

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Pertumbuhan (*growth*) berkaitan dengan masalah penambahan ukuran, besar, jumlah atau dimensi pada tingkat sel, organ maupun individu. Pertumbuhan bersifat kuantitatif sehingga dapat diukur dengan satuan berat (*gram, kilogram*), satuan panjang (cm, m), umur tulang, dan keseimbangan metabolik (retensi *kalsium* dan *nitrogen* dalam tubuh). Penilaian pertumbuhan dapat dilakukan sedini mungkin sejak anak dilahirkan. Dasar utama dalam menilai pertumbuhan fisik anak adalah penilaian menggunakan alat baku (standar). Untuk menjamin ketepatan dan keakuratan penilaian harus dilakukan dengan teliti dan rinci. Penilaian perlu dilakukan dalam kurun waktu tertentu untuk menilai kecepatan pertumbuhan [1].

Parameter *antropometrik* yang dipakai dalam penilaian pertumbuhan fisik adalah tinggi badan, berat badan, lingkar kepala, lipatan kulit, lengan atas, panjang lengan, proporsi tubuh dan panjang tubuh [1]. Salah satu penilaian pertumbuhan fisik yang dapat digunakan adalah pengukuran berat badan (bb). Sehingga dibutuhkan suatu alat yang dapat mengukur berat badan bayi. Dalam penelitian ini penulis memaparkan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti tentang timbangan bayi sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dan mengkaji penelitian yang akan

dilakukan. Adapun teori yang dipakai sebagai acuan dan referensi penulis bersumber dari skripsi, karya tulis ilmiah dan jurnal.

Skripsi milik Atoillah Fatul Fajar, mahasiswa Jurusan Fisika Universitas Jember tahun 2011 yang berjudul Rancang Bangun Timbangan Bayi Berbasis *PC* Menggunakan Sensor *Linear Variable Differential Transformer (LVDT)*. Alat tersebut dirancang menggunakan sensor *LVDT* dan rangkaian mikrokontroler *ATMega 16* sebagai pengolah datanya. Cara kerja alat tersebut adalah saat alat diberi beban maka sensor akan memberikan respon berupa perubahan tegangan ketika ada pergeseran. Perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sensor akan diteruskan pada rangkaian mikrokontroler, sehingga tegangan keluaran sensor akan diubah menjadi sinyal digital yang kemudian akan diteruskan pada komputer dan ditampilkan menggunakan aplikasi *visual basic*. Data yang ditampilkan pada komputer secara otomatis akan disimpan pada *file* basis data, sehingga hasil penimbangan akan tersimpan secara kolektif. Namun hasil penelitian menunjukkan nilai *error* yang cukup tinggi, yaitu pada beban 1,0 Kg memiliki nilai *error* sebesar 50%, beban 2,0 Kg memiliki nilai *error* sebesar 25% dan beban 3,0 Kg memiliki nilai *error* sebesar 16,7%.

Karya Tulis Ilmiah milik Eko Prasetyo Suryowidodo, mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta tahun 2011 yang berjudul Instrumentasi Pengukuran Berat Badan dan Lingkar Kepala Bayi Berbasis *ATMega 16*. Alat tersebut dirancang menggunakan sensor *LVDT* dan rangkaian mikrokontroler *ATMega 16* sebagai pengolah datanya. Hasil penelitian pada pengujian sensor *load cell* memiliki selisih rata-rata sebesar 0,02 Kg dengan

presentase penyimpangan 4%, sedangkan selisih rata-rata sensor *load cell* dengan timbangan analog sebesar 0,3 Kg dengan presentase penyimpangan 4,57%. Kekurangan alat tersebut yaitu hanya diperuntukkan bayi dengan usia 0-5 bulan, dibutuhkan ketelitian dan kecermatan dalam pengukuran karena karakteristik dari sensor yang digunakan terlalu sensitif mendeteksi perubahan posisi bayi, sehingga beban yang terbaca juga cepat berubah.

