur yang tersebar di masyarakat kebanyakan dirancang untuk orang yang memiliki kondisi fisik normal, dengan alasan ini muncul ide untuk merancang dan membuat alat ukur multi fungsi yang dapat dipergunakan untuk semua kalangan baik yang memiliki kondisi fisik yang sempurna maupun kalangan yang kurang sempurna contohnya tunanetra tanpa harus dibantu oleh orang lain yang memiliki kondisi yang lebih sempurna. Pembuatan alat ukur multi fungsi (tinggi, berat dan suhu badan) ini memanfaatkan alat-alat elektronik antara lain untuk mengukur tinggi badan menggunakan sensor ping, untuk mengukur berat badan memanfaatkan timbangan badan yang digital, untuk mengukur suhu badan menggunakan SHT 75, ADC untuk mengubah data analog menjadi digital, mikrokontroler BS2P40 sebagai

pengontrol kerja komponen lain dan pengolah data yang diterima dari setiap alat ukur dan *Modul Embedded MP3 Module TDB380* sebagai komponen elektronik yang mengolah data pada mikrokontroler menjadi suara, dan memanfaatkan *speaker* untuk media keluarannya yaitu suara. Sehingga memudahkan bagi penyandang tunanetra untuk mengetahui berapa tinggi badan dan berat badan tanpa perlu meminta bantuan orang lain untuk membacakannya. (Agus Mulyana : 2013)

Menurut Supriasa (2001 : 60), dalam laporan FAO/WHO/UNU tahun 1985 bahwa batasan berat badan normal orang dewasa ditentukan berdasarkan nilai Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Prediktor yang digunakan dalam penentuan status gizi menggunakan parameter IMT adalah berat badan dan tinggi badan.

Status gizi merupakan deskripsi keseimbangan antara asupan zat gizi dengan kebutuhan tubuh secara individual. Cukup konsumsi cenderung status gizi baik dan kurang konsumsi besar kemungkinan akan kurang gizi. Hal ini karena status gizi dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu konsumsi makanan, pendidikan orang tua, pendapatan orang tua, dan kesadaran orang tua tentang pentingnya masalah gizi. Akan tetapi, faktor konsumsi makanan adalah faktor yang dominan. Dalam penentuan status gizi dengan parameter Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan logika fuzzy, variabel *input* dibagi menjadi dua yaitu variabel berat dan tinggi badan. Serta satu variabel *output*, yaitu variabel nilai gizi. Variabel nilai gizi ini dibentuk berdasarkan klasifikasi indeks massa tubuh (IMT).

Logika *fuzzy* merupakan logika yang mempunyai konsep kebenaran sebagian, dimana logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Sedangkan logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam nilai kebenaran 0 atau 1. Secara teori sudah ada cara untuk menghitung nilai gizi dan menentukan status gizi berdasarkan IMT. Namun perhitungan dan penentuan status gizi tersebut menggunakan himpunan tegas. Metode yang dapat digunakan

dalam pengaplikasian logika fuzzy dalam penentuan gizi adalah metode Mamdani, metode Tsukamoto, dan metode Takagi Sugeno.

Sistem inferensi *fuzzy* Metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode *Min-Max*, yaitu dengan mencari nilai minimum dari setiap aturan dan nilai maksimum dari gabungan konsekuensi setiap aturan tersebut. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975. Metode Mamdani cocok digunakan apabila *input* diterima dari manusia bukan mesin. Metode ini juga lebih diterima oleh banyak pihak dari pada metode Tsukamoto dan Takagi Sugeno. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti aplikasi Metode Mamdani dalam penentuan status gizi dengan mengambil judul “Aplikasi Metode Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Menggunakan Logika *Fuzzy*”. (Yogawati Wulandari: 2011)

Dalam pembuatan sistem aplikasi ditemukan banyak hal yang dapat dikembangkan. Kondisi ideal tubuh dan *output* suara merupakan persoalan tersendiri dari pengembangan alat tersebut. Hal ini menarik untuk dikembangkan lebih lanjut dari jurnal yang diteliti tersebut. Pada jurnal membahas berat dan tinggi badan yang akan ditampilkan pada LCD. Pada penelitian ini akan membahas tentang berat dan tinggi badan yang akan ditampilkan pada LCD dan kondisi ideal badan seseorang serta penambahan sensor suara yang dimanfaatkan bagi penyandang tunanetra.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka masalah-masalah yang akan di bahas dalam makalah ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang aplikasi alat ukur tubuh digital berbasis arduino menggunakan metode *fuzzy logic* untuk menentukan kondisi ideal badan dengan tampilan LCD dan *output* suara untuk tunanetra dan membuat *software* arduino pada timbangan elektronik.
2. Bagaimana cara menampilkan berat dan tinggi badan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) serta menampilkan kondisi ideal badan.

3. Bagaimana aplikasi metode Mamdani dalam logika fuzzy untuk menentukan status gizi?

1.3 Batasan Masalah

1. Variabel dalam penentuan status gizi berdasarkan IMT meliputi, berat badan, tinggi badan, dan kondisi ideal.
2. Permasalahan yang akan dibahas adalah tentang metode Mamdani untuk menentukan status gizi seseorang berdasarkan IMT.
3. Variabel nilai gizi terdiri atas lima bahasa linguistik, yaitu sangat kurus, kurus, normal, gemuk, dan sangat gemuk.
4. *Hardware* meliputi rangkaian minimum mikrokontroler arduino, rangkaian penampil menggunakan LCD 16x2. *Software* adalah program yang digunakan bahasa C untuk mengendalikan sistem yang telah dibuat.
5. Batas pengukuran berat badan <50 kg dan tinggi badan <180 cm.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang tersebut di atas, maka tujuan penulisan makalah ini yaitu:

1. Perancangan aplikasi alat dan *software* yang mampu menampilkan berat dan tinggi badan yang ditimbang pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*) dengan menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pengendali.
2. Terbentuknya *software* untuk proses pemasukan kode kemudian ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) dan disimpan pada mikrokontroler arduino.
3. Mengaplikasikan metode Mamdani dalam logika fuzzy untuk menentukan kondisi ideal badan dalam rancangan alat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Ping Ultrasonic

Sensor Ping merupakan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz dan kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari sensor ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya bervariasi dari 115 us sampai 18,5 ms. Pada dasarnya, Ping terdiri dari sebuah *chip* pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikrofon ultrasonik. *Speaker* ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara, sementara mikrofon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. (Rizki Mulia : 2012)

Parallax PING ultrasonic rang finder merupakan sebuah sensor pengukur jarak tanpa kontak langsung dengan kemampuan jarak ukur 2 cm sampai 3 m. Sensor ini hanya memerlukan 1 pin I/O dari mikrokontroler untuk mengontrolnya.



Gambar 2.1 bentuk fisik sensor *ping ultrasonic*
(Sumber dari jurnal Rizki Mulia AMIK GI MDP)

2.2 Arduino

Arduino uno adalah pengendali mikro *single-board* mikrokontroler berbasis ATMEGA328 (*datasheet*) yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai

bidang. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator Kristal, koneksi USB, jack *power*, ICSP *header*, dan tombol *reset* pengendali mikro *single-board Hardware* memiliki prosesor Atmel AVR dan *software* memiliki bahasa pemrograman sendiri. Nama “*Uno*” berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. *Uno* adalah yang terbaru dalam serangkaian *board* USB arduino, dan sebagai model referensi untuk *plat form* Arduino. (Rizki Mulia : 2012)

Pada *hardware* arduino terdiri dari 20 pin yang meliputi:

- a. 14 pin IO digital (pin 0–13)

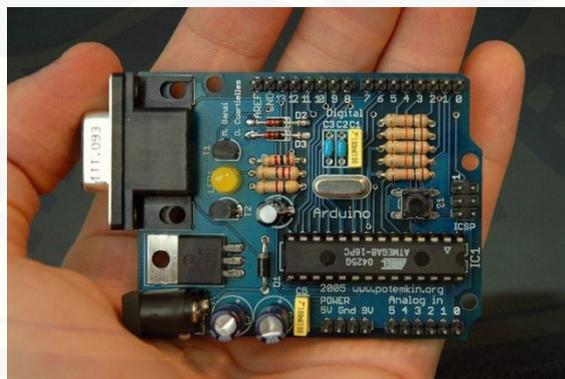
Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.

