

**KARYA TULIS  
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

**RANCANG BANGUN TERMOMETER SUARA  
UNTUK PENYANDANG TUNA NETRA  
DI WYATA GUNA BANDUNG**

**Tim Pelaksana:**  
**Hendi Handian Rachmat**  
**Willy Aulia Akbar Kustiana**  
**Eka Suhendar**



**Program Studi Teknik Elektro  
Institut Teknologi Nasional  
Bandung  
2021**

## ABSTRAK

Dalam kegiatan ini dilakukan rancang bangun termometer digital untuk tubuh dengan menggunakan *output* suara. Termometer ini dirancang khusus untuk para penyandang tuna netra agar dapat mengukur suhu tubuh secara mandiri. Hal ini disebabkan karena termometer yang tersedia di pasaran umumnya hanya memiliki tampilan secara visual. Hal ini tentu saja sulit digunakan bagi para penyandang tuna netra. Untuk mengatasi hal tersebut maka dirancang sebuah termometer dengan menambahkan fitur *output* hasil pengukuran berupa suara. Dengan adanya termometer seperti ini maka dapat membantu para penyandang tuna netra untuk mengukur kondisi suhu tubuh tanpa bantuan orang lain dan secara rutin, baik untuk dirinya atau untuk anggota keluarganya. Apalagi untuk kondisi pandemic virus COVID-19 ini, di mana suhu tubuh menjadi salah satu parameter penting untuk mengetahui indikasi paparan virus tersebut.

Termometer ini dirancang dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 yang telah dikemas secara ergonomi ketika digunakan oleh seorang pasien. Output sensor ini berupa data digital yang kemudian datanya dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Nano melalui komunikasi serial. Data digital tersebut kemudian diolah dengan mikrokontroler agar menghasilkan data suhu terukur dan selanjutnya dikonversikan menjadi suara. Suara yang dikeluarkan oleh sistem merupakan hasil rekaman yang telah disimpan pada modul pengolah suara berbasis MP3 *player*, di mana hasil kata-kata yang akan disampaikan sesuai dari data suhu yang terukur. Kualitas kinerja termometer ini diuji dengan cara melakukan proses kalibrasi menggunakan pengukuran termometer terkalibrasi (referensi) dan membandingkan hasil pengukuran antara alat yang diimplementasikan dengan termometer referensi. Hasil perbandingan ini akan digunakan untuk proses kalibrasi sistem pada pengembangan sistem selanjutnya. Termometer ini didesain untuk dapat bersifat portabel.

Dengan adanya termometer dengan *output* suara maka diharapkan dapat membantu para penyandang tuna netra dalam mengukur suhu tubuh secara mandiri dan rutin. Penyandang tuna netra yang dimaksudkan sebagai pengguna sistem ini dapat bersifat pribadi atau lembaga seperti Wyata Guna, baik di Kota Bandung maupun di daerah lainnya.

## DAFTAR ISI

|  |    |
|--|----|
| ABSTRAK .....  | i  |
| DAFTAR ISI .....   | ii |
| DAFTAR GAMBAR .....  | iv |
| DAFTAR TABEL .....   | v  |
| BAB I. PENDAHULUAN .....   | 1  |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....                                      | 1  |
| 1.2. Tujuan dan Manfaat .....  | 2  |
| 1.3. Luaran Yang Diharapkan .....                                      | 2  |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....   | 3  |
| 2.1. Termometer Digital DS18B20.....                                   | 3  |
| 2.2. Arduino Nano .....  | 5  |
| 2.3. Modul MP3 <i>Player</i> YX5300 .....                              | 8  |
| 2.4. <i>Buzzer</i> .....   | 11 |
| 2.5. Layar LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) 16x2 .....            | 12 |
| BAB III. METODE PELAKSANAAN .....                                      | 14 |
| 3.1. Diagram Blok dan Cara Kerja Sistem .....                          | 12 |
| 3.2. Metodologi Perancangan dan Implementasi Sistem Perangkat Keras .. | 15 |
| 3.3. Metodologi Perancangan dan Implementasi Sistem Perangkat Lunak .  | 19 |
| BAB IV. METODOLOGI DAN PENGUJIAN SISTEM.....                           | 21 |
| 4.1. Metodologi Pengujian Sistem .....                                 | 21 |
| 4.2. Hasil Pengujian Sistem .....                                      | 23 |
| 4.3. Pembahasan dan Analisis Sistem .....                              | 27 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN ..... | 29 |
| 5.1. Kesimpulan .....             | 29 |
| 4.2. Saran .....                  | 29 |
| DAFTAR PUSTAKA .....              | 30 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1. | Diagram blok termometer digital DS18B20                                   | 3  |
| Gambar 2.2. | Bentuk kemasan dan konfigurasi pin divais DS18B20                         | 4  |
| Gambar 2.3  | <i>Board</i> Arduino Nano tampak atas (kiri) dan tampak bawah (kanan)     | 6  |
| Gambar 2.4. | Tata letak konektor / <i>port</i> MP3 <i>player</i> tipe YX5300           | 9  |
| Gambar 2.5  | (a) Skematik dan (b) Bentuk <i>buzzer</i>                                 | 11 |
| Gambar 2.6. | Bagian depan (atas) dan bagian belakang (bawah) modul panel LCD           | 12 |
| Gambar 2.7. | Alamat setiap karakter pada <i>display</i> LCD 16x2                       | 13 |
| Gambar 3.1. | Diagram blok sistem termometer suhu tubuh dengan <i>output</i> suara      | 14 |
| Gambar 3.2. | Skematik diagram termometer suhu dengan <i>output</i> suara               | 15 |
| Gambar 3.3. | Bentuk fisik sensor DS18B20   | 16 |
| Gambar 3.4. | Modul MP3 <i>player</i> tipe YX5300                                       | 17 |
| Gambar 3.5. | Bentuk fisik komponen <i>buzzer</i>                                       | 18 |
| Gambar 3.6. | Implementasi purwa rupa sistem termometer dengan <i>output</i> suara      | 18 |
| Gambar 3.7. | <i>Flow chart</i> program prototipe termometer dengan <i>output</i> suara | 20 |
| Gambar 4.1. | Posisi sensor ketika dicelupkan ke dalam air panas dalam gelas            | 21 |
| Gambar 4.2. | Pengujian sistem termometer dengan <i>output</i> suara                    | 22 |
| Gambar 4.3  | Karakteristik pengujian suhu pertama dari dua buah termometer             | 25 |
| Gambar 4.4. | Karakteristik pengujian suhu kedua dari dua buah termometer               | 25 |
| Gambar 4.5. | Karakteristik pengujian suhu ketiga dari dua buah termometer              | 26 |
| Gambar 4.6. | Kurva karakteristik deviasi pengukuran suhu untuk tiga kali pengujian     | 26 |
| Gambar 4.7. | Pengujian kualitas suara sistem pada naracoba                             | 28 |

