

PURWARUPA ALAT UKUR BERAT, PANJANG DAN SUHU BADAN BAYI BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE FUZZY (STUDI KASUS: STATUS GIZI BAYI)

Rini Suminto Tanjung¹, Sampe Hotlan Sitorus², Uray Ristian³

^{1,2,3} Jurusan Rekayasa Sistem Komputer; Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail: rinitanjaya@student.untan.ac.id¹, sitorus.hotland@gmail.com²,
eristian@siskom.untan.ac.id³

ABSTRAK

Pada penelitian ini dibuat purwarupa sistem pengukuran berat, panjang dan suhu badan, untuk mengetahui status gizi dari bayi yang telah melakukan pengukuran. Status gizi didapatkan dari penerapan metode fuzzy dimana pengujiannya dibandingkan dengan perhitungan Z score menggunakan standar baku antropometri. Hasil pengukuran yang didapatkan selanjutnya diolah di website menggunakan metode fuzzy untuk mengetahui status gizi bayi yang telah melakukan pengukuran. Saat dilakukan pengujian diperoleh rata-rata dari selisih pengukuran sensor ultrasonik adalah 0,07 cm (error 0,085%), sensor load cell dengan rata-rata dari selisih pengujian 0,0351 kg (error 0,1885%), sensor MLX90614 dengan rata-rata dari selisih pengujian 0,273°C (error 0,74%). Hasil selisih dan error ini didapatkan dengan melakukan 10 kali pengujian. Pengujian status gizi didapat dari perhitungan metode fuzzy yang dibandingkan dengan perhitungan z-score. Dari data 20 bayi didapat 96 data pengukuran, dimana terdapat 4 data yang tidak sesuai. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat berhasil, dengan tingkat keberhasilan 95,83%.

Kata kunci: Status gizi, Antropometri, Metode Fuzzy, Website, Z score

1. PENDAHULUAN

Setiap orang tua tentu berkeinginan agar anak dapat tumbuh kembang optimal, yaitu dapat mencapai pertumbuhan dan perkembangan yang terbaik sesuai dengan potensi genetik yang ada pada anak tersebut. Pertumbuhan dan perkembangan anak dapat tercapai apabila kebutuhan dasar terpenuhi sejak dini, bahkan saat bayi berada dalam kandungan. Pertumbuhan dan perkembangan bayi menjadi penentu keberhasilan pertumbuhan dan perkembangan anak di periode selanjutnya. Pertumbuhan bayi biasanya diamati berdasarkan data pengukuran antropometri yang meliputi pengukuran berat badan, tinggi badan, lingkaran kepala, dan lingkaran lengan atas. Hasil pengukuran tersebut dicatat pada Kartu Menuju Sehat untuk Balita [1].

Pengukuran berat badan, panjang dan suhu pada bayi yang dilakukan petugas kesehatan saat ini masih secara terpisah karena alat ukur yang digunakan tidak dirancang dalam satu paket. Sedangkan untuk pengukuran suhu seringkali tidak dilakukan, padahal pengukuran suhu diperlukan untuk mengetahui kondisi bayi

tersebut. Solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan merancang suatu alat ukur berat badan, panjang dan suhu bayi berbasis sistem minimum menggunakan metode fuzzy tsukamoto, sehingga mempermudah petugas kesehatan dalam mengukur berat badan, panjang dan suhu pada bayi.

Adapun beberapa penelitian sebelumnya yang telah dipaparkan oleh [2] membuat sistem pengukur tinggi dan berat badan. Sistem ini dibangun dengan memanfaatkan Mikrokontroler Atmega8535 sebagai pengendali sistem. Sensor ultrasonik *ping* sebagai pengukur tinggi badan balita dan sensor *strain gauge* sebagai pengukur berat badan balita. [3] membuat sistem alat ukur untuk bayi yang dimana rangkaian elektroniknya terdiri dari catudaya, mikrokontroler dan LCD, penguat *non-inverting* dan fototransistor, tinggi bayi diukur menggunakan sistem sensor berupa LED dan fototransistor dengan cara menggeser LED untuk menyesuaikan tinggi bayi. Berat diukur menggunakan sistem sensor yang terdiri dari pegas, LED dan fototransistor. [4] membuat alat pengukur tinggi dan berat badan otomatis

yang menggunakan suara sebagai output, pengukuran berat menggunakan sensor *load cell* dan untuk mengukur tinggi menggunakan sensor jarak ultrasonik. Dari tiga penelitian tersebut alat masih belum dilengkapi dengan sensor suhu untuk mengetahui suhu badan dari bayi, dan keluaran yang dihasilkan hanya berupa informasi tinggi dan berat badan bayi.

Dari beberapa penelitian yang telah dipaparkan, maka dirancang sebuah alat untuk membantu petugas kesehatan dalam mengukur berat badan, panjang dan suhu pada bayi. Maka dibuat suatu penelitian dengan judul "Purwarupa Alat Ukur Berat, Panjang dan Suhu Badan Bayi Berbasis Web Menggunakan Metode Fuzzy" sehingga mempermudah kinerja petugas kesehatan untuk mengukur bayi secara otomatis baik panjang, berat dan suhu guna mengetahui kondisi dari bayi tersebut.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Status Gizi

Status gizi merupakan keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan penggunaan zat gizi, dimana zat gizi sangat dibutuhkan oleh tubuh sebagai energi, pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh, serta pengatur proses tubuh [5]. Penilaian status gizi pada bayi didapat berdasarkan pengukuran antropometri yang terdiri dari variabel umur, jenis kelamin, berat badan (BB) dan panjang badan (PB).