Jurnal Fisika Universitas Andalas yang dibuat oleh Nurul Fajri dan Wildian tahun 2014 yang berjudul Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Bayi Berbasis Mikrokontroler *ATMega 8535* dengan Sensor Fototransistor dan *LED*. Cara kerja alat tersebut adalah dengan mengukur perubahan pegas dari sebelum dan sesudah diberikan beban menggunakan sensor fototransistor. Setelah itu sinyal yang dihasilkan sensor fototransistor yang berupa analog diubah ke digital oleh mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan di *LCD* dengan resolusi satu angka belakang koma (0,0). Namun alat tersebut masih memiliki presentase error yang cukup tinggi yaitu 4,41% dan massa beban (bayi) *minimum* yang dapat diukur adalah 2 Kg sedangkan untuk massa beban di bawah 2 Kg tidak dapat terdeteksi lagi oleh alat tersebut.

Karya Tulis Ilmiah milik Dian Lutfiani, mahasiswa Jurusan Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta tahun 2016 yang berjudul Timbangan Bayi Digital Berbasis Mikrokontroler *ATMega 8535*. Pada alat tersebut didapatkan hasil *error* yang kecil, yaitu 0,42%. Namun alat tersebut rancangan mekanik dan *box* masih kurang baik sehingga dapat mempengaruhi nilai *error* tersebut.

Penelitian-penelitian tersebut memiliki perbedaan pada sensor dan mikrokontroler yang digunakan namun belum ada tambahan *output* suara pada alat yang penulis anggap penting dan dapat membantu serta memudahkan *user* yang memiliki penglihatan yang kurang sempurna seperti rabun jauh, rabun dekat dan lain sebagainya.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Berat Bayi Lahir

Berat badan merupakan ukuran *antropometrik* yang terpenting, dipakai pada setiap kesempatan memeriksa kesehatan anak pada semua kelompok umur. *Antropometrik* merupakan suatu studi tentang pengukuran tubuh manusia dalam hal dimensi tulang, otot, dan jaringan lemak [2].

Berat badan dapat juga diartikan sebagai hasil peningkatan/penurunan antara lain tulang, otot, lemak, cairan tubuh, dll. Berat badan dipakai sebagai indikator terbaik pada saat ini untuk mengetahui keadaan gizi dan tumbuh kembang anak [3]. Berat bayi lahir adalah berat bayi yang ditimbang dalam 1 jam setelah lahir. Kualitas bayi baru lahir juga dapat diketahui melalui pengukuran berat badan bayi setelah dilahirkan. Pengukuran berat badan bayi lahir dapat dilakukan dengan menggunakan timbangan yang relatif murah, mudah dan tidak memerlukan banyak waktu [3]. Dari hasil pengukuran berat badan tersebut baru dapat ditentukan apakah berat badan bayi tersebut termasuk dalam klasifikasi normal, rendah, sangat rendah atau ekstrem rendah. Klasifikasi berat badan bayi baru lahir dapat dibedakan atas [4]:

1. Bayi dengan berat badan normal, yaitu > 2500 gram.

2. Bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) yaitu antara 1500 *gram* – 2500 *gram*.
3. Bayi dengan berat badan lahir sangat rendah (BBLSR), dimana berat lahirnya adalah < 1500 *gram*.
4. Bayi dengan berat badan lahir ekstrem rendah (BBLER), dimana berat lahirnya adalah < 1000 *gram*.

2.2.2. Timbangan Digital

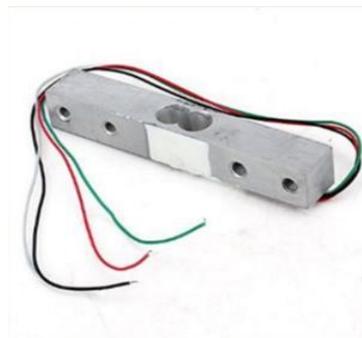
Timbangan digital yaitu jenis timbangan yang bekerja secara elektronik dengan tenaga listrik. Umumnya timbangan ini menggunakan arus lemah dan indikatornya berupa angka digital pada layar [5].