## DAFTAR TABEL

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1. | Spesifikasi Arduino Nano  | 5  |
| Tabel 2.2. | Spesifikasi modul MP3 <i>player</i> YX5300  | 8  |
| Tabel 2.3. | <i>Asynchronous serial port control play mode</i>   | 10 |
| Tabel 2.4. | Deskripsi perintah menjalankan file audio   | 10 |
| Tabel 4.1. | Data hasil pengujian suhu antara termometer sistem dengan termometer pembanding setiap 10 detik selama 720 detik. | 23 |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Suhu atau temperatur tubuh seseorang merupakan salah satu parameter untuk melakukan pemantauan kondisi tubuh atau kesehatan. Suhu normal tubuh manusia umumnya berkisar antara  $36^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $37^{\circ}\text{C}$ . Namun batasan suhu normal tubuh tersebut tergantung dari lokasi pengukuran suhu pada tubuh. Sebagai contoh, suhu normal tubuh untuk pengukuran suhu pada daerah ketiak berkisar dari  $35,2^{\circ}\text{C} – 37,2^{\circ}\text{C}$  dan pada daerah dahi atau mulut berkisar dari  $36,1^{\circ}\text{C} – 37,8^{\circ}\text{C}$ .

Kondisi suhu tubuh di luar kondisi normal menandakan adanya suatu kondisi yang tidak normal pada seseorang. Seperti misalnya jika terjadi suatu infeksi pada bagian tubuh dalam maupun luar, maka tubuh akan mengalami homeostasis dengan memunculkan suatu kondisi demam pada tubuh. Begitu juga dengan kondisi pada saat pandemi virus COVID-19 ini, di mana salah satu pasien yang terinfeksi virus tersebut adalah dengan adanya *symptom* demam pada tubuh pasien.

Apabila kenaikan suhu tubuh ini tidak segera ditangani maka akan berdampak hal yang lebih berbahaya. Hal ini juga terjadi pada penderita tuna netra yang berada di Wyata Guna Bandung, di mana sebagian penderita tuna netra mengalami kebutaan akibat mengalami demam tinggi yang mengakibatkan kebutaan pada matanya. Kejadian ini tentu saja menjadi trauma sendiri bagi penderita tuna netra ketika mereka menjadi pasangan dan memiliki anak.

Kondisi suhu tubuh anak mereka inginnya terus dapat dipantau agar tidak terjadi hal yang berakibat fatal. Namun, termometer untuk mengukur suhu tubuh yang ada di pasaran saat ini pada umumnya menampilkan hasil pengukuran berbentuk visual. Hal ini tentu saja sulit digunakan oleh para penderita tuna netra untuk mengetahui kondisi suhu tubuh secara dini dan mandiri.

Dengan memantau dan mengukur suhu tubuh secara dini setidaknya dapat mengurangi resiko akan terjadinya efek yang lebih berbahaya. Kondisi ini

merupakan sebuah tantangan untuk bisa mengembangkan sebuah termometer dengan spesifikasi khusus untuk para penyandang tuna netra. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat membantu para penyandang tuna netra dalam melakukan pengukuran suhu tubuh secara mandiri dan rutin.