2.2 Antropometri

Menurut Wignjosoebroto [6], antropometri adalah ilmu yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu ilmu yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia, karena manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran tinggi dan lebar badan dan sebagainya. Sedangkan menurut Satalaksana [7], antropometri adalah pengetahuan yang menyangkut tentang pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh.

Pengukuran antropometri meliputi pengukuran berat badan, panjang badan, lingkaran kepala dan lingkaran lengan atas. Hasil yang diperoleh dari pengukuran antropometri merupakan indikator sensitif dari kesehatan, perkembangan, dan pertumbuhan bayi dan anak. Hasil pengukuran antropometri dapat digunakan untuk mengevaluasi status gizi, apakah berupa obesitas yang disebabkan gizi lebih atau kurus

yang disebabkan oleh kurangnya gizi. Data ini penting untuk memonitor pengaruh intervensi gizi dalam upaya penyembuhan penyakit, trauma, pembedahan dan lain sebagainya.

2.3 Metode Fuzzy

Logika Fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika Fuzzy adalah teori himpunan Fuzzy. Pada teori himpunan Fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika Fuzzy [8]. Dalam logika Fuzzy terdapat beberapa hal yang penting untuk diketahui, yaitu himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, operasi himpunan fuzzy dan fungsi implikasi [8].

2.3.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan Fuzzy yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan dalam suatu variabel. Pada himpunan fuzzy, nilai keanggotaan terletak pada 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy 0 ($\mu_A[X] = 0$), berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy tidak sama dengan 0 ($\mu_A[X] = \frac{(x-a)}{(b-a)}$), berarti x merupakan anggota himpunan A , namun tidak sepenuhnya menjadi anggota himpunan A , dan apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy 1 ($\mu_A[X] = 1$), berarti x merupakan himpunan penuh dari A . Himpunan fuzzy memiliki dua atribut yaitu linguistik dan numerik.

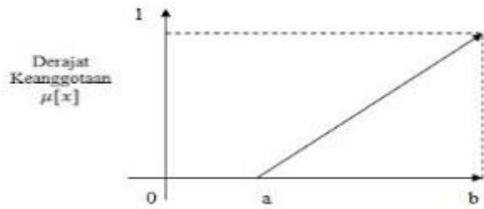
2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaan (derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan yaitu:

1. Representasi Linear

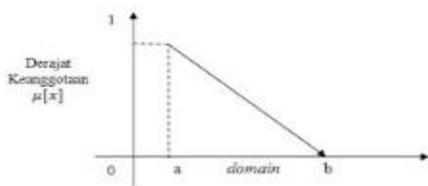
Representasi linear adalah pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Pada representasi linear terdapat dua kemungkinan, yaitu representasi kurva linear naik dilihat pada Gambar 1 dan representasi kurva linear turun yang dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan untuk fungsi keanggotaan kurva linear naik dapat dilihat pada

Persamaan 1 dan fungsi keanggotaan kurva linear turun dapat dilihat pada Persamaan 2.



Gambar 1. Representasi Kurva Linear Naik
 Fungsi keanggotaan representasi kurva linear naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

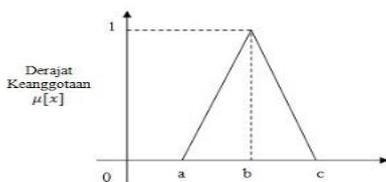


Gambar 2. Representasi Kurva Linear Turun
 Fungsi keanggotaan representasi kurva linear turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

2. Representasi Kurva Segitiga

“Kurva segitiga pada dasarnya terbentuk dari gabungan antara 2 garis (linear)” [9]. Representasi kurva segitiga dapat dilihat pada Gambar 3 dengan fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Persamaan 3.



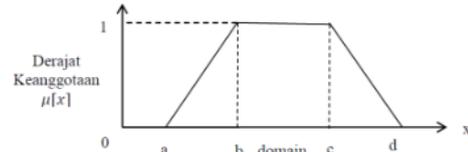
Gambar 3. Representasi Kurva Linear Segitiga
 Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

3. Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapesium terdiri dari beberapa nilai x yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, tetapi terdapat pula derajat keanggotaan yang memiliki bentuk yang sama dengan kurva segitiga. Representasi kurva trapesium dapat dilihat pada Gambar 4 dengan

fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Persamaan 4.

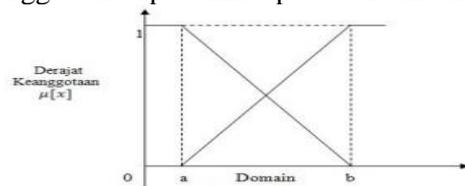


Gambar 4. Representasi Kurva Trapesium
 Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b}; & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (4)$$

4. Representasi Kurva Bahu

Daerah yang terbentuk di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk kurva segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik turun. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, sedangkan bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Representasi kurva bahu dapat dilihat pada Gambar 5 dengan fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Persamaan 5.