- b. 6 pin *input* analog (pin 0–5)

Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.

- c. 6 pin *output* analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11)

Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output* analog dengan cara membuat programnya pada IDE.



Gambar 2.2 Arduino

(Sumber dari jurnal Rizki Mulia Utama Jurusan teknik komputer AMIK GI MDP)

2.3 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD terbuat dari lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan *idium oksida* dalam bentuk tampilan *seven segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. *Display LCD* 16x2 berfungsi sebagai penampil karakter yang *input* melalui *keyped*. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar *display* 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Karakter 16x2, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut: (Sumber www.unsa.ac.id)



Gambar 2.3 LCD 16x2
(Sumber dari jurnal www.unsa.ac.id)

2.4 Bahasa C Pemograman

Bahasa C adalah program dengan bahasa *basic* yang ringkas serta mudah dimengerti, dirancang untuk mendukung semua fitur-fitur yang ada pada arduino. (Sumber [www. blog.famosastudio.com](http://www.blog.famosastudio.com))

2.5 Sensor Berat (*Load Cell*)

Load cell adalah komponen utama pada sistem timbangan digital. Tingkat keakurasian timbangan bergantung dari jenis *load cell* yang dipakai. Sensor *load cell* apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi di *strain gauge*-nya akan berubah yang dikeluarkan melalui tiga buah kabel. Dua kabel sebagai eksitasi dan satu kabelnya lagi sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Sebuah

loadcell terdiri dari konduktor, *strain gauge*, dan *wheatstone bridge*. (Rizki Mulia : 2012)

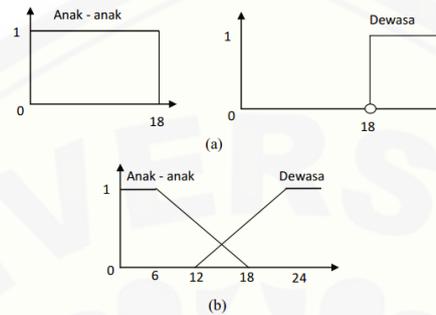


Gambar 2.4 Sensor berat (*Load Cell*)
(Sumber dari jurnal Rizki Mulia Utama Jurusan teknik komputer AMIK GI MDP)

2.6 Logika *Fuzzy*

Konsep logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotfi A.Zadeh dari Universitas *California*, pada bulan Juni 1965. *Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar – samar. Menurut Setiadji (2009 : 174) , *fuzzy* merupakan suatu nilai yang dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar nilai kebenaran dan kesalahannya tergantung pada derajat keanggotaan yang dimilikinya. Derajat keanggotaan dalam *fuzzy* memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Hal ini berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistik), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan. Dalam contoh kehidupan seseorang dikatakan dewasa apabila berumur lebih dari 18 tahun, maka seseorang yang kurang dari

atau sama dengan 18 tahun di dalam logika tegas akan dikatakan sebagai tidak dewasa atau anak – anak. Sedangkan dalam hal ini pada logika *fuzzy*, seseorang yang berumur sama dengan atau kurang dari 18 tahun dapat dikategorikan dewasa tetapi tidak penuh. Secara grafik dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Perbandingan contoh a. Logika tegas b. logika *fuzzy* dalam penentuan golongan umur (Sumber dari jurnal Yogawati 2011)

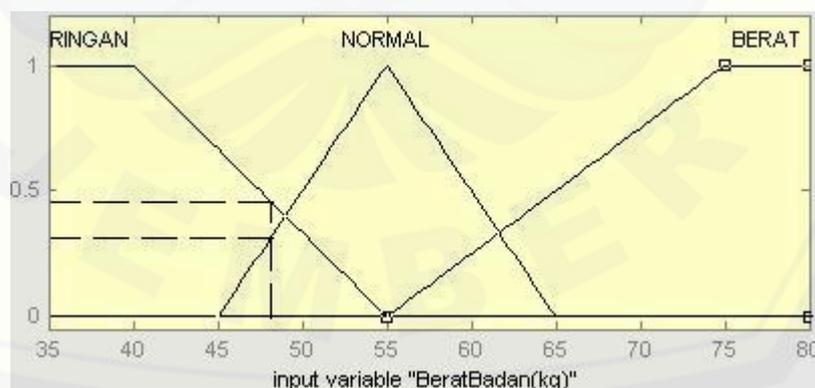
Menurut Kusuma dewi (2004 : 2), logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran.

Secara teori sudah ada rumus untuk menghitung nilai gizi dan penentuan status gizi berdasarkan IMT. Namun standar penentuan status gizi menggunakan logika tegas sangat kaku, karena dengan adanya perubahan yang kecil saja terhadap nilai mengakibatkan perbedaan kategori. Dalam logika *fuzzy* tidak demikian. Logika *fuzzy* akan memberikan toleransi terhadap nilai gizi, sehingga perubahan yang kecil tidak akan mengakibatkan perbedaan kategori yang signifikan, hanya akan mempengaruhi tingkat keanggotaan pada variabel nilai gizinya.

Dalam penentuan status gizi dengan IMT yang menggunakan logika *fuzzy*, digunakan tiga variabel *fuzzy* yaitu variabel berat dan tinggi badan sebagai variabel *input*, serta variabel nilai gizi sebagai variabel *output*. Ada tiga metode dalam sistem inferensi yang biasa digunakan, yaitu: metode Mamdani, metode Tsukamoto, dan metode Sugeno. Dalam penelitian ini digunakan metode Mamdani untuk menentukan status gizi. Dengan metode Mamdani digunakan empat langkah untuk mendapatkan *output*. Langkah pertama yaitu menentukan

himpunan *fuzzy* dari masing – masing variabel *input* dan *output*. Langkah yang kedua yaitu aplikasi fungsi implikasi dengan fungsi *MIN*. Langkah yang ketiga yaitu komposisi aturan dengan fungsi *MAX*. Langkah yang keempat yaitu mengubah *output* dari bilangan *fuzzy* ke bilangan tegas atau *defuzzyfikasi*, metode *defuzzyfikasi* yang digunakan adalah metode *centroid*. Nilai gizi yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan interval keanggotaan himpunan *fuzzy* pada variabel nilai gizi sehingga didapatkan status gizi.

Ada perbedaan nilai gizi dan status gizi antara penggunaan logika *fuzzy* dengan logika tegas berdasarkan IMT. Penggunaan logika *fuzzy* memungkinkan nilai gizi termasuk ke dalam dua kategori. Sehingga untuk menentukan status gizinya, yaitu dengan mengambil derajat keanggotaan tertinggi dari nilai gizi tersebut. Penentuan status gizi dengan logika tegas mempunyai nilai – nilai kritis, dimana ada perubahan kecil pada nilai akan mengakibatkan perbedaan kategori. Ada Perbedaan nilai gizi dan status gizi antara penggunaan logika *fuzzy* dengan logika tegas berdasarkan IMT terjadi karena *input* yang digunakan dalam logika tegas adalah bilangan tegas. Sedangkan dalam logika *fuzzy*, variabel *input* adalah berupa interval. Penentuan status gizi menggunakan logika *fuzzy* akan memberikan proses yang lebih halus dari pada menggunakan logika tegas. (Yogawati:2011)



Gambar 2.6 Berat badan
(Sumber dari Yogawati 2015)

1. Himpunan Ringan

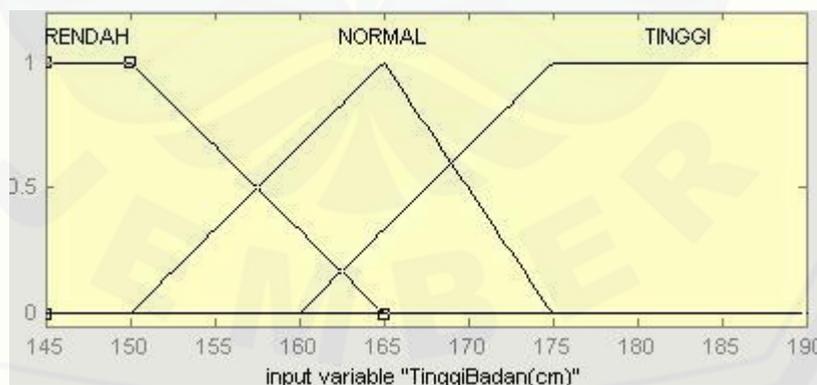
$$\mu_{Ringan}(s) = \begin{cases} 1; & x \leq 40 \\ \frac{15-x}{15}; & 40 \leq x \leq 55 \\ 0 & x \geq 55 \end{cases} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Himpunan Normal

$$\mu_{Normal}(s) = \begin{cases} 0; & x \leq 45 \\ \frac{x-45}{10}; & 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{10}; & 55 \leq x \leq 65 \\ 0 & x \geq 65 \end{cases} \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Himpunan Berat

$$\mu_{Berat}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 55 \\ \frac{x-55}{10}; & 55 \leq x \leq 75 \\ 1; & x \geq 75 \end{cases} \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.7 Tinggi badan
(Sumber dari Yogawati 2015)