Untuk pengembangan sistem tersebut, dalam kegiatan ini dilakukan rancang bangun prototipe termometer digital dengan *output* suara. Hasil pengukuran termometer ini ditampilkan dalam bentuk suara, sehingga para penyandang tuna netra bisa memanfaatkan alat indera pendengarannya untuk mengetahui hasil pengukuran secara mandiri tanpa bantuan dari orang lain. Dengan demikian, dengan adanya termometer suara ini maka dapat membantu masyarakat umum khususnya pada penyandang tuna netra dalam pemantauan dan pengukuran suhu tubuh secara mandiri dan rutin.

### **1.2. Tujuan dan Manfaat**

Termometer digital dengan menggunakan *output* suara ini dirancang dan diimplementasikan untuk membantu penyandang tuna netra dalam memantau dan mengukur suhu tubuh secara rutin dan mandiri. Dengan begitu para penyandang tuna netra dapat dengan mudah mengetahui kondisi suhu tubuhnya tanpa harus membutuhkan bantuan orang lain.

### **1.3. Luaran Yang Diharapkan**

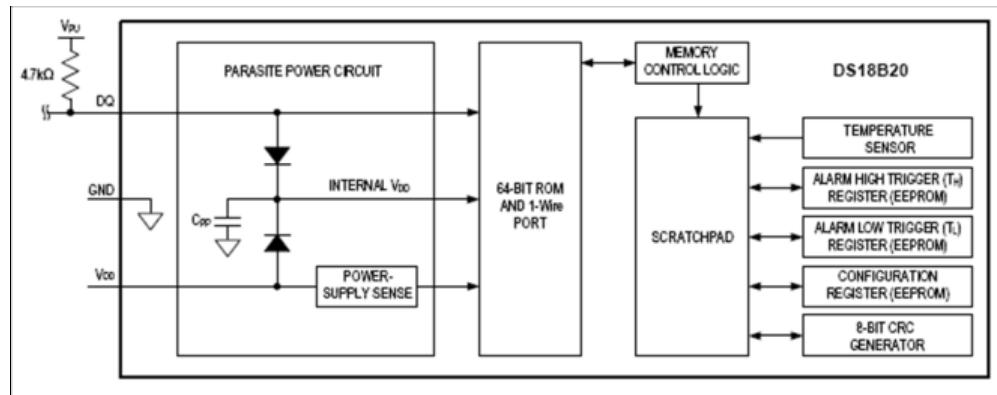
Luaran utama yang diharapkan dari kegiatan ini adalah terealisasinya prototipe termometer digital dengan *output* suara untuk penyandang tuna netra. Hal ini diharapkan dapat membantu para penyandang tuna netra untuk dapat mengukur suhu tubuh secara rutin dan mandiri. Sistem ini direncanakan untuk dihibahkan pada para penderita tuna netra yang berada di Wyata Guna Bandung atau para penderita tuna netra secara pribadi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Termometer Digital DS18B20 [1]

DS18B20 merupakan sebuah divais elektronika yang telah berfungsi sebagai termometer digital dengan pembacaan suhu yang dapat diatur dari 9 bit sampai dengan 12 bit. Seringkali divais ini dikatakan sebagai sensor suhu, namun sebenarnya sensor suhu ini merupakan salah satu komponen utama yang telah ditanam dalam divais ini seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1. Komponen lain dari divais ini adalah ROM 64 bit, memori *scratchpad*, temperatur *alarm* dan register konfigurasi yang bersifat *non-volatile*.



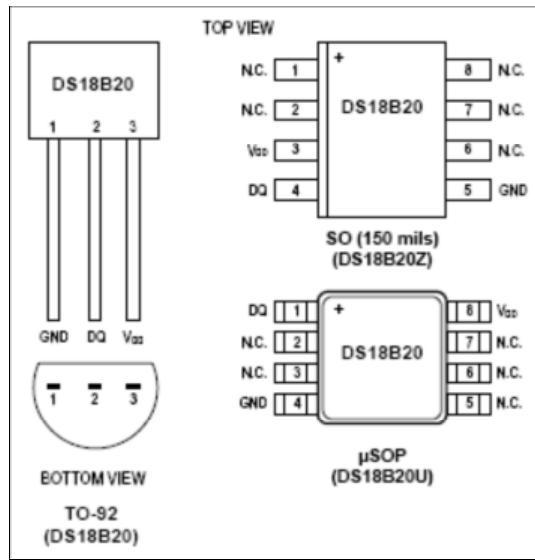
Gambar 2.1. Diagram blok termometer digital DS18B20

Setiap divais DS18B20 memiliki kode serial unik 64 bit yang tersimpan di dalam ROM, yang mana memungkinkan melakukan pengukuran suhu dengan sejumlah divais DS18B20 melalui saluran 1-Wire. Fitur ini dapat dimanfaatkan ketika membangun suatu sistem pengukuran suhu dari sejumlah divais DS18B20 dengan hanya menggunakan sebuah pin (saluran) dari sistem kontroler. Memori *scratchpad* menyediakan akses ke kedua register *alarm* dan register konfigurasi. Register konfigurasi merupakan sarana bagi pengguna untuk men-set resolusi konversi nilai suhu ke data digital.