Gambar 5. Representasi Kurva Linear Bahu
 Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq a \\ 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (5)$$

2.9.1 Operator Dasar Zadeh

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan yang sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α -predikat. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu [9]:

1. Operator AND

Operator AND berhubungan dengan operasi interaksi pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi, operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (6)$$

2. Operator OR

Operator OR berhubungan dengan operasi *union* pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi, operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (7)$$

3. Operator NOT

Operator NOT berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi, operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(x) \quad (8)$$

2.9.2 Fungsi Implikasi

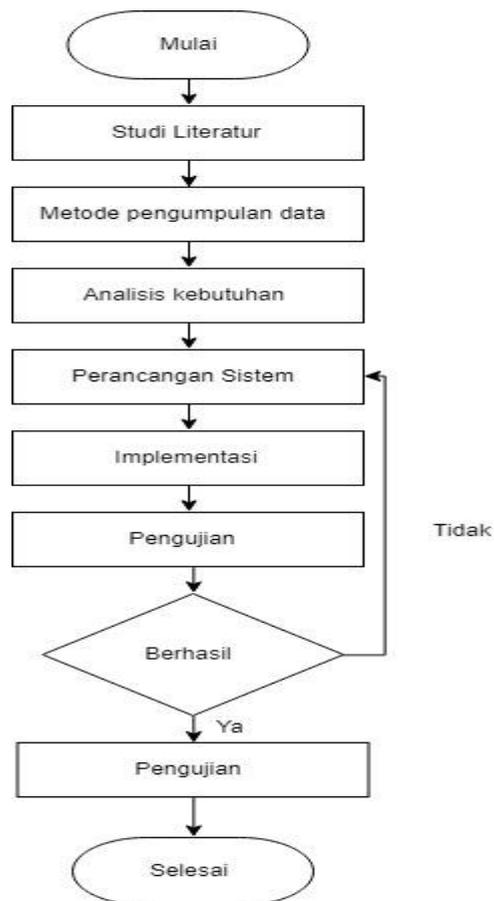
Tiap-tiap aturan yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan tiap-tiap aturan yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Tiap-tiap aturan ini diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

$$\text{IF } (X_1 \text{ is } A_1) \odot (X_2 \text{ is } A_2) \odot \dots \odot (X_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (9)$$

simbol \odot adalah operator (OR dan AND). Salah satu fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN (minimum) yang berfungsi memotong output himpunan fuzzy. Untuk mendapatkan output diperlukan 3 tahapan yaitu fuzzifikasi, komposisi aturan dan defuzzifikasi.

3. METODE PENELITIAN

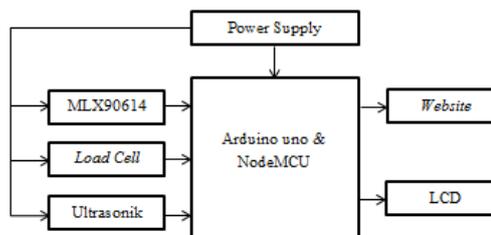
Proses penelitian yang dilakukan pertama adalah studi literatur sebagai pendukung dalam penelitian dan berkaitan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian. Selanjutnya pengumpulan data dilakukan pengambilan data pengukuran berat dan panjang badan dari 20 bayi dengan total data 96 data pengukuran. Langkah selanjutnya adalah analisa kebutuhan yang meliputi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Kemudian melakukan perancangan sistem yaitu mendesain basis data, *flowchart* dan antarmuka sistem. Selanjutnya implementasi sistem menggunakan bahasa pemrograman. Kemudian dilakukan pengujian sistem untuk memeriksa sistem yang dibuat dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan data yang *valid*. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Metode Penelitian

4. PERANCANGAN

4.1 Diagram Blok Sistem



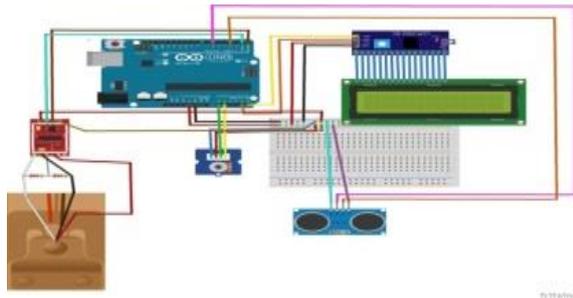
Gambar 7. Diagram Blok Sistem

Adapun penjelasan lebih lanjut dari Gambar 7 ini adalah sebagai berikut:

1. Data hasil pengukuran didapat dari pengukuran berat badan, panjang dan suhu pada bayi yang didapat dari sensor.
2. Setelah data pengukuran di dapatkan, data tersebut kemudian dikirim ke sistem aplikasi *website*.
3. Pada tahap ini data pengukuran bayi telah berada di dalam aplikasi *website*. Data akan diproses dan dilakukan perhitungan menurut metode yang digunakan.

4.2 Rancangan Perangkat Keras

Tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras secara keseluruhan dengan diagram blok sistem sebagai acuan. Perancangan perangkat keras dimulai dengan merancang rangkaian alat dan beberapa komponen menjadi sebuah sistem yang kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan sistem. Perancangan perangkat keras secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perancangan Perangkat Keras Keseluruhan

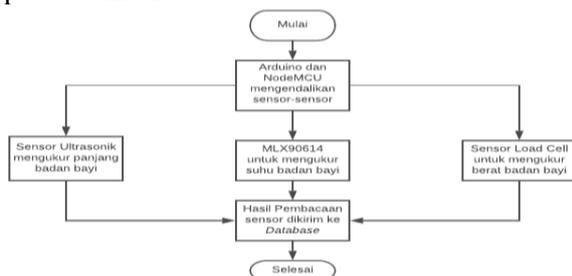
Hubungan antar komponen-komponen pada keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan Antar Komponen ke Pin Arduino

| | | Arduino |
|-------------------|-----------------------|---------------------|
| Ultrasonik | VCC, GND, Trig & Echo | 5V, GND, 6 & 5 |
| LCD I2C | GND, VCC, SDA & SCL | GND, 5V, A4 & A5 |
| Tabel 1. MLX90614 | GND, VCC, SDA & SCL | GND, 5V, A0 & A1 |
| Load Cell & HX711 | GND, VCC, DT & SCK | GND, 5V, 0 & 1 |
| NodeMCU | VCC, GND, UTXD & URXD | VCC, GND, TRX & RXD |