1. Himpunan Rendah

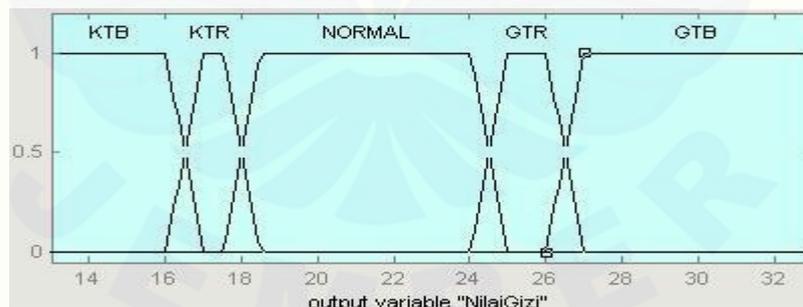
$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 150 \\ \frac{165-x}{15}; & 150 \leq x \leq 165 \\ 0; & x \geq 165 \end{cases} \dots\dots\dots(2.4)$$

2. Himpunan Normal

$$\mu_{Normal}(s) = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{15}; & 150 \leq x \leq 165 \\ \frac{175-x}{10}; & 165 \leq x \leq 175 \\ 1; & 150 \leq x \leq 175 \end{cases} \dots\dots\dots(2.5)$$

3. Himpunan Tinggi

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 160 \\ \frac{x-160}{15}; & 160 \leq x \leq 175 \\ 1; & x \geq 175 \end{cases} \dots\dots\dots(2.6)$$



Gambar 2.8 Nilai gizi
(Sumber dari Yogawati 2015)

1. Himpunan sangat kurus

$$\mu_{sangatkurus}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 16 \\ 17-x; & 16 \leq x \leq 17 \\ 0; & x \geq 17 \end{cases} \dots\dots\dots(2.7)$$

2. Himpunan Kurus

$$\mu_{Kurus}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 16 \\ x - 16 & 16 \leq x \leq 17 \\ 1 & 17 \leq x \leq 17.5 \\ 18,5 - x; & 17.5 \leq x \leq 18,5 \end{cases} \dots\dots\dots(2.8)$$

3. Himpunan Normal

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 17.5 \\ x - 17,5 & 17.5 \leq x \leq 18.5 \\ 1 & 18.5 \leq x \leq 24 \\ 25 - x; & 24 \leq x \leq 25 \end{cases} \dots\dots\dots(2.9)$$

4. Himpunan Gemuk

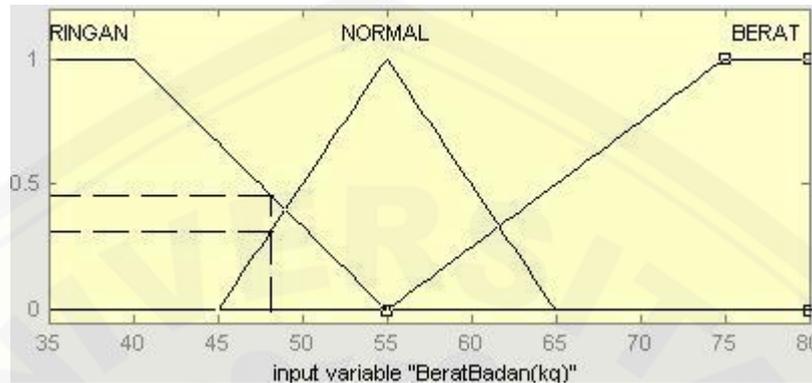
$$\mu_{Gemuk}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 24 \\ x - 24 & 24 \leq x \leq 25 \\ 1 & 25 \leq x \leq 26 \\ 27 - x; & 26 \leq x \leq 27 \end{cases} \dots\dots\dots(2.10)$$

5. Himpunan Sangat gemuk

$$\mu_{sangatgemuk}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 26 \\ x - 26 & 26 \leq x \leq 27 \\ 1; & x \geq 27 \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan menggunakan *membership function* untuk *input* berat, tinggi dan *output* berupa kondisi ideal badan, maka proses selanjutnya adalah tahapan proses dalam *fuzzy controller*. *Fuzzy controller* atau bisa disebut fuzzifikasi adalah proses mengubah *crisp input* menjadi *input fuzzy*.

Dalam perhitungan fuzzifikasi secara matematis dapat dioperasikan sebagai berikut seperti *input* berat 48 kg dan tinggi 165 cm maka perhitungan sebagai berikut :



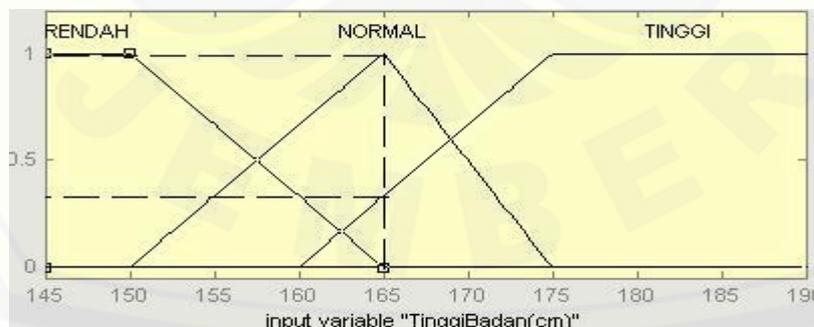
Gambar 2.9 berat badan
(Sumber dari Yogawati 2015)

1. Berat sebesar 48 kg masuk dalam himpunan berat sebagai anggota ringan dan normal, sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat dituliskan

$$a) \mu_s Ringan(s) = \frac{55 - 48}{15} = 0,47 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$b) \mu_s Normal(s) = \frac{48 - 45}{10} = 0,30 \dots\dots\dots(2.13)$$

$$c) \mu_s Berat(s) = 0 \dots\dots\dots(2.14)$$



Gambar 2.10 Tinggi badan
(Sumber dari Yogawati 2015)

2. Tinggi sebesar 165 cm masuk dalam himpunan tinggi sebagai anggota rendah, normal dan tinggi. sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat di tulisakan sebagai berikut :

a) $\mu_a \text{Rendah}(x) = 0 \dots\dots\dots(2.15)$

b) $\mu_a \text{Normal};(x) = 100 \dots\dots\dots(2.16)$

c) $\mu_a \text{Tinggi}(x) = 0.33 \dots\dots\dots(2.17)$

yang berarti bahwa, tinggi badan orang tersebut dapat dikatakan normal dengan tingkat keanggotaan 100%. Tinggi badan orang tersebut juga dapat dikatakan tinggi dengan tingkat keanggotaan 33%.