Jumlah bit data digital yang dapat dipilih yaitu 9 bit, 10 bit, 11 bit atau 12 bit. Jumlah bit digital ini akan mempengaruhi waktu konversi dimana jumlah data

12 bit memiliki waktu konversi maksimum yaitu selama 750 ms dan jumlah data 9 bit memiliki waktu konversi tercepat yaitu 93,75 ms. Adapun waktu konversi untuk 10 bit dan 11 bit secara berturut-turut selama 187,5 ms dan 375 ms. Namun demikian, dengan jumlah data bit yang lebih besar maka resolusi sensor suhu menjadi lebih kecil yaitu  $0,0625\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk jumlah data 12 bit. Untuk jumlah data 9 bit, 10 bit dan 11 bit memiliki resolusi suhu secara berturut-turut sebesar  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan  $0,125\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sensor suhu pada divais ini dapat mengukur suhu mulai dari  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan akurasi pengukuran  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ketika pengukuran suhu mulai dari  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Divais ini memiliki tiga jenis kemasan yaitu 8-pin SO, 8-pin  $\mu$ SOP dan 3-pin TO-92. Terdapat tiga pin utama dari divais ini yaitu pin *ground* (GND), pin data *input / output* (DQ) dan pin catu daya positif (VDD). Bentuk kemasan dan deskripsi pin divais ini ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Bentuk kemasan dan konfigurasi pin divais DS18B20

Divais ini memperoleh daya listrik dari saluran komunikasi 1-Wire DQ melalui resistor *pull-up*  $4,7\text{ k}\Omega$  dengan cara menyimpan energi tersebut pada internal kapasitor ketika saluran komunikasi ini menerima signal dalam kondisi *high*. Ketika saluran DQ dalam kondisi *low* maka divais akan disuplai energinya dari kapasitor hingga saluran DQ kembali dalam kondisi logika *high*. Namun, divais ini juga dapat disuplai dari catu daya eksternal melalui pin VDD dengan *range* suplai tegangan sebesar  $3 - 5,5\text{ VDC}$ .

## 2.2. Arduino Nano [2]

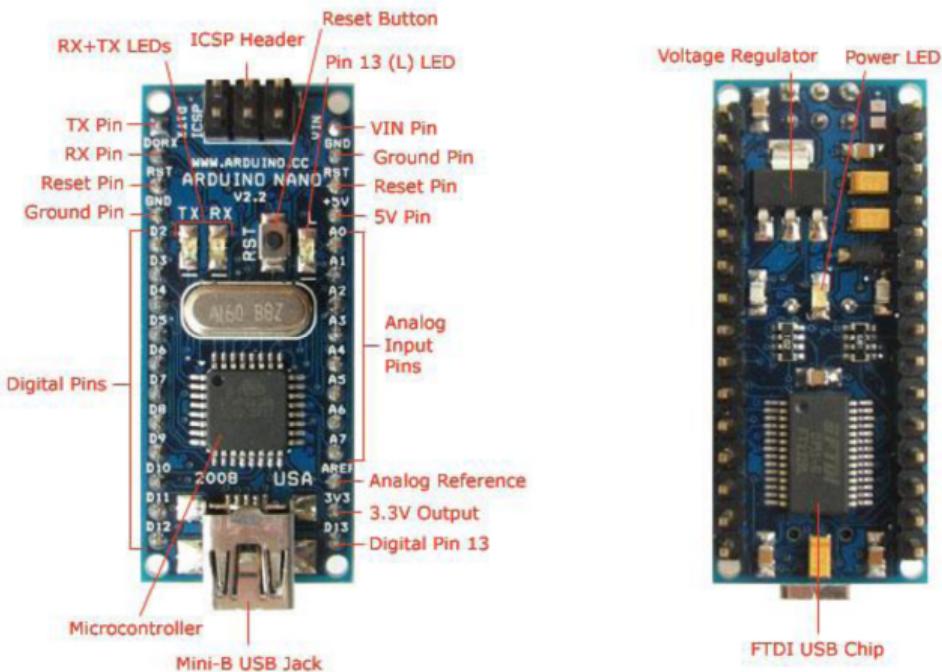
Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dan dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* Arduino Nano ini memiliki prosesor Atmel AVR tipe ATMega 168 (Arduino nano 2.x) atau ATMega328P (Arduino Nano 3.0). *Software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa yang dipakai dalam Arduino menggunakan Bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino atau biasa disebut sebagai **Arduino Software** (IDE). Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler dan beberapa kelebihannya yaitu tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer. Komunikasi antara komputer dengan Arduino Nano dilakukan melalui *port* USB. Spesifikasi dari Arduino Nano ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Nano

|  |   |
|--|---|
| <i>Microcontroller</i>                 | : Atmel ATmega168 or ATmega328  |
| <i>Operating Voltage (logic level)</i> | : 5 V   |
| <i>Input Voltage (recommended)</i>     | : 7-12 V  |
| <i>Input Voltage (limits)</i>          | : 6 -20 V   |
| <i>Digital I/O Pins</i>                | : 14 pin (di mana 6 pin diantaranya merupakan <i>output</i> PWM)                        |
| <i>Analog Input Pins</i>               | : 8 pin   |
| <i>DC Current per I/O Pin</i>          | : 40 mA   |
| <i>Flash Memory</i>                    | : 16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) di mana 2 KB digunakan untuk <i>bootloader</i> |
| <i>SRAM</i>                            | : 1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)  |
| <i>EEPROM</i>                          | : 512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)   |
| <i>Clock Speed</i>                     | : 16 MHz  |
| <i>Dimensions</i>                      | : 0.73" x 1.70"   |