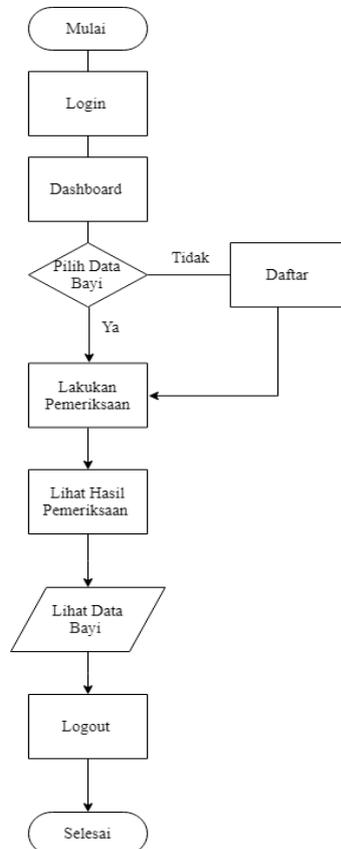
4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak terdiri dari 2, yaitu prancangan perangkat lunak arduino dan perancangan perangkat lunak *website*. Diagram alir program arduino untuk sistem pengukuran berat, panjang dan suhu badan bayi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Program Arduino

Antarmuka *website* berfungsi sebagai pengolah data uji dan data latih, serta untuk menampilkan data pengukuran berat, panjang dan suhu badan bayi yang didapatkan dari perangkat keras. Diagram alir untuk antarmuka web dapat dilihat pada Gambar 10.

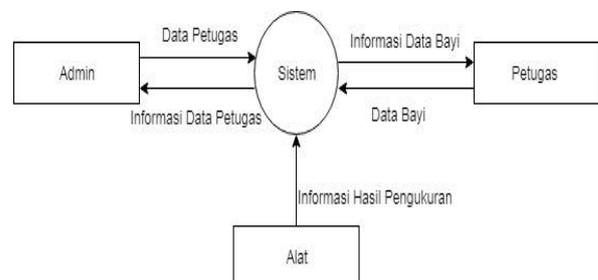


Gambar 10. Diagram Alir Antarmuka Web

4.4 Data Flow Diagram (DFD)

4.4.1 Diagram Konteks (DFD Level 0)

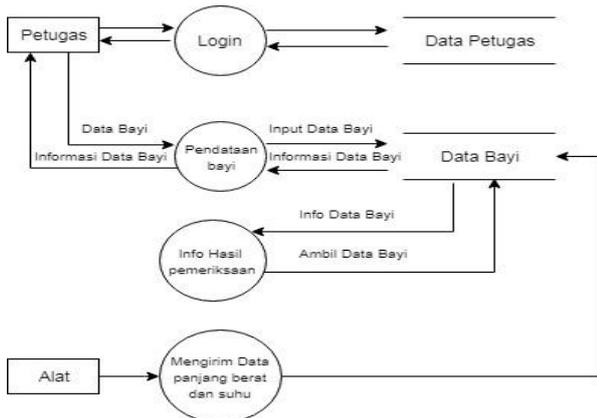
Diagram konteks dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. DFD Level 0

4.4.2 DFD Level 1

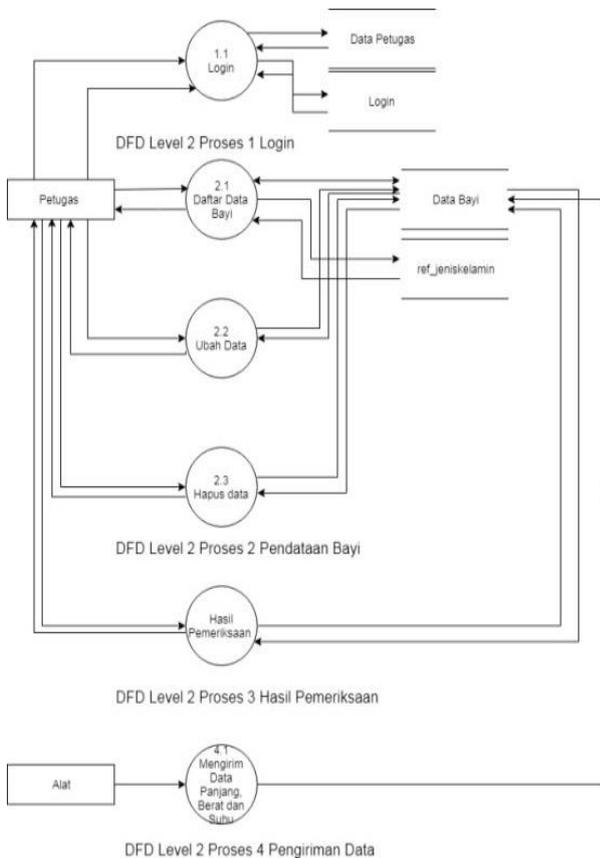
DFD level 1 dari penelitian ini terdapat dua entitas yaitu petugas dan alat, serta terdapat 6 proses yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. DFD Level 1

4.4.3 DFD Level 2

DFD level 2 pada penelitian ini merupakan dekomposisi dari proses-proses yang ada pada DFD Level 1. DFD Level 2 pada dapat dilihat pada Gambar 13.