Berikut adalah perhitungan defuzzyfikasi dengan metode *centroid*:

$$X = \frac{\int_{13}^{16,33} 0,33 Xdx + \int_{16,33}^{16,47} (x - 16)xdx + \int_{16,47}^{18,33} 0,47xdx}{\int_{13}^{16,33} 0,33 dx + \int_{16,47}^{16,33} (x - 16)dx + \int_{16,47}^{18,33} 0,47dx} \dots\dots\dots(2.18)$$

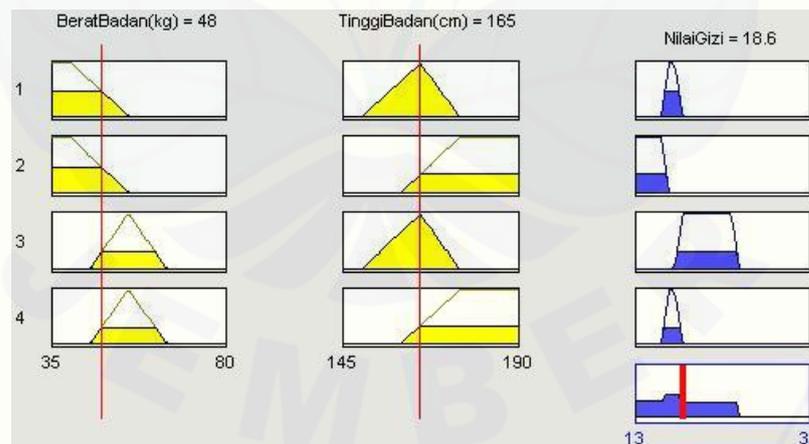
$$\frac{\int_{18,03}^{18,2} (18,5 - x)xdx + \int_{18,2}^{24,7} 0,30 xdx + \int_{24,7}^{25} (25 - x)xdx}{\int_{18,03}^{18,2} (18,5 - x)dx + \int_{18,2}^{24,7} 0,30 dx + \int_{24,7}^{25} (25 - x)dx} = \frac{75,84}{3,95} = 19.2$$

Nilai gizi 19.2 termasuk ke dalam kategori normal, sehingga berdasarkan perhitungan tersebut status gizi seseorang adalah normal.

Tabel 2.1 Aplikasi fungsi implikasi untuk berat badan 48 kg dan tinggi badan 165 cm

		Berat Badan		
		Ringan	Normal	Berat
Tinggi Badan	Rendah	Normal (0.00)	Gemuk tingkat ringan(0.00)	Gemuk tingkat berat(0.00)
	Normal	Kurus tingkat ringan(0.47)	Normal(0.30)	Gemuk tingkat ringan(0.00)
	Tinggi	Kurus tingkat berat(0.33)	Kurus tingkat ringan(0.30)	Normal(0.00)

Penalaran *fuzzy* menggunakan program simulasi yang disediakan fasilitasnya oleh *Toolbox Fuzzy Matlab*, ditunjukkan pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Penalaran *fuzzy* untuk berat badan 48 kg dan tinggi badan 165 cm (Sumber dari Yogawati 2015)

Keterangan:

Interval [35, 80] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel berat badan

Interval [145,190] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel tinggi badan

Interval [13,33] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel nilai gizi.

2.7 Pengertian berat dan tinggi badan

Berat Badan adalah parameter antropometri yang sangat labil. Dalam keadaan normal, dimana keadaan kesehatan baik dan keseimbangan antara konsumsi dan kebutuhan zat gizi terjamin, berat badan berkembang mengikuti pertambahan umur. Sebaliknya dalam keadaan yang abnormal, terdapat dua kemungkinan perkembangan berat badan, yaitu dapat berkembang cepat atau lebih lambat dari keadaan normal. Berat badan harus selalu di monitor agar memberikan informasi yang memungkinkan intervensi gizi yang preventif sedini mungkin guna mengatasi kecenderungan penurunan atau penambahan berat badan yang tidak dikehendaki. Berat badan harus selalu dievaluasi dalam konteks riwayat berat badan yang meliputi gaya hidup maupun status berat badan yang terakhir. Penentuan berat badan dilakukan dengan cara menimbang. (Anggraeni: 2012)

Tinggi badan merupakan salah satu parameter yang dapat melihat keadaan status gizi sekarang dan keadaan yang telah lalu. Pertumbuhan tinggi atau panjang badan tidak seperti berat badan, relatif kurang sensitif pada masalah kekurangan gizi pada waktu singkat. (Anggraeni, 2012)

2.8 Cara mengukur kondisi ideal tubuh

Mengukur berat badan ideal dengan IMT ini merupakan cara yang paling banyak atau paling umum dilakukan oleh beberapa orang. Caranya, berat badan anda dalam satuan kilogram dibagi dengan tinggi badan anda dalam satuan meter yang sebelumnya sudah dikuadratkan. Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO atau WHO. Untuk kepentingan Indonesia, batas ambang dimodifikasi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Batas ambang IMT untuk Indonesia adalah sebagai berikut.

$$IMT = \frac{BB (kg)}{TB^2(m)} \dots\dots\dots(2.19)$$

Rumus Indeks Masa Tubuh

(Sumber dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Keterangan:

1. IMT = indeks masa tubuh.
2. BB = berat badan dalam satuan kilogram.
3. TB = tinggi badan dalam satuan meter.

Setelah hasil yang didapatkan, disesuaikan dengan keterangan di bawah ini.

Tabel 2.2 Tabel Indeks Masa Tubuh

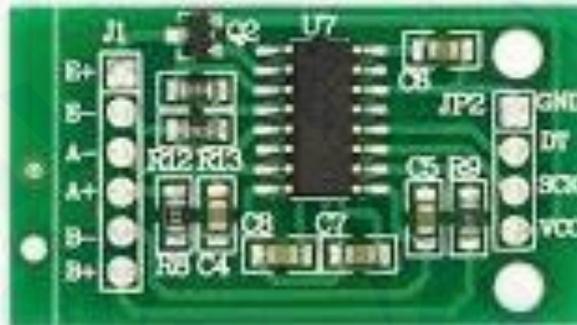
(Sumber dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

	Kategori	IMT
Sangat kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	<17,0
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17-<18,5
Normal		18,5-25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	>25,0-27,0
Sangat gemuk	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27,0

2.9 HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR”, hx711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dal industrial control aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan.

Konfigurasi pin HX711



Gambar 2.12 Konfigurasi HX711 (Sumber :*Datasheet hx711*)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang jadwal penelitian, tempat penelitian dan waktu penelitian. Selain itu bab ini juga berisi tentang *flowchart* sistem yang akan dirancang dan juga menjelaskan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.

Adapun tempat dan waktu penelitian - analisis dilakukan dilaksanakan :

Tempat : Laboratorium Sistem Kendali Universitas Jember

Alamat : JL. Patrang , Kabupaten Jember

3.2 Tahap Perencanaan

Dalam pembuatan alat ukur digital pada manusia ini dibutuhkan langkah-langkah perancangan sebagai berikut :

1. *Study* Literatur

Tahap awal dari penelitian ini mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya. Diharapkan dengan literatur yang didapat bisa memberikan keyakinan bahwa penelitian ini dapat dilaksanakan dan memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

2. Pembelian bahan pembuatan

Tahap kedua adalah pembelian material pendukung dalam pembuatan Alat ukur digital. Pembelian ini meliputi alat dan komponen pendukung dalam pembuatan Alat ukur digital.

3. Pengerjaan alat baik mekanik dan rangkaian

Tahap ketiga adalah proses pengerjaan dimana alat dan bahan yang telah dibeli digunakan untuk membangun sistem mekanik dan komponen untuk pembuatan rangkaian alat ukur digital.

4. Pengujian alat

Tahap keempat adalah pengujian alat diharapkan dengan adanya tahap ini berfungsi kerja baik mekanik dan rangkaian yang telah dibuat sudah masuk dan sesuai dengan target yang diharapkan. Sehingga, nantinya alat yang telah dibuat dapat bekerja secara maksimal.

5. Perencanaan alat

Tahap kelima merupakan penggabungan dari mekanik dan rangkaian yang telah dibuat. Proses ini meliputi penempatan letak rangkaian sangat menentukan dalam proses pencarian data saat alat ukur digital.