Timbangan digital dikenal lebih akurat. Kita akan lebih mudah untuk membaca hasil pengukuran seperti yang ditampilkan pada *LCD*. Sebagian besar timbangan digital bekerja menggunakan baterai tetapi ada beberapa yang memerlukan tegangan *AC* [6].

2.3. Sensor Load Cell

Load cell adalah suatu alat *transducer* yang menghasilkan keluaran yang proporsional dengan beban atau gaya yang diberikan. *Load cell* dapat memberikan pengukuran yang akurat dari gaya dan beban. *Load cell* digunakan untuk mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan *variable* [7]. Adapun prinsip pengukuran yang dilakukan oleh *load cell* menggunakan prinsip tekanan yang memanfaatkan *strain gauge* sebagai pengindera (sensor). *Strain gauge* adalah sebuah *transducer* pasif yang mengubah suatu pergeseran mekanis menjadi perubahan tahanan, karena adanya tekanan dari beban yang ditimbang, akan

menyebabkan tahanan dari *foil* kawat (timah atau perak yang berukuran tipis) berubah terhadap panjang jika bahan pada *strain gauge* disatukan mengalami tarikan atau tekanan. Perubahan tahananannya sebanding dengan perubahan regangan. Perubahan ini kemudian diukur dengan jembatan *Wheatstone* dan tegangan keluaran dijadikan referensi beban yang diterima *load cell* [8]. Bentuk fisik *load cell* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

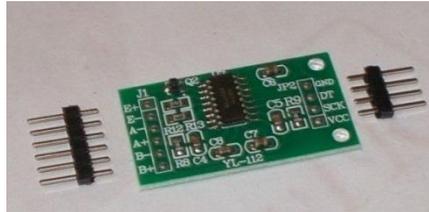


Gambar 2.1 Sensor *load cell*

2.4. Modul HX711

Modul HX711 yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 adalah modul timbangan yang memiliki prinsip kerja menguatkan perubahan tegangan yang terukur pada sensor *load cell* dan mengkonversinya ke dalam besaran listrik melalui rangkaian yang ada. HX711 presisi 24-bit *analog-to-digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital (*weight scales*) dan industrial control aplikasi yang terkoneksi dengan sensor jembatan (*bridge sensor*)[9].

Kelebihan dari modul HX711 adalah struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil serta memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. Modul Hx711 juga dapat digunakan pada bidang *aerospace*, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya.