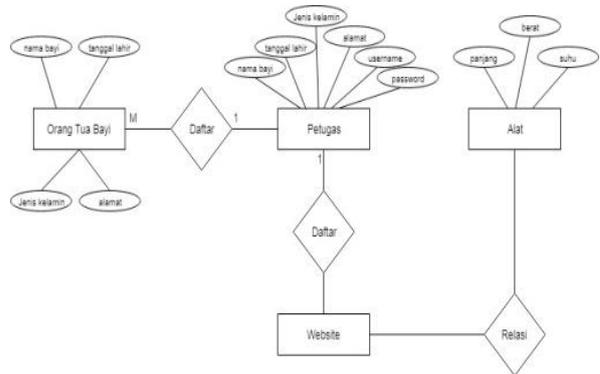


Gambar 13. DFD Level 2

4.5 Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD adalah suatu pemodelan dari basis data yang berdasarkan objek yang saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya yang dikonversikan kedalam bentuk diagram.

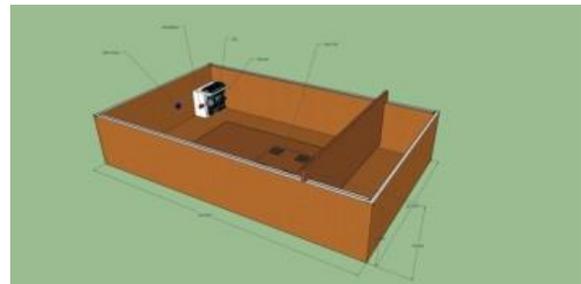
ERD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. ERD

4.6 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 15.

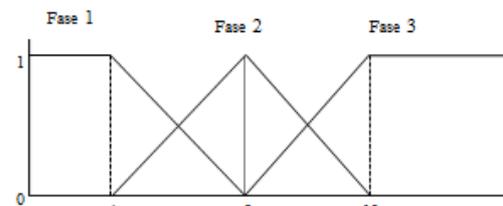


Gambar 15. Perancangan Mekanik

4.7 Rule Metode Fuzzy

4.7.1 Fuzzifikasi

Pada proses fuzzifikasi terdapat 4 variabel fuzzy input yaitu variabel umur, jenis kelamin, berat dan panjang badan. Grafik derajat keanggotaan variabel umur dapat dilihat pada Gambar 16.



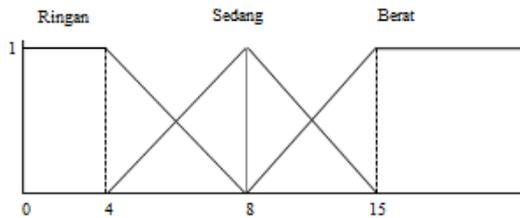
Gambar 16. Derajat keanggotaan variabel umur Dengan ketentuan untuk mendapatkan derajat keanggotaan tiap variabel sebagai berikut:

$$\mu_{fase1} = \begin{cases} 1 & ; & x \leq 4 \\ \frac{8-x}{4} & ; & 4 \leq x \leq 8 \\ 0 & ; & x \geq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{fase2} = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 4 \\ \frac{x-4}{4} & ; & 4 \leq x \leq 8 \\ \frac{12-x}{4} & ; & 8 \leq x \leq 12 \end{cases}$$

$$\mu_{fase3} = \begin{cases} 0; & x \leq 8 \\ \frac{x-8}{4}; & 8 \leq x \leq 12 \\ 1; & x \geq 12 \end{cases}$$

Grafik derajat keanggotaan variabel berat badan untuk bayi laki-laki dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Derajat keanggotaan variabel berat badan bayi laki-laki

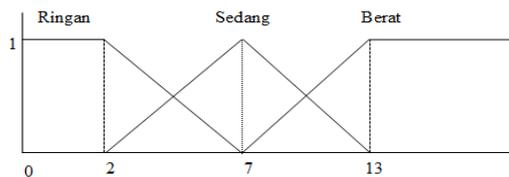
Dengan ketentuan untuk mendapatkan derajat keanggotaan berat badan bayi laki-laki sebagai berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ \frac{8.5-x}{6.5}; & 2 \leq x \leq 8.5 \\ 0; & x \geq 8.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \\ \frac{x-2}{6.5}; & 2 \leq x \leq 8.5 \\ \frac{15-x}{6.5}; & 8.5 \leq x \leq 15 \\ 0; & x \geq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} = \begin{cases} 0; & x \leq 8.5 \\ \frac{x-8.5}{6.5}; & 8.5 \leq x \leq 15 \\ 1; & x \geq 15 \end{cases}$$

Grafik derajat keanggotaan variabel berat badan bayi perempuan dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Derajat keanggotaan variabel berat badan bayi perempuan

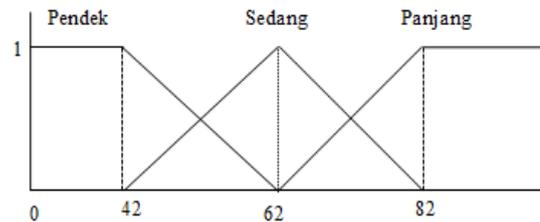
Derajat keanggotaan berat badan bayi perempuan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ \frac{7-x}{2}; & 2 \leq x \leq 7 \\ 0; & x \geq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{fase3} = \begin{cases} 0; & x \leq 8 \\ \frac{x-2}{5}; & 7 \leq x \leq 13 \\ \frac{13-x}{1}; & x \geq 13 \end{cases}$$

$$\mu_{fase3} = \begin{cases} 0; & x \leq 7 \\ \frac{x-7}{6}; & 7 \leq x \leq 13 \\ 1; & x \geq 13 \end{cases}$$