6. Pengujian alat dan analisis

Menguji sistem-sistem yang telah terintegrasi secara menyeluruh lebih dahulu, selanjutnya menganalisis data yang didapatkan pada saat pengujian. Diharapkan pada tahap ini dapat ditemukan sebuah gagasan baru dalam mengurangi kesalahan pada tiap tahapan di atasnya.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

Alat

1. Komputer atau laptop
2. *Usb downloader*
3. Tang potong
4. Tang kombinasi
5. Solder
6. Bor PCB
7. *Avo meter*
8. *Serial to usb Converter*

Bahan

1. Kotak timbangan
2. Arduino

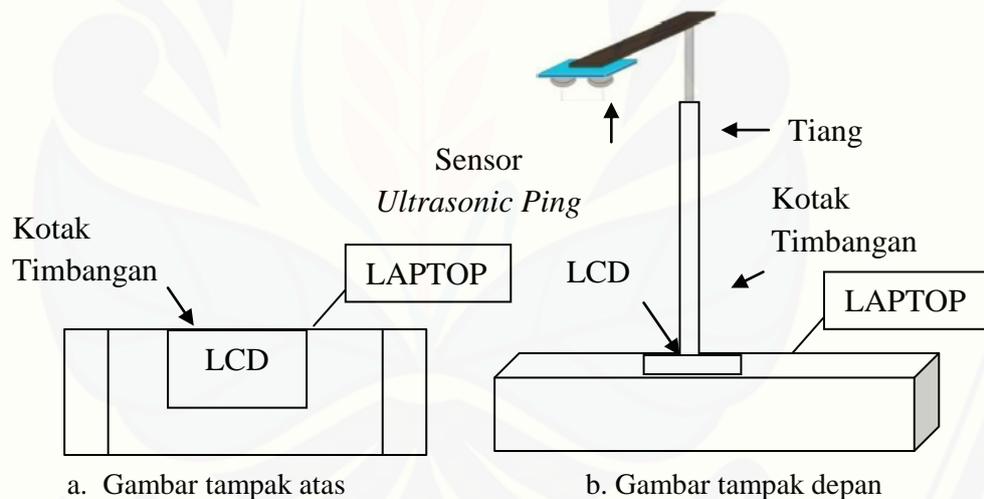
3. LCD
4. Sensor tekanan dan sensor ultrasonik
5. Sekrup dan mur baut serta komponen-komponen lainnya.

Software

1. *Open-source* Arduino
2. *Visual Basic*

3.4 Desain Penelitian

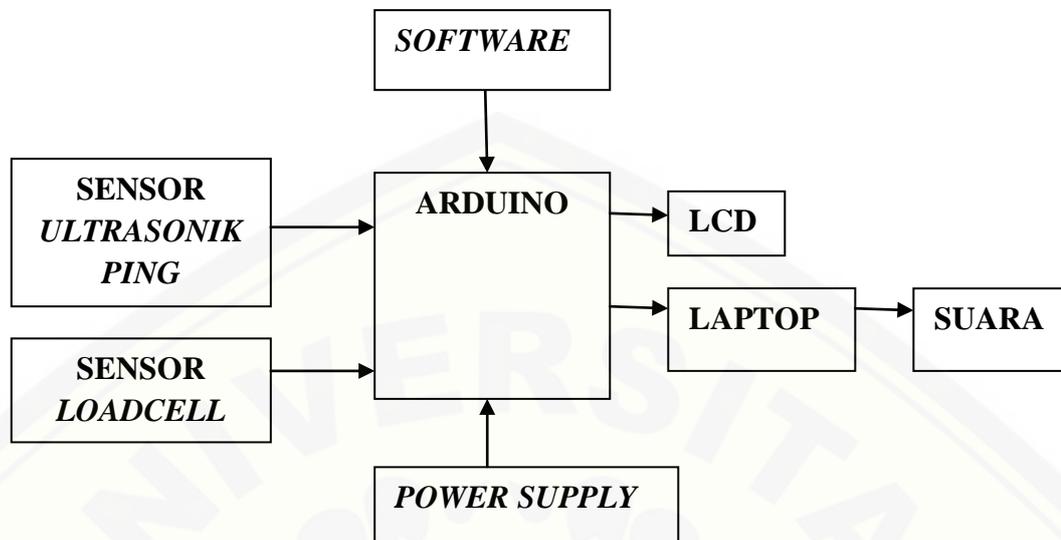
Desain *hardware* dan *Software* “Aplikasi Alat Ukur Berat Dan Tinggi Badan Digital Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Untuk Menentukan Kondisi Ideal Badan Dengan Tampilan Lcd Dan *Output* Suara” adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 a. Gambar tampak atas b. Gambar tampak depan

Pada gambar 3.1 a adalah gambar tampak atas dimana terlihat LCD untuk memunculkan data dan laptop untuk mengeluarkan suara serta memproses *visual basic*. Timbangan badan terbuat dari plat besi yang akan digabungkan dengan *loadcell* untuk menghasilkan data. Pada gambar 3.1 b adalah gambar tampak depan terlihat tiang tinggi badan yang terbuat dari besi jendela di atasnya terdapat sensor *ping parallax* yang berguna untuk mengukur ketinggian badan manusia.

3.5 Blok diagram penelitian alat



Gambar 3.2 Blok diagram sistem alat ukur badan digital

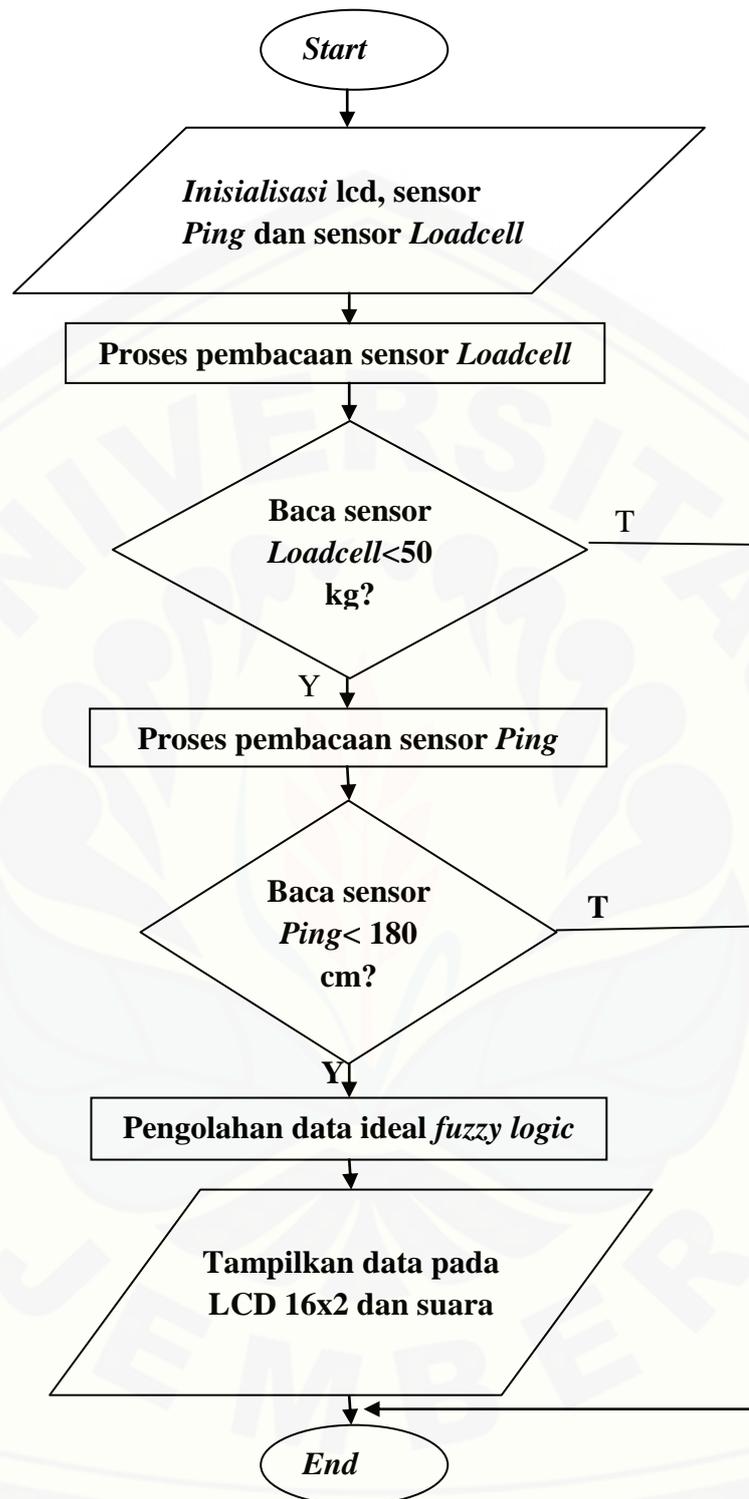
Pada gambar 3.2 menunjukkan blok sistem kerja alat ukur badan digital berbasis Arduino. Terdiri beberapa bagian blok sistem diantaranya *power supply software*, blok *system sensor ultrasonik*, blok *system sensor loadcell* timbangan, blok diagram mikrokontroler arduino, laptop dan blok sistem LCD. Tegangan untuk *supply* timbangan tersebut yaitu berasal dari *power supply*. Kemudian blok sistem sensor *ultrasonik* terdiri dari sensor tinggi badan digital (*Sensor Ultrasonic Ping*). Dimana sensor *ultrasonik* akan memberi *input* yang berupa pengukuran tinggi badan yang akan diolah ke dalam arduino dalam satuan sentimeter. Blok sistem sensor *Loadcell* timbangan berfungsi sebagai *input* berupa berat badan dalam satuan kilogram. Blok sistem LCD berfungsi sebagai penampil data yang sudah diproses mikrokontroler arduino yaitu berupa tinggi badan, berat badan dan kondisi ideal badan. Kemudian pada laptop terdapat *visual basic* yang berfungsi sebagai mengeluarkan suara saat seseorang menimbang di dalam *visual basic* terdapat rekaman *audio* berfungsi untuk mengeluarkan *audio* rekaman suara berupa kondisi ideal badan ada lima antara lain adalah sangat kurus, kurus, normal, sangat gemuk dan gemuk.