Konfigurasi pin *board* Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 2.3. Berikut pin - pin Arduino Nano beserta fungsinya :

1. D0, D1, D2 – D13 (Pin 1, 2, 5 – 16) berfungsi sebagai *input/ output* digital dari Arduino Nano.
2. *Reset* (Pin 3, 28) berfungsi untuk melakukan *reset* program sehingga program dimulai dari awal (alamat paling awal) sekaligus menghapus isi variabel yang telah tersimpan di dalam Arduino Nano
3. GND (Pin 4, 29) berfungsi sebagai *ground*.
4. 3V3 (Pin 17) berfungsi sebagai penghasil tegangan 3,3 Volt.
5. AREF (Pin 18) berfungsi sebagai referensi tegangan untuk *input* analog.
6. A7 – A0 (Pin 19 – 26) berfungsi sebagai *input/output* analog dari Arduino Nano.
7. +5V (Pin 27) berfungsi sebagai *input/output* tegangan 5 Volt.
8. VIN (Pin 30) berfungsi sebagai *input* tegangan dari *power supply* eksternal.



Gambar 2.3 Board Arduino Nano tampak atas (kiri) dan tampak bawah (kanan)[2]

Kabel data dan atau catu daya yang telah teregulasi untuk dihubungkan ke port USB komputer menggunakan kabel USB tipe Mini-B USB. Jika catu daya di-

*input*-kan melalui port USB maka *chip* FT232RL akan langsung ikut aktif. Beda halnya jika *board* Arduino Nano di suplai melalui pin 30 (VIN) maka *chip* FT232RL tidak akan aktif. Demikian juga *output* 3,3V tidak akan aktif karena *chip* FTDI juga disuplai melalui port USB. Jika *board* Arduino Nano tidak disuplai melalui port USB maka dua buah LED RX dan TX juga akan berkedip (*flicker*) jika pin 0 atau pin 1 dalam kondisi logika *High*.

Kapasitas *flash* memori dari Arduino Nano ditentukan oleh jenis mikrokontroler yang digunakan, dimana untuk ATmega168 memiliki kapasitas 16 KB dan ATmega 328 memiliki kapasitas 32 KB. Sebagian kapasitas *flash* memori pada kedua jenis mikrokontroler ini digunakan untuk *bootloader* sebesar 2 KB. Kapasitas SRAM dan EEPROM untuk ATmega 168 sebesar 1 KB dan 512 *bytes*, sedangkan ATmega 328 sebear 2 KB dan 1 KB.

Pin *input/output* (I/O) yang dimiliki oleh Arduino Nano sebanyak 14 pin yang dapat difungsikan sebagai pin *input* atau *output* dengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* an *digitalRead()* pada *Arduino Software*. Setiap pin I/O digital ini memiliki karakteristik tegangan sebesar 5 volt dan arus sebesar 40 mA, baik ketika bersifat *input* atau *output*. Selain itu, setiap pin ini juga telah dilengkapi dengan resistor *pull-up* internal dengan nilai resistansi sebesar 20-50 k $\Omega$ . Fungsi-fungsi spesifik lainnya dari ke-14 pin I/O digital tersebut adalah sebagai berikut:

- **Komunikasi Serial UART:** **pin 0 (RX)** digunakan sebagai *receiver* dan **pin 1 (TX)** digunakan sebagai *transmitter*. Kedua pin ini dihubungkan dengan *chip* FTDI yang mengubah data USB menjadi data TTL.
- **External Interrupts:** **pin 2** dan **pin 3**. Kedua pin dapat dikonfigurasi untuk melakukan interupsi pada nilai *low*, baik kondisi *rising edge* maupun *falling edge*. Cara kerja dari kedua pin ini dapat dipelajari lebih detail melalui fungsi *attachInterrupt()* pada *Arduino*
- **PWM:** **pin 3, pin 5, pin 6, pin 9, pin 10, dan pin 11**. Keenam pin ini memberikan *output* PWM 8 bit melalui fungsi *analogWrite()*.
- **SPI:** **pin 10 (SS), pin 11 (MOSI), pin 12 (MISO), pin 13 (SCK)**. Keempat pin ini mendukung untuk komunikasi serial SPI (*Serial Peripheral Interface*).

- **LED: pin 13.** Terdapat sebuah LED yang dihubungkan langsung dengan pin 13, dimana dapat menyala ketika pin ini dalam kondisi *high*.