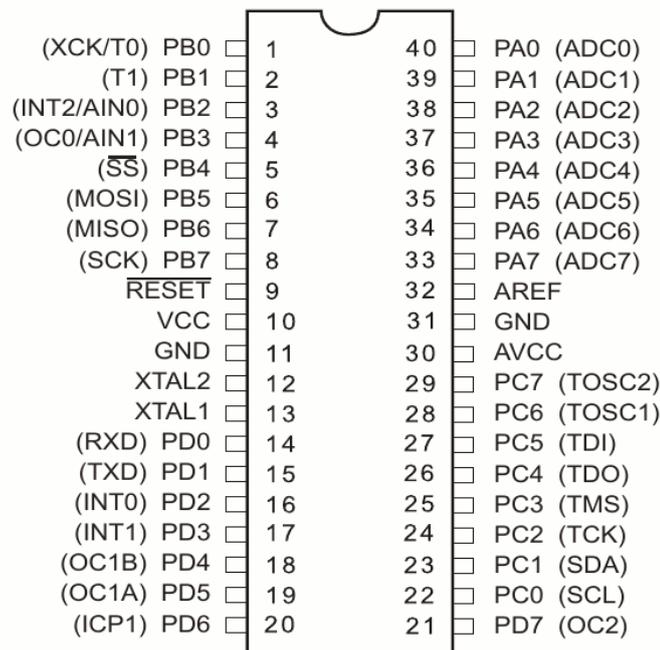
Gambar 2.2 Bentuk fisik modul HX711

2.5. Rangkaian *Minimum System ATmega 16*

Rangkaian *minimum system ATmega 16* memiliki arsitektur *Harvard*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan unjuk kerja dan paralelisme. Instruksi - instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*. 32 x 8 bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada *Aritmetic Logic Unit (ALU)* yang dapat dilakukan dalam satu siklus. Enam dari register serba guna dapat digunakan sebagai tiga buah register *pointer* [10]. *ATmega 16* memiliki keistimewaan seperti yang terlihat pada Gambar 2.3 sehingga dapat dijadikan pembeda dengan *ATmega* yang lainnya. Beberapa keistimewaan tersebut antara lain:

1. Mikrokontroler *AVR 8 bit* yang memiliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah.
2. Arsitektur *RISC* dengan *throughput* mencapai 16 *MIPS* pada frekuensi 16MHz.
3. Memiliki kapasitas *flash* memori 16 *KByte*, *EEPROM* 512 *Byte* dan *SRAM* 1 *KByte*.

4. Saluran *I/O* sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*.
5. *CPU* yang terdiri dari 32 buah register.
6. Unit interupsi dan eksternal.
7. *Port USART* untuk komunikasi serial.



Gambar 2.3 Konfigurasi kaki (*pin*) *ATMega 16*

Konfigurasi *pin ATMega 16* dengan kemasan 40 *pin Dual In-line Package (DIP)*. Adapun fungsi dari masing-masing *pin ATMega 16* sebagai berikut.

1. *VCC* merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. *GND* merupakan *pin ground*.
3. *Port A* (PA0 – PA7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* masukan *ADC*.
4. *Port B* (PB0 – PB7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi khusus port B

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PB0	<i>XCK (USART External Clock Input/Output)</i>
	<i>T0 (Timer/Counter0 External Counter Input)</i>
PB1	<i>T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)</i>
PB2	<i>INT2 (External Interupt 2 Input)</i>
	<i>AIN0 (Analaog Comparator Negative Input)</i>
PB3	<i>OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Macth Output)</i>
	<i>AIN1 (Analaog Comparator Negative Input)</i>
PB4	<i>SPI Slave Select Input</i>
PB5	<i>MOSI (SPI Bus Master Output /Slave Input)</i>
PB6	<i>MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)</i>
PB7	<i>SCK (SPI Bus Serial Clock)</i>

5. Port C (PC0 – PC7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi khusus port C

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PC0	<i>SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)</i>
PC1	<i>SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)</i>
PC2	<i>TCK (Joint Test Action Group Test Clock)</i>
PC3	<i>TMS (JTAG Test Mode Select)</i>
PC4	<i>TDO (JTAG Data Out)</i>
PC5	<i>TDI (JTAG Test Data In)</i>
PC6	<i>TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)</i>
PC7	<i>TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)</i>

6. Port D (PD0 – PD7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* khusus, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fungsi khusus port D

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PD0	<i>RXD (USART Input Pin)</i>
PD1	<i>TXD (USART Output Pin)</i>
PD2	<i>INT0 (External Interupt 0 Input)</i>
PD3	<i>INT1 (External Interupt 1 Input)</i>
PD4	<i>OC1B (Timer/Counter 1 Output Compare B Match Output)</i>
PD5	<i>OC1A (Timer/Counter 1 Output Compare A Match Output)</i>
PD6	<i>ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin)</i>
PD7	<i>OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)</i>