3.6 Flowchart

Pada gambar 3.3 ditunjukkan alur sistem proses aplikasi alat ukur tubuh digital berbasis arduino menggunakan metode *fuzzy logic* untuk menentukan kondisi ideal badan dengan tampilan LCD dan *output* suara untuk tunanetra, yang secara garis besar mempresentasikan simulasi yang dilakukan. Pertama *start* dilanjutkan dengan proses inialisasi terhadap sensor-sensor yang digunakan yaitu sensor *loadcell*, sensor *ping ultrasonic* dan sensor suara.

Kemudian proses pembacaan sensor berat atau *loadcell*, dimana seseorang akan mengukur berat badannya dengan cara menginjak kotak timbangan. Dilanjutkan pada proses pembacaan jika berat badan orang tersebut kurang dari 50 kg maka timbangan dapat meneruskan ke proses selanjutnya, jika tidak maka kembali lagi ke proses sebelumnya yaitu pembacaan. Selanjutnya, pada proses pembacaan tinggi badan jika tinggi badan orang tersebut kurang dari 180 cm maka timbangan dapat meneruskan ke proses selanjutnya jika tidak maka kembali lagi ke proses sebelumnya yaitu pembacaan. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengolahan data ideal badan menggunakan *fuzzy logic* yang akan diproses oleh arduino dimana dari hasil pengolahan tersebut terdapat lima *output* yaitu sangat kurus, kurus, normal, gemuk dan sangat gemuk. Dilanjutkan dengan menampilkan data tersebut pada LCD dan suara.

Suara data dapat diperoleh dari mengolah pada *software visual basic* sehingga akan menghasilkan suara tinggi badan, berat badan serta kondisi ideal badan. Dan diakhiri dengan *end*.



Gambar 3.3 Flowchart system pengukuran

3.7 Rule kondisi ideal tubuh

Pada *rule* ini dihitung dengan rumus 2.2 yang terdapat diatas jika berat badan dan tinggi badan telah diketahui dengan cara ditimbang dan menghasilkan suatu nilai yang dapat di digolongkan lima golongan yaitu sangat kurus, kurus, normal, gemuk dan sangat gemuk.

Tabel 3.1 *Rule* kondisi ideal badan

NO	BERAT BADAN	TINGGI BADAN	KONDISI IDEAL TUBUH
1.	30 kg	120 cm-125 cm	Normal
		126 cm-129 cm	Kurus
		130 cm-170 cm	Sangat kurus
2.	31 kg	120 cm-129 cm	Normal
		130 cm-135 cm	Kurus
		135 cm-170 cm	Sangat kurus
3.	32 kg	120 cm-131 cm	Normal
		132 cm-137 cm	Kurus
		138 cm-170 cm	Sangat kurus
4.	33 kg	120 cm-133 cm	Normal
		134 cm-139 cm	Kurus
		140 cm-170 cm	Sangat kurus
5.	34 kg	120 cm-135 cm	Normal
		136 cm-141 cm	Kurus
		142 cm-170 cm	Sangat kurus
6.	35 kg	120 cm-137 cm	Normal
		138 cm-143 cm	Kurus
		144 cm-170 cm	Sangat kurus
7.	36 kg	120 cm-139 cm	Normal
		140 cm-143 cm	Kurus
		143 cm-170 cm	Sangat kurus
8.	37 kg	120 cm-121 cm	Gemuk
		122 cm-141 cm	Normal
		142 cm-145 cm	Kurus
		146 cm-170 cm	Sangat kurus
9.	38 kg	120 cm-123 cm	Gemuk
		124 cm-143 cm	Normal
		144 cm-147 cm	Kurus
		148 cm-170 cm	Sangat kurus
10.	39 kg	120 cm-124 cm	Gemuk

		125 cm-145 cm	Normal
		146 cm-149 cm	Kurus
		150 cm-170 cm	Sangat kurus
11.	40 kg	120 cm-121 cm	Sangat Gemuk
		122 cm-125 cm	Gemuk
		126 cm-147 cm	Normal
		148 cm-151 cm	Kurus
		152 cm-170 cm	Sangat kurus
12.	41 kg	120 cm-123 cm	Sangat gemuk
		124 cm-127 cm	Gemuk
		128 cm-148 cm	Normal
		149 cm-153 cm	Kurus
		154 cm-170 cm	Sangat kurus
13.	42 kg	120 cm-124 cm	Sangat gemuk
		125 cm-129 cm	Gemuk
		130 cm-150 cm	Normal
		151 cm-156 cm	Kurus
		157 cm-170 cm	Sangat kurus
14.	43 kg	120 cm-126 cm	Sangat gemuk
		127 cm-131 cm	Gemuk
		132 cm-152 cm	Normal
		153 cm-159 cm	Kurus
		160 cm-170 cm	Sangat kurus
15.	44 kg	120 cm-127 cm	Sangat gemuk
		128 cm-132 cm	Gemuk
		133 cm-155 cm	Normal
		156 cm-160 cm	Kurus
		161 cm-170 cm	Sangat kurus
18.	45 kg	140 cm-155 cm	Normal
		156 cm-162 cm	Kurus
		163 cm-180 cm	Sangat kurus
19.	46 kg	140 cm-157 cm	Normal
		158 cm-164 cm	Kurus
		165 cm-180 cm	Sangat kurus
20.	47 kg	140 cm-159 cm	Normal
		160 cm-166 cm	Kurus
		167 cm-180 cm	Sangat Kurus
21.	48 kg	140 cm-161 cm	Normal
		162 cm-168 cm	Kurus
		169 cm-180 cm	Sangat kurus
22.	49 kg	140 cm-162 cm	Normal
		163 cm-169 cm	Kurus
		170 cm-180 cm	Sangat kurus
23.	50 kg	140 cm-164 cm	Normal

		165 cm-171 cm	Kurus
		172 cm-180 cm	Sangat kurus
24.	51 kg	140 cm-142 cm	Gemuk
		143 cm-166 cm	Normal
		167 cm-173 cm	Kurus
		174 cm-180 cm	Sangat kurus
25.	52 kg	140 cm-144 cm	Gemuk
		145 cm-167 cm	Normal
		168 cm-174 cm	Kurus
		175 cm-180 cm	Sangat kurus

3.8 Hasil Alat



Gambar 3.4 Hasil alat

Rancangan alat klasifikasi “Aplikasi Alat Ukur Berat Dan Tinggi Badan Digital Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Untuk Menentukan Kondisi Ideal Badan Dengan Tampilan Lcd Dan *Output* Suara” seperti pada gambar 3.4, peletakan sensor ultrasonik berada diatas penampang, sedangkan untuk sensor *Loadcell* berada dibawah penampang objek yang akan diukur.

3.9 Perhitungan Rumus Sensor

3.9.1 Sensor *Ping*

Sesuai *datasheet* 2 cm – 3 cm akan direpresentasikan dengan *high* sebesar 115 μs - 18500 μs . Data yang diterima oleh sensor *ultrasonic ping* akan diolah dengan perhitungan rumus untuk menjadikan ke dalam satuan cm.

$$\text{TB (Tinggi Badan)} = 200 - t \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

$$t = (\text{lebar pulsa} / 29 \mu\text{s}) / 2 \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan : TB = Tinggi Badan

t = jarak

lebar pulsa = jarak dalam satuan *micro second* dalam 1x pemantulan.