Selain pin I/O digital, Arduino Nano menyediakan 8 buah pin *input* analog dengan resolusi sebesar 10 bit. Berdasarkan *setting* awalnya, batasan tegangan analog yang dapat diukur oleh pin-pin ini dari mulai 0 volt (*ground*) sampai dengan 5 volt. Namun batasan tegangan ini dapat diubah menggunakan fungsi *analogReference()*. Untuk komunikasi serial I2C, pada Arduino Nano dapat dilakukan melalui pin analog 4 sebagai SDA dan pin analog 5 sebagai SCL. Kedua pin ini dapat difungsikan melalui *Wire library*.

Dengan mencermati fasilitas pin-pin yang tersedia pada Arduino Nano khususnya pada bagian komunikasi data, maka dapat disimpulkan bahwa Arduino Nano menyediakan sejumlah tipe komunikasi data serial antara Arduino Nano dengan perangkat sistem mikroprosesor lainnya. Tipe komunikasi data tersebut yaitu komunikasi serial UART TTL melalui pin 0 dan pin 1, komunikasi *virtual com port* pada *software* yang berada pada komputer melalui *chip* FT232RL, komunikasi serial I2C melalui pin analog 4 dan pin analog 5, serta komunikasi serial SPI melalui pin 10 sampai dengan pin 13.

### 2.3. Modul MP3 Player YX5300 [3]

Modul pengolah suara pada sistem ini menggunakan modul MP3 *player* berbasis *chip* audio YX5300. *Chip* audio ini mendukung untuk menjalankan file format audio MP3 dan WAV dengan sampling frekuensi dari mulai 8 kHz sampai dengan 48 kHz. Untuk menyimpan file audio, modul ini telah dilengkapi dengan soket *micro SD card*. Modul ini dapat dikontrol untuk menjalankan fungsi pemutar file audio secara eksternal dari sistem berbasis mikroprosesor (Arduino, AVR, ARM, PIC) melalui port serial UART. Adapun spesifikasi lengkap yang dimiliki oleh modul MP3 *Player* YX5300 ditunjukkan pada Tabel 2.2.

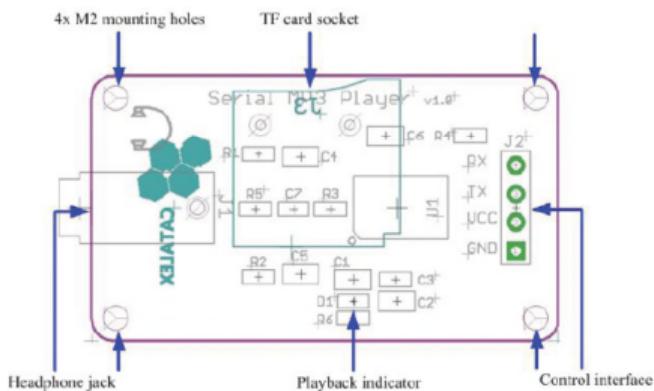
Tabel 2.2. Spesifikasi modul MP3 *player* YX5300

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Frekuensi sampling (kHz) : | 8 / 11.025 / 12 / 16 / 22.05 / 24 / 32 / 44.1 / 48                          |
| Format <i>file</i> audio : | MP3 / WAV   |
| Jenis kartu memori :       | <i>micro SD card</i> ( $\leq 2GB$ ), <i>micro SDHC card</i> ( $\leq 32GB$ ) |
| Pengaturan volume :        | <i>adjustable</i>   |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Mode kontrol <i>playback</i>   | : serial UART TTL dengan baud rate 9600 bps      |
| Catu daya                      | : 3,2 ~ 5,2 VDC (tipikal : 5 VDC)                |
| <i>Control logic interface</i> | : 3,3 V / 5 V TTL                                |
| Tipe Arduino                   | : Arduino Nano / UNO / Leonardo / Mega2560 / DUE |
| Konsumsi arus                  | : 200 mA   |
| Format sistem file             | : FAT16 / FAT 32                                 |
| Dimensi                        | : 49 x 24 x 8,5 mm <sup>3</sup>                  |
| Massa                          | : 5 gr   |

Tata letak komponen dan sejumlah port atau konektor pada modul MP3 *player* YX5300 ditunjukkan pada Gambar 2.4. Sejumlah konektor tersebut adalah sebagai berikut:

- **Control interface** : port ini digunakan sebagai *interface* komunikasi IART TTL (Rx dan Tx) yang disertai juga dengan dua buah pin catu daya yaitu Vcc (+) dan *ground* (-).
- **Soket TF card** : *micro SD card* ditempatkan pada soket ini.
- **Playback Indicator** : berupa LED hijau, di mana ketika dalam kondisi siap untuk *Play* atau *Pause*, maka LED akan tetap menyala. Adapun ketika file audio dijalankan maka indikator dalam kondisi berkedip.
- **Headphone jack**: merupakan saluran yang dapat dihubungkan dengan sebuah *headphone* atau audio *amplifier* eksternal
- **Mounting holes**: merupakan sarana untuk menempatkan sekrup atau baut ketika akan dipasang pada sebuah *box* / *casing*. Ukuran lubang ini berdiameter 2,2 mm