Grafik derajat keanggotaan variabel panjang badan bayi laki-laki dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Derajat Keanggotaan Panjang Badan Bayi Laki-laki

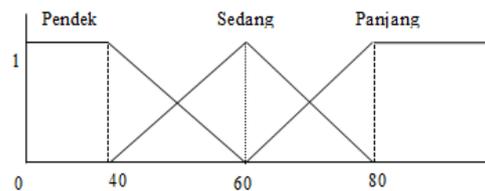
Derajat keanggotaan panjang badan untuk bayi laki-laki sebagai berikut:

$$\mu_{pendek} = \begin{cases} 1; & x \leq 42 \\ \frac{62-x}{20}; & 42 \leq x \leq 62 \\ 0; & x \geq 62 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; & x \leq 42 \\ \frac{x-42}{20}; & 42 \leq x \leq 62 \\ \frac{82-x}{20}; & 62 \leq x \leq 82 \\ 0; & x \geq 82 \end{cases}$$

$$\mu_{panjang} = \begin{cases} 0; & x \leq 62 \\ \frac{x-62}{20}; & 62 \leq x \leq 82 \\ 1; & x \geq 82 \end{cases}$$

Grafik derajat keanggotaan variabel panjang badan bayi perempuan dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik Derajat Keanggotaan Panjang Bayi Perempuan

Derajat keanggotaan panjang badan untuk bayi perempuan sebagai berikut:

$$\mu_{pendek} = \begin{cases} 1; & x \leq 40 \\ \frac{60-x}{20}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 0; & x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{x-40}{20}; & 40 \leq x \leq 60 \\ \frac{80-x}{20}; & 60 \leq x \leq 80 \\ 0; & x \geq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{panjang} = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{80-x}{20}; & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 80 \end{cases}$$

Setelah didapatkan derajat keanggotaan proses selanjutnya adalah komposisi aturan

dengan pendekatan basis pengetahuan yang berbasis aturan berdasarkan 3 variabel masukkan. Basis pengetahuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Basis Pengetahuan

| Kode | Aturan | | | Status Gizi |
|------|--------|--------|---------|-------------|
| | Var 1 | Var 2 | Var 3 | |
| R1 | Fase 1 | Ringan | Pendek | Kurang |
| R2 | Fase 1 | Ringan | Sedang | Kurang |
| R3 | Fase 1 | Ringan | Panjang | Kurang |
| R4 | Fase 1 | Sedang | Pendek | Normal |
| R5 | Fase 1 | Sedang | Sedang | Normal |
| R6 | Fase 1 | Sedang | Panjang | Lebih |
| R7 | Fase 1 | Berat | Pendek | Obesitas |
| R8 | Fase 1 | Berat | Sedang | Lebih |
| R9 | Fase 1 | Berat | Panjang | Lebih |
| R10 | Fase 2 | Ringan | Pendek | Kurang |
| R11 | Fase 2 | Ringan | Sedang | Kurang |
| R12 | Fase 2 | Ringan | Panjang | Buruk |
| R13 | Fase 2 | Sedang | Pendek | Normal |
| R14 | Fase 2 | Sedang | Sedang | Normal |
| R15 | Fase 2 | Sedang | Panjang | Normal |
| R16 | Fase 2 | Berat | Pendek | Obesitas |
| R17 | Fase 2 | Berat | Sedang | Lebih |
| R18 | Fase 2 | Berat | Panjang | Lebih |
| R19 | Fase 3 | Ringan | Pendek | Kurang |
| R20 | Fase 3 | Ringan | Sedang | Buruk |
| R21 | Fase 3 | Ringan | Panjang | Buruk |
| R22 | Fase 3 | Sedang | Pendek | Normal |
| R23 | Fase 3 | Sedang | Sedang | Normal |
| R24 | Fase 3 | Sedang | Panjang | Obesitas |
| R25 | Fase 3 | Berat | Pendek | Lebih |
| R26 | Fase 3 | Berat | Sedang | Lebih |
| R27 | Fase 3 | Berat | Panjang | Lebih |

5. IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan Metode Fuzzy dan Z-Score

Perhitungan metode fuzzy dan z-score berfungsi sebagai pembanding untuk mengetahui validasi dalam hasil penentuan status gizi bayi. Diketahui bayi laki-laki bernama Agung Guntoro berumur 7 bulan dengan hasil pengukuran berat badan 7 kg dan panjang badan 55 cm. Berdasarkan data yang telah didapat maka

dilakukan perhitungan metode fuzzy, variabel umur terdapat pada fase 1 dan fase 2, sehingga perhitungan berdasarkan proses fuzzifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Fase1} = \frac{8-7}{4} = 0.25$$

$$\mu_{Fase2} = \frac{7-4}{4} = 0.75$$

Variabel berat badan bayi terdapat dalam kategori ringan dan sedang, sehingga perhitungan sebagai berikut:

$$\mu_{Ringan} = \frac{8.5-7}{6.5} = 0.23$$

$$\mu_{Sedang} = \frac{7-2}{6.5} = 0.76$$

Variabel panjang badan bayi terdapat pada kategori pendek dan sedang, sehingga perhitungan berikut:

$$\mu_{Pendek} = \frac{62-55}{20} = 0.35$$

$$\mu_{Sedang} = \frac{55-42}{20} = 0.65$$

Setelah diperoleh nilai derajat, proses selanjutnya adalah komposisi aturan. Terdapat beberapa aturan fuzzy yang sama, sehingga akan diambil solusi fuzzy dengan menggunakan metode Min yang akan dijabarkan sebagai berikut:

Fase 1 (0.25) and ringan (0.23) and pendek (0.35) then kurang = 0.23

Fase 1 (0.25) and ringan (0.23) and sedang (0.65) then kurang = 0.23

Fase 1 (0.25) and sedang (0.76) and ringan (0.35) then normal = 0.25

Fase 1 (0.25) and sedang (0.76) and sedang (0.65) then normal = 0.25

Fase 2 (0.75) and ringan (0.23) and pendek (0.35) then kurang = 0.23

Fase 2 (0.75) and ringan (0.23) and sedang (0.65) then kurang = 0.23

Fase 2 (0.75) and sedang (0.76) and ringan (0.35) then normal = 0.35

Fase 2 (0.75) and sedang (0.76) and sedang (0.65) then normal = 0.65

Proses terakhir yaitu defuzzifikasi, sehingga nilai z diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$z^* = \frac{((0.23 * 48) + (0.23 * 48) + (0.25 * 53) + (0.25 * 53) + (0.23 * 48) + (0.23 * 48) + (0.35 * 53) + (0.65 * 53))}{(0.23 + 0.23 + 0.25 + 0.25 + 0.23 + 0.23 + 0.35 + 0.65)}$$

$$z^* = \frac{(11.04 + 11.04 + 13.25 + 13.25 + 11.04 + 11.04 + 18.55 + 34.45)}{(0.23 + 0.23 + 0.25 + 0.25 + 0.23 + 0.23 + 0.35 + 0.65)}$$

$$z^* = \frac{123.66}{2.42} = 51.09 \text{ (normal)}$$

Setelah didapat hasil dari perhitungan metode fuzzy dengan data yang sama yaitu bayi laki-laki bernama Agung Guntoro berumur 7 bulan dengan berat badan 7 kg dan panjang badan 55 cm akan dilakukan perhitungan z-score sebagai berikut:

$$BB/U = \frac{7 - 8,3}{8,3 - 7,4} = -1,4 \text{ (Gizi normal)}$$

$$PB/U = \frac{55 - 69,2}{69,2 - 67} = -6,45 \text{ (Sangat pendek)}$$

5.2 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kerja dari sistem pengukuran dan perhitungan status gizi bayi, baik perangkat keras

$$BB/PB = \frac{7 - 4,5}{5,1 - 4,5} = 4,17 \text{ (Obesitas)}$$

Setelah dilakukan perhitungan didapat nilai metode fuzzy (51,09) dan z-score (-1,4), nilai yang didapat kemudian dibandingkan sebagai validasi, setelah dibandingkan bayi Agung Guntoro memiliki status gizi “normal”.

maupun aplikasi antarmuka *website* yang telah dibuat. Hasil pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

| NO | Nama Bayi | P/L | Umur (Bulan) | Tanggal Pemeriksaan | Hasil Pengukuran | | Z-Score | | | Metode Fuzzy | | Validasi |
|----|---------------------------|-----|--------------|---------------------|------------------|---------|---------|--------|--------|--------------|--------|--------------|
| | | | | | BB (kg) | PB (cm) | BB/U | PB/U | BB/PB | Sistem | Manual | |
| 1 | Agung Guntoro | L | 7 | 17/07/2019 | 7,00 | 55,00 | Baik | Pendek | Gendut | Baik | Baik | Sesuai |
| 2 | Aiman | L | 9 | 20/03/2019 | 5,50 | 65,00 | Kurang | Pendek | Kurus | Kurang | Baik | Sesuai |
| 3 | Bimo Bijaksono | L | 3 | 20/01/2017 | 5,80 | 65,00 | Baik | Normal | Kurus | Baik | Baik | Sesuai |
| 4 | Carla Ekawati | P | 5 | 17/07/2019 | 7,10 | 60,00 | Baik | Normal | Kurus | Baik | Baik | Sesuai |
| 5 | Dayyan Parvaiz Al Muzzaki | L | 1 | 20/07/2019 | 4,10 | 54,00 | Baik | Normal | Normal | Baik | Baik | Sesuai |
| 6 | Geogre | L | 10 | 15/02/2018 | 6,50 | 73,00 | Kurang | Normal | Kurus | Baik | Baik | Tidak Sesuai |
| 7 | Juan Tristan | L | 6 | 08/01/2018 | 7,90 | 60,00 | Baik | Pendek | Gendut | Baik | Baik | Sesuai |
| 8 | Ricarhd | L | 8 | 20/03/2016 | 15,00 | 67,00 | Lebih | Normal | Gendut | Lebih | Baik | Sesuai |
| 9 | Sapri Aldiansyah | L | 2 | 17/07/2019 | 3,50 | 50,00 | Baik | Pendek | Normal | Baik | Baik | Sesuai |
| 10 | Saripah | P | 6 | 25/04/2017 | 3,50 | 66,50 | Buruk | Normal | Kurus | Buruk | Baik | Sesuai |