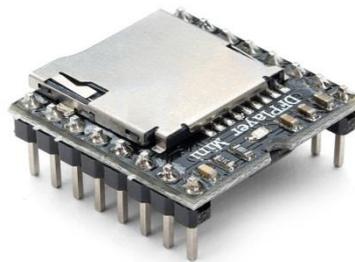
2.6. *Micro SD Card*

Micro Secure Digital Card atau biasa yang disebut *Micro SD Card* yaitu suatu alat sebagai media penyimpanan digital (seperti gambar, audio dan video) yang banyak digunakan pada berbagai macam perangkat [11]. Ukuran dari kartu memori ini bermacam-macam mulai dari 128MB, 512MB, 1GB dan seterusnya bahkan sampai ada *memory card* dengan kapasitas 32GB atau lebih [12].

2.7. *Modul DFPlayer Mini*

Gambar 2.4 merupakan bentuk fisik modul *DFPlayer Mini*. Modul *DFPlayer Mini* adalah *module sound/music player* yang mendukung beberapa *file* salah satunya adalah *file mp3* yang umum digunakan sebagai format *sound file*. Modul *DFPlayer Mini* mempunyai 16 *pin interface* berupa standar *DIP pin header* pada kedua sisinya [13]. Melalui perintah-perintah serial sederhana untuk menentukan pemutaran musik/rekaman suara, serta bagaimana cara

memutar musik/rekaman suara dan fungsi lainnya, tidak melalui operasi yang rumit, mudah digunakan, stabil dan dapat diandalkan adalah fitur-fitur yang paling penting dari modul ini. Pada Tabel 2.4 merupakan nama dan fungsi masing-masing *pin* pada modul *DFPlayer Mini*:



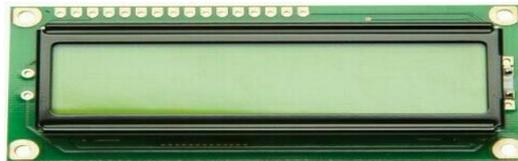
Gambar 2.4 Bentuk fisik modul *DFPlayer Mini*

Tabel 2.4 *Pin description*

No	<i>Pin</i>	<i>Description</i>	<i>Note</i>
1	<i>VCC</i>	<i>Input Voltage</i>	DC3.2~5.0 V; Type; DC4.2 V
2	<i>RX</i>	<i>UART serial input</i>	
3	<i>TX</i>	<i>UART serial output</i>	
4	<i>DAC_R</i>	<i>Audio output right chanel</i>	<i>Drive earphone and amplifier</i>
5	<i>DAC_L</i>	<i>Audio output left chanel</i>	<i>Drive earphone and amplifier</i>
6	<i>SPK2</i>	<i>Speaker-</i>	<i>Drive speaker less than 3W</i>
7	<i>GND</i>	<i>Ground</i>	<i>Power GND</i>
8	<i>SPK1</i>	<i>Speaker+</i>	<i>Drive speaker less than 3W</i>
9	<i>IO1</i>	<i>Trigger port 1</i>	<i>Short press to play previous (long press to decrease volume)</i>
10	<i>GND</i>	<i>Ground</i>	<i>Power GND</i>
11	<i>IO2</i>	<i>Trigger port 2</i>	<i>Short press to play previous (long press to increase volume)</i>
12	<i>ADKEY1</i>	<i>AD port 1</i>	<i>Trigger play first segment</i>
13	<i>ADKEY2</i>	<i>AD port 2</i>	<i>Trigger play fifth segment</i>
14	<i>USB+</i>	<i>USB+ DP</i>	<i>USB port</i>
15	<i>USB-</i>	<i>USB- DM</i>	<i>USB port</i>
16	<i>BUSY</i>	<i>Playing status</i>	<i>Low means playing /High means no</i>

2.8. *Liquid Cristal Display (LCD)*

Liquid Cristal Display (LCD) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Material *Liquid Cristal Display (LCD)* adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan *indium oksida* dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari *segment*. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan *segment* yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan [14]. Bentuk fisik *LCD* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *LCD* 16x2 karakter