Gambar 2.4. Tata letak konektor / *port* MP3 *player* tipe YX5300

Tata cara penulisan perintah yang dilakukan melalui kontroler eksternal ditunjukkan pada Tabel 2.3 dan tata cara penulisan sejumlah perintah menjalankan file audio terdapat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3. *Asynchronous serial port control play mode*

| Mark     | Byte | Byte description   |
|----------|------|--|
| \$S      | 0x7E | Every command should start with \$(0x7E)                                 |
| VER      | 0xFF | Version information  |
| Len      | 0xxx | The number of bytes of the command without starting byte and ending byte |
| CMD      | 0xxx | Such as PLAY and PAUSE and so on   |
| Feedback | 0xxx | 0x00 = not feedback, 0x01 = feedback                                     |
| data     |      | The length of the data is not limit and usually it has two bytes         |
| \$O      | 0xEF | Ending byte of the command   |

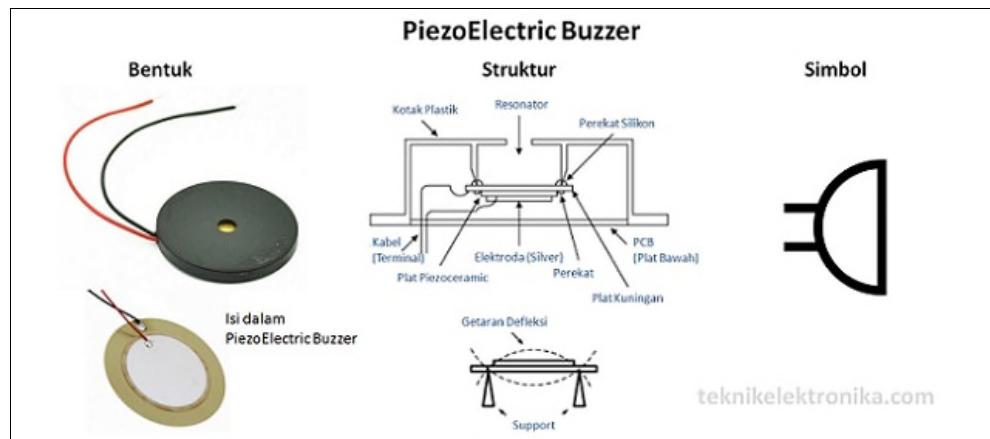
Tabel 2.4. Deskripsi perintah menjalankan file audio

| Command                          | Command bytes without checksum(HEX)   | Remark   |
|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| [Next Song]                      | 7E FF 06 <b>01</b> 00 00 00 EF        |  |
| [Previous Song]                  | 7E FF 06 <b>02</b> 00 00 00 EF        |  |
| [Play with index]                | 7E FF 06 <b>03</b> 00 <b>00 01</b> EF | Play the first song                              |
|                                  | 7E FF 06 <b>03</b> 00 <b>00 02</b> EF | Play the second song                             |
| [Volume up]                      | 7E FF 06 <b>04</b> 00 00 00 EF        | Volume increased one                             |
| [Volume down]                    | 7E FF 06 <b>05</b> 00 00 00 EF        | Volume decrease one                              |
| [Set volume]                     | 7E FF 06 <b>06</b> 00 <b>00 1E</b> EF | Set the volume to 30 (0x1E is 30)                |
| [Single cycle play]              | 7E FF 06 <b>08</b> 00 <b>00 01</b> EF | Single cycle play the first song                 |
| [Select device]                  | 7E FF 06 <b>09</b> 00 <b>00 02</b> EF | Select storage device to TF card                 |
| [Sleep mode]                     | 7E FF 06 <b>0A</b> 00 00 00 EF        | Chip enters sleep mode                           |
| [Wake up]                        | 7E FF 06 <b>0B</b> 00 00 00 EF        | Chip wakes up                                    |
| [Reset]                          | 7E FF 06 <b>0C</b> 00 00 00 EF        | Chip reset                                       |
| [Play]                           | 7E FF 06 <b>0D</b> 00 00 00 EF        | Resume playback                                  |
| [Pause]                          | 7E FF 06 <b>0E</b> 00 00 00 EF        | Playback is paused                               |
| [Play with folder and file name] | 7E FF 06 <b>0F</b> 00 <b>01 01</b> EF | Play the song with the directory: /01/001xxx.mp3 |
|                                  | 7E FF 06 <b>0F</b> 00 <b>01 02</b> EF | Play the song with the directory: /01/002xxx.mp3 |
| [Stop play]                      | 7E FF 06 <b>16</b> 00 00 00 EF        |  |
| [Cycle play with folder name]    | 7E FF 06 <b>17</b> 00 <b>01 02</b> EF | 01 folder cycle play                             |
| [Set single cycle play]          | 7E FF 06 <b>19</b> 00 00 <b>00</b> EF | Start up single cycle play                       |
|                                  | 7E FF 06 <b>19</b> 00 00 <b>01</b> EF | Close single cycle play                          |

## 2.4. Buzzer [4]

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Komponen *Buzzer* ini telah banyak digunakan pada berbagai aplikasi yang memerlukan indikator *output* berupa suara. Salah satu material pembuat *Buzzer* adalah *piezoelectric*. Untuk menghasilkan *output* suara, *Piezoelectric Buzzer* menggunakan efek *Piezoelectric*, di mana tegangan listrik yang diberikan ke bahan *Piezoelectric* akan menyebabkan gerakan mekanis yang kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator.