5.3 Analisa Pengujian

Dari keseluruhan hasil pengujian yang telah dilakukan oleh sistem pengukuran berat, panjang dan suhu badan bayi dapat berfungsi sesuai

dengan perancangan yang telah dibuat. Analisa pengujian dapat dilihat dari parameter hasil pengujian pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter Hasil Pengujian

| No | Pengujian | Parameter | Keterangan | Hasil |
|----|------------------------------------|---|--|----------|
| 1 | Pengujian sensor ultrasonik | Sensor dapat mengukur panjang badan bayi | Sensor dapat mengukur panjang badan bayi dan hasil pengukuran dapat ditampilkan pada LCD dan <i>website</i> . | Berhasil |
| 2 | Pengujian sensor <i>load cell</i> | Sensor dapat mengukur berat badan bayi | Sensor dapat mengukur berat badan bayi dan hasil pengukuran dapat ditampilkan pada LCD dan <i>website</i> . | Berhasil |
| 3 | Pengujian sensor MLX90614 | Sensor dapat mengukur suhu badan bayi | Sensor dapat mengukur suhu badan bayi dan hasil pengukuran dapat ditampilkan pada LCD dan <i>website</i> . | Berhasil |
| 4 | Pengujian LCD 16x2 12C | LCD berfungsi sebagai <i>user interface</i> pada bagian alat | LCD merespons baik dengan menampilkan hasil pengukuran dan informasi hasil <i>upload</i> data. | Berhasil |
| 5 | Pengujian NodeMCU | NodeMCU berfungsi untuk mengirimkan data ke <i>website</i> | NodeMCU dapat mengirimkan data dari hasil pengukuran ke <i>website</i> dan informasi dari <i>upload</i> data dapat ditampilkan pada LCD. | Berhasil |
| 6 | Pengujian antarmuka <i>website</i> | <i>Website</i> dapat berfungsi sesuai dengan program yang dibuat, dapat ter koneksi dengan Arduino. | <i>Website</i> ter koneksi dengan Arduino, dapat menerima data hasil pengukuran sensor-sensor dari Arduino serta dapat memproses dan menyimpan data yang dikirimkan melalui Arduino. | Berhasil |

Tabel 4. Parameter Hasil Pengujian (Lanjutan)

| No | Pengujian | Parameter | Keterangan | Hasil |
|----|---------------------------|---|---|----------|
| 7 | Implementasi metode fuzzy | Metode fuzzy dapat menentukan status gizi | Metode fuzzy dapat menentukan status gizi berdasarkan berat dan panjang badan bayi yang didapat dari hasil pengukuran alat. | Berhasil |

6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan pengujian dan penerapan dari sistem pengukuran berat, panjang dan suhu badan bayi berbasis web menggunakan metode fuzzy, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan adanya sistem pengukuran berat, panjang dan suhu badan bayi berbasis web dan perhitungan status gizi dengan menggunakan metode fuzzy, proses pengukuran tidak perlu lagi dilakukan secara manual dan satu per satu, karena purwarupa sudah bisa merangkap proses tersebut dalam satu sistem secara otomatis.
2. Integrasi antara arduino dan *website* dapat berfungsi secara otomatis dengan cara Arduino mengirim data pembacaan sensor *load cell*, ultrasonik dan MLX90614 berupa hasil pengukuran ke *website*, sehingga *website* berhasil menampilkan data berupa hasil pengukuran dan perhitungan status gizi.
3. Purwarupa berat, panjang dan suhu badan bayi yang dibuat dapat membuat bayi merasa nyaman dengan tidak membatasi gerak bayi.
4. Dalam sistem pengukuran, untuk pengukuran berat badan didapatkan *error* sebesar 0,1885%, pengukuran panjang badan didapat *error* sebesar 0,085% dan pengukuran suhu badan didapat *error* sebesar 0,74% yang didapat dari 10 kali pengujian.
5. Dalam sistem perhitungan status gizi berdasarkan metode fuzzy dari 96 data yang diuji didapat 4 data yang tidak sesuai dengan perbandingan perhitungan *z-score*.
6. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan tingkat akurasi dari metode fuzzy sebesar 95,83%.

6.2 Saran

Adapun saran untuk perbaikan dan pengembangan dari tugas akhir ini adalah:

1. Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan sistem ini tidak hanya terbatas pada pengukuran berat, panjang dan suhu

badan tetapi ditambah dengan pengukuran lingkaran kepala dan lingkaran lengan atas.

2. Diharapkan sistem perangkat lunak dapat ditingkatkan bukan hanya untuk bayi tapi juga bisa digunakan untuk balita. Dapat juga ditambah fitur-fitur yang sekiranya dapat memaksimalkan *website* yang telah dibuat.
3. Diharapkan sistem ini bukan hanya dibuat skala prototipe, tapi bisa dikembangkan untuk skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suparyanto. (2010). *Deteksi Dini Tumbuh Kembang Anak Balita Melalui KMS*. Jombang: STIKES Kabupaten Jombang.
- [2] Kusumah, H. (2015). Sistem Pengukuran Tinggi dan Berat Badan Untuk Posyandu Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535.
- [3] Fajri, N. (2014). Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Bayi Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Sensor Fototransistor. *Jurnal Fisika Unand Vol. 3, No. 3, Juli 2014*.
- [4] Chalid, R. A. (2016). Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Otomatis Output Suara Berbasis Mikrokontroler.
- [5] Auliya, C., K.H, O. W., & Budiono, I. (2015). Jurnal Profil Status Gizi Balita Ditinjau Dari Topografi Wilayah Tempat Tinggal (Studi Di Wilayah Pantai Dan Wilayah Punggug Bukit Kabupaten Jepara).
- [6] Wignjosebroto, S. (2003). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.
- [7] Satalaksana, I. Z. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- [8] Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Kusumadewi, S. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.