2.9. *Speaker*

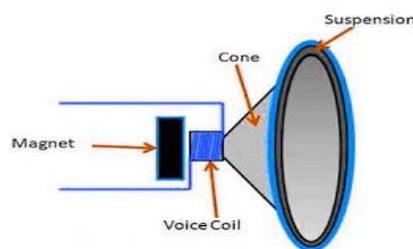
Speaker seperti yang terlihat pada Gambar 2.6. adalah perangkat elektronika yang terbuat dari logam dan memiliki membran, kumparan, serta magnet sebagai bagian yang saling melengkapi. Tanpa adanya membran, sebuah *speaker* tidak akan mengeluarkan bunyi, demikian juga sebaliknya. Fungsi tiap bagian pada *speaker* saling terkait satu sama lain [15].

Menurut Purnamasari, *speaker* adalah transduser yang mengubah sinyal elektrik ke frekuensi audio (suara) dengan cara menggetarkan komponennya yang berbentuk selaput [15].



Gambar 2.6 Bentuk fisik *speaker*

Berdasarkan Gambar 2.7, pada dasarnya *speaker* terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *cone*, *suspension*, magnet permanen, *voice coil* dan juga kerangka *speaker*.



Gambar 2.7 Komponen pada *speaker*

Dalam rangka menerjemahkan sinyal listrik menjadi suara yang dapat didengar, *speaker* memiliki komponen elektromagnetik yang terdiri dari kumparan yang disebut dengan *voice coil* untuk membangkitkan medan magnet dan berinteraksi dengan magnet permanen sehingga menggerakkan *cone* speaker maju dan mundur. *Voice coil* adalah bagian yang bergerak sedangkan magnet permanen adalah bagian *speaker* yang tetap pada posisinya. Sinyal listrik

yang melewati *voice coil* akan menyebabkan arah medan magnet berubah secara cepat sehingga terjadi gerakan “tarik” dan “tolak” dengan magnet permanen. Dengan demikian, terjadilah getaran yang maju dan mundur pada *cone* speaker [16]. *Cone* adalah komponen utama *speaker* yang bergerak. Pada prinsipnya, semakin besar *cone* semakin besar pula permukaan yang dapat menggerakkan udara sehingga suara yang dihasilkan *speaker* juga akan semakin besar. *Suspension* yang terdapat dalam *speaker* berfungsi untuk menarik *cone* ke posisi semula setelah bergerak maju dan mundur. *Suspension* juga berfungsi sebagai pemegang *cone* dan *voice coil*. Kekakuan (*rigidity*), komposisi dan desain *suspension* sangat mempengaruhi kualitas suara *speaker* itu sendiri.

2.10. Rumus Statistik

Rumus statistik merupakan rumus yang berkaitan dengan data. Untuk membuktikan kelayakan *prototype* yang telah dibuat, penulis menggunakan beberapa rumus statistik. Rumus statistik yang dipakai antara lain [17]:

1. Rata – rata

Rata-rata adalah bilangan yang didapatkan dari hasil pembagian jumlah nilai data oleh banyaknya data dalam kumpulan tersebut.

$$\text{Rata-rata} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (2-1)$$

Dimana:

$$\bar{X} = \text{Rata-rata}$$

$$X_1, \dots, X_n = \text{Nilai data}$$

$$N = \text{Banyak data}$$

2. Simpangan

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur.

$$\text{Simpangan} = X - \bar{X} \quad (2-2)$$

Dimana:

\bar{X} = Rata-rata

X = Data

3. Standar Deviasi

Standar deviasi dalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran standard penyimpangan dari rata-ratanya. Jika standard deviasi semakin kecil maka data tersebut semakin presisi. Rumus Standar deviasi adalah:

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_3 - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2-3)$$

Dimana:

SD = Standar deviasi

\bar{X} = Rata-rata

X_1, \dots, X_n = Nilai data

N = Banyak data