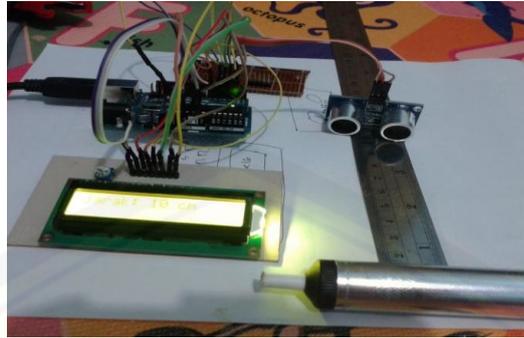
μs = *micro second*

Misal mengukur jarak 77cm, maka dibutuhkan waktu $154 \times 29 \mu\text{s} = 4466 \mu\text{s}$

$$\begin{aligned} t &= (\text{lebar pulsa} / 29 \mu\text{s}) / 2 \\ &= (4466 \mu\text{s} / 29 \mu\text{s}) / 2 \\ &= 77 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TB (Tinggi Badan)} &= 200 - t \\ &= 200 - 77 \\ &= 123 \text{ cm} \end{aligned}$$

Pada gambar 3.5 dapat diketahui bahwa sensor jarak *ping* dapat bekerja dengan baik, hal tersebut dibuktikan dengan pembacaan nilai jarak oleh sensor 10 cm dan pada alat ukur meteran sebesar 10 cm. Meteran yang digunakan untuk pengujian yaitu meteran jenis *Butterfly*.

Gambar 3.5 Pengujian sensor *PING*

3.9.2 Sensor *Loadcell*

Data yang diterima oleh sensor *loadcell* akan diolah dengan perhitungan rumus seperti di bawah ini.

$$BB = (scale.getGram()/172); \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan : *Scale.getGram* = angka yang keluar pada *loadcell* dalam bentuk digital

BB = Berat Badan

Misal mengukur berat 25 kg, maka dibutuhkan pembagi 172

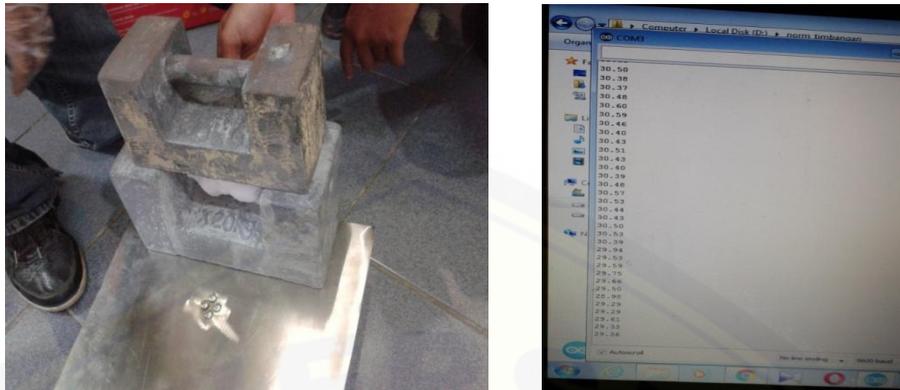
$$BB = (scale.getGram()/172);$$

$$Scale.getGram = BB \times 172$$

$$= 25 \times 172$$

$$= 4300$$

Pada gambar 3.6 dapat diketahui bahwa sensor berat *loadcell* 100 kg dapat bekerja dengan baik, hal tersebut dibuktikan dengan pembacaan nilai berat oleh 30 kg dan pada alat ukur timbangan sebesar 30,43 kg. Dengan nilai *error* persen 0%.



Gambar 3.6 Pengujian sensor berat *Loadcell* 100 kg

Dalam tugas akhir ini timbangan yang digunakan adalah timbangan analog yang biasa. Untuk menguji berat maka hal yang diuji yaitu membandingkan antara timbangan yang berstandar dengan timbangan alat.

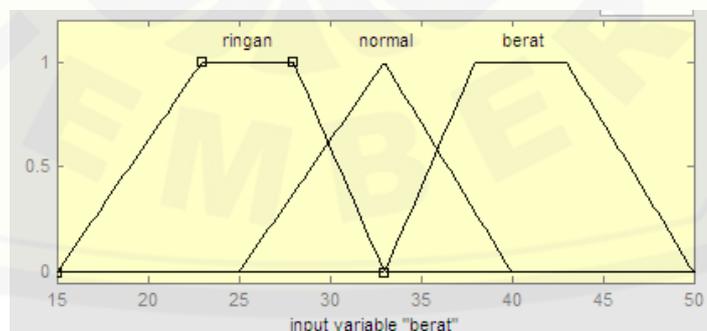
3.10 *Fuzzy Logic*

3.10.1 *Membership function input*

Permasalahan pada tugas akhir ini disederhanakan menggunakan dua *input* dan satu *output*.

1. Berat badan pada manusia
2. Tinggi badan pada manusia

3.10.1.1 Berat Badan



Gambar 3.7 Berat badan

Pada *input* berat badan pada manusia akan dibagi 3 macam.

1. Ringan (15kg – 33kg)
2. Normal (25kg – 40kg)
3. Berat (33kg -50kg)

1. Himpunan Ringan

$$\mu_{Ringan}(s) = \begin{cases} 1; & x \leq 15 & \dots\dots\dots(3.4) \\ \frac{15-x}{14}; & 15 \leq x \leq 33 \\ 0 & x \geq 33 \end{cases}$$

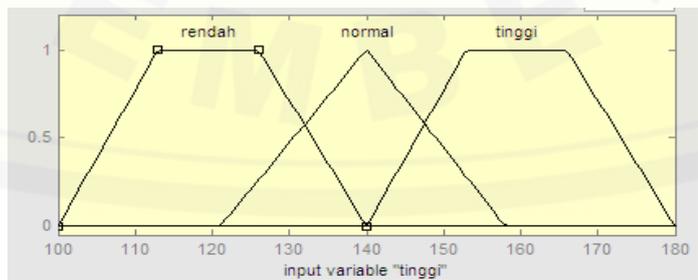
2. Himpunan Normal

$$\mu_{Normal}(s) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 & \dots\dots\dots(3.5) \\ \frac{x-25}{8}; & 25 \leq x \leq 33 \\ \frac{40-x}{8}; & 33 \leq x \leq 40 \\ 0 & x \geq 40 \end{cases}$$

3. Himpunan Berat

$$\mu_{Berat}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 33 & \dots\dots\dots(3.6) \\ \frac{x-33}{7}; & 33 \leq x \leq 45 \\ 1; & x \geq 45 \end{cases}$$

3.10.1.2 Tinggi Badan



Gambar 3.8 Tinggi badan

Pada *input* tinggi badan manusia akan dibagi 3 macam.

1. Rendah (100cm – 140cm)
2. Normal (120cm – 160cm)
3. Tinggi (140cm – 180cm)

1. Himpunan Rendah

$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 120 \\ \frac{140-x}{20}; & 120 \leq x \leq 140 \\ 0; & x \geq 140 \end{cases} \dots\dots\dots(3.7)$$

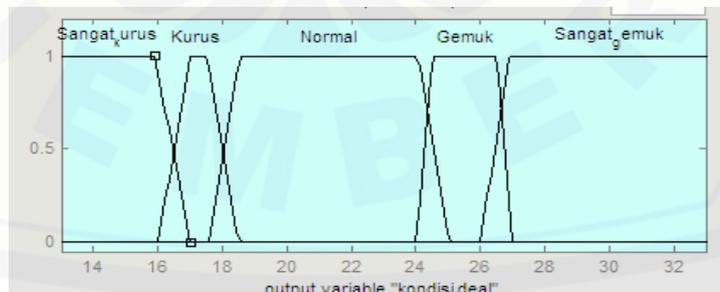
2. Himpunan Normal

$$\mu_{Normal}(s) = \begin{cases} 0; & x \leq 120 \\ \frac{x-120}{20}; & 120 \leq x \leq 140 \\ \frac{160-x}{20}; & 140 \leq x \leq 160 \end{cases} \dots\dots\dots(3.8)$$

3. Himpunan Tinggi

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 140 \\ \frac{x-140}{20}; & 140 \leq x \leq 180 \\ 1; & x \geq 180 \end{cases} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.10.2 Membership function output



Gambar 3.9 Kondisi Ideal

Pada Kondisi ideal badan manusia akan dibagi 5 macam.

1. Sangat Kurus (Kekurangan berat badan tingkat berat) (<17,0)
2. Kurus (Kekurangan berat badan tingkat ringan) (17-<18,5)
3. Normal (Normal) (18,5-25,0)
4. Gemuk (Kelebihan berat badan tingkat ringan) (>25,0-27,0)
5. Sangat gemuk (Kelebihan berat badan tingkat berat) (>27,0)

1. Himpunan sangat kurus

$$\mu_{sangatkurus}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 16 \\ 17 - x; & 16 \leq x \leq 17 \\ 0; & x \geq 17 \end{cases} \dots\dots\dots(3.10)$$

2. Himpunan Kurus

$$\mu_{Kurus}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 16 \\ x - 16 & 16 \leq x \leq 17 \\ 1 & 17 \leq x \leq 17.5 \\ 18,5 - x; & 17,5 \leq x \leq 18,5 \end{cases} \dots\dots\dots(3.11)$$

3. Himpunan Normal

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 17.5 \\ x - 17,5 & 17.5 \leq x \leq 18.5 \\ 1 & 18.5 \leq x \leq 24 \\ 25 - x; & 24 \leq x \leq 25 \end{cases} \dots\dots\dots(3.12)$$

4. Himpunan Gemuk

$$\mu_{Gemuk}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 24 \\ x - 24 & 24 \leq x \leq 25 \\ 1 & 25 \leq x \leq 26 \\ 27 - x; & 26 \leq x \leq 27 \end{cases} \dots\dots\dots(3.13)$$

5. Himpunan Sangat gemuk

$$\mu_{\text{Sangatgemuk}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 26 \\ x - 26 & 26 \leq x \leq 27 \\ 1; & x \geq 27 \end{cases} \dots\dots\dots(3.14)$$

Dengan menggunakan *membership function* untuk *input* berat, tinggi dan *output* berupa kondisi ideal badan, maka proses selanjutnya adalah tahapan proses dalam *fuzzy controller*. *Fuzzy controller* atau bisa disebut fuzzifikasi adalah proses mengubah *crisp input* menjadi *input fuzzy*.

Dalam perhitungan fuzzifikasi secara matematis dapat dioperasikan sebagai berikut seperti *input* berat 25 kg dan tinggi 123 cm maka perhitungan sebagai berikut :

1. Berat sebesar 25 kg masuk dalam himpunan berat sebagai anggota ringan dan normal, sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat dituliskan

a) $\mu_s \text{Ringan}(s) = \frac{33 - 25}{15} = 0,53 \dots\dots\dots(3.15)$

b) $\mu_s \text{Normal}(s) = 0 \dots\dots\dots(3.16)$

c) $\mu_s \text{Berat}(s) = 0 \dots\dots\dots(3.17)$

2. Tinggi sebesar 165 cm masuk dalam himpunan tinggi sebagai anggota rendah, normal dan tinggi. sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat dituliskan sebagai berikut :

a) $\mu_a \text{Rendah}(x) = \frac{140 - 123}{30} = 0,56 \dots\dots\dots(3.18)$

b) $\mu_a \text{Normal};(x) = \frac{123 - 120}{20} = 0,15 \dots\dots\dots(3.19)$

c) $\mu_a \text{Tinggi}(x) = 0 \dots\dots\dots(3.20)$

yang berarti bahwa, tinggi badan orang tersebut dapat dikatakan normal dengan tingkat keanggotaan 100%. Tinggi badan orang tersebut juga dapat dikatakan rendah dengan tingkat keanggotaan 56%.

Berikut adalah perhitungan defuzzyfikasi dengan metode *centroid*:

$$X = \frac{\int_{13}^{16,44} 0,56 X dx + \int_{16,44}^{16,47} (17 - x) x dx + \int_{16,47}^{17,15} 0,53 x dx}{\int_{13}^{16,44} 0,56 dx + \int_{16,44}^{16,47} (17 - x) dx + \int_{16,47}^{17,15} 0,53 dx} \dots \dots \dots (3.21)$$

$$\frac{\int_{17,5}^{17,97} (18,5 - x) x dx + \int_{17,97}^{24,85} 0,15 x dx}{\int_{17,5}^{17,97} (18,5 - x) dx + \int_{17,97}^{24,85} 0,15 dx} = 16.65$$

Nilai gizi 16,65 termasuk ke dalam kategori sangat kurus, sehingga berdasarkan perhitungan tersebut status gizi seseorang adalah sangat kurus.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan dan hasil pengujian pada alat ini dapat di ambil beberapa kesimpulan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pengujian alat ukur tinggi badan mampu mendeteksi jarak minimal 2 cm maksimal 180 cm dan *error* persen yang dimiliki oleh alat ukur tinggi badan memiliki rata-rata 1,90 % dapat dilihat pada tabel 4.1.
2. Pengujian alat ukur berat badan mampu mendeteksi berat minimal 1 kg maksimal 50 kg *error* persen yang dimiliki alat ukur berat badan memiliki rata-rata 1,75 % dapat dilihat pada table 4.2.
3. Ketepatan dari alat ini 80% dapat dilihat dari pengukuran 20 anak yang dinyatakan tepat 16 anak.

5.2 Saran

Dengan harapan penelitian ini membuahkan hasil yang lebih baik untuk itu diberikan saran sebagai berikut :

1. Penggunaan sensor *loadcell* pada *hardware* yang lebih baik.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik disarankan dibutuhkan ketelitian yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred Budiyo, Indrawanto Paningaran, A. Renianti Arief. *Sistem Pengukur Berat Dan Tinggi Badan Menggunakan Mikrokontroler At89s51*. Konsentrasi Fisika Medik Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar 2011. (diakses pada tanggal 23 April 2014 pukul 10:40)
- Agus Mulyana, Awal Arif Budiman *Alat Ukur Multifungsi Bagi Penyandang Tunanetra* Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Unikom Bandung. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2013 (Semantik 2013) ISBN: 979-26-0266-6 Semarang, 16 November 2013. (diakses pada tanggal 23 April 2014 pukul 10:40)
- Cooper, William D, *Instrumentasi Elektronika dan Pengukuran, Edisi Kedua, diterjemahkan oleh Ir. Sahat Pakpahan*, Erlangga, Jakarta 1999.
- Eko Fendy Nrimawanto, Bambang Eka Purnama, Sukadi *Pembuatan Aplikasi Sistem Pengukuran Tinggi Badan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Pada Poli pengobatan Puskesmas Kedung bendo Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan*. FTI UNSA 2008. (diakses pada tanggal 23 April 2014 pukul 10:40)
- J. Kur George, B.O Yuan *fuzzy sets and fuzzy logic*. Prentice Hall. 1995.
- Kementrian Kesehatan RI 2010 *Pedoman Gizi yang Seimbang*, Jakarta
- Malvino, A.P, *Prinsip - prinsip Elektronika*, Erlangga, Jakarta, 1996.
- Malvino, Albert Paul *Prinsip-Prinsip dan Penerapan Digital. Edisi Ketiga, terjemahan Ir. Irwan Wijaya*. Jakarta: Erlangga 1994.
- Makhi *Data sheet loadcell 100 kg* Surabaya 2015.

Misnawati *Rancang bangun Alat Ukur Tinggi Badan Berbasis Mikrokontroler At89s52 Dengan Sensor Ultrasonik Ping*. Staf. Pengajar. Matapelajaran Fisika Sma N 1 Padang. (diakses pada tanggal 23 April 2014 pukul 10:40)

Ping Parallax (Tanpa Tahun Ping))) Parallax Ultrasonic Range Finder <http://education.web.id> Email : mail@education.web.id. (diakses pada tanggal 12 mei 2014)

Rizki Mulia *Utama Alat Ukur Tinggi Dan Berat Badan Digital Berbasis Mikrokontroller* Jurusan Teknik Komputer Amik Gi Mdp. (diakses pada tanggal 23 April 2014 pukul 10:40)

Septi Puranggi W *PENGUKURAN TUBUH IDEAL MANUSIA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535* Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember 2010. (diakses pada tanggal 23 April 2014 pukul 10:42)

Sutrisno, *Elektronika Digital*, Erlangga, Jakarta 1995.