Pada Gambar 2.5 ditunjukkan bentuk fisik, struktur dan simbol komponen *Buzzer*. *Piezoelectric Buzzer* dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 - 6 kHz hingga 100 kHz, ketika diberikan suplai tegangan DC. Tegangan DC yang diberikan pada komponen ini harus disesuaikan dengan polaritasnya. Rentang tegangan DC yang dapat diberikan dapat berkisar dari 3 Volt sampai dengan 12 Volt. Menghasilkan intensitas suara yang sesuai dengan frekuensi pendengaran manusia relatif mudah diperoleh dengan menggunakan *piezoelectric Buzzer* di mana dengan menggunakan *output* langsung dari IC TTL saja, maka *Buzzer* sudah langsung berfungsi. Hal ini berbeda dengan komponen *loud speaker* yang masih memerlukan penguat audio khusus.

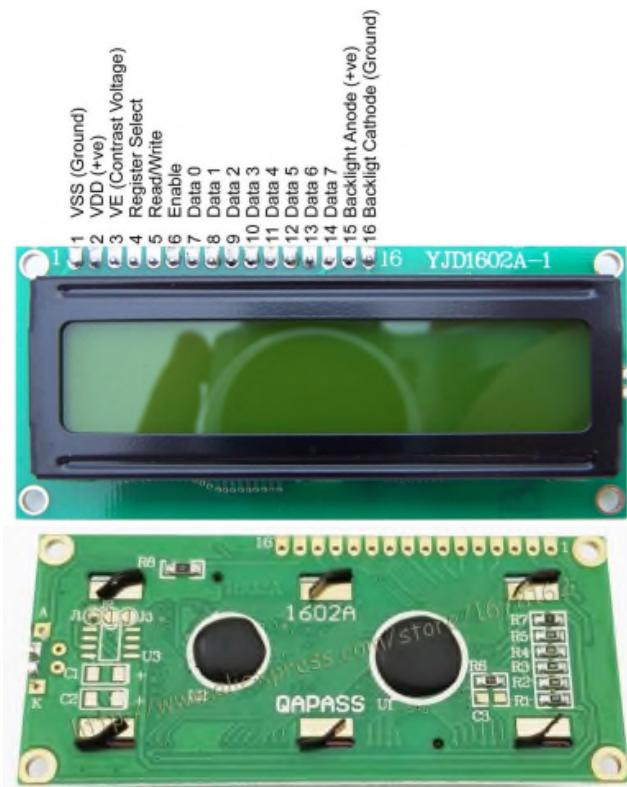


Gambar 2.5. (a) Skematic dan (b) Bentuk *buzzer* [4]

## 2.5. Layar LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 [5]

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan layar LCD dalam bentuk modul.

Modul LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD. Mikrokontroler pada modul ini berfungsi untuk mengatur titik-titik pada layar LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca. Adapun bentuk fisik modul layar LCD 16x2 seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Bagian depan (atas) dan bagian belakang (bawah) modul panel LCD

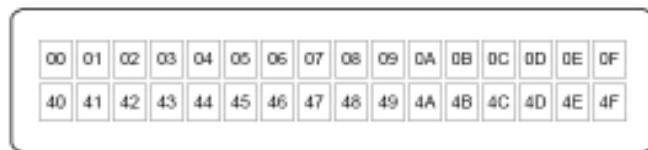
Modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris (dengan fasilitas *back lighting*) memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-

jalur catu daya. Dengan fasilitas pin yang tersedia, maka LCD 16x2 dapat digunakan dengan maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler. Secara ringkas fungsi pin-pin pada LCD dituliskan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Fungsi pin-pin pada LCD

| No. Pin | Nama Pin | Deskripsi                             |
|---------|----------|---------------------------------------|
| 1       | VSS      | 0 Volt                                |
| 2       | VDD      | +5 Volt                               |
| 3       | VE       | <i>Contrast Adjustment</i>            |
| 4       | RS       | <i>H/L Register Select Signal</i>     |
| 5       | R/W      | <i>H/L Read/Write Signal</i>          |
| 6       | E        | <i>H/L Enable Signal</i>              |
| 7       | DB0      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 8       | DB1      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 9       | DB2      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 10      | DB3      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 11      | DB4      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 12      | DB5      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 13      | DB6      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 14      | DB7      | <i>H/L Data Bus Line</i>              |
| 15      | A        | +4.2V for LED Negative Voltage Output |
| 16      | K        | <i>Power Supply (0 Volt)</i>          |

Karakter yang muncul pada *display* LCD memiliki alamat masing-masing, di mana untuk 16 karakter baris pertama dimulai dari alamat 00H sampai dengan 0FH dan 16 karakter baris kedua dimulai dari alamat 40H sampai dengan 4FH. Pada Gambar 2.7 ditunjukkan posisi alamat dari masing-masing karakter pada setiap baris *display* LCD 16x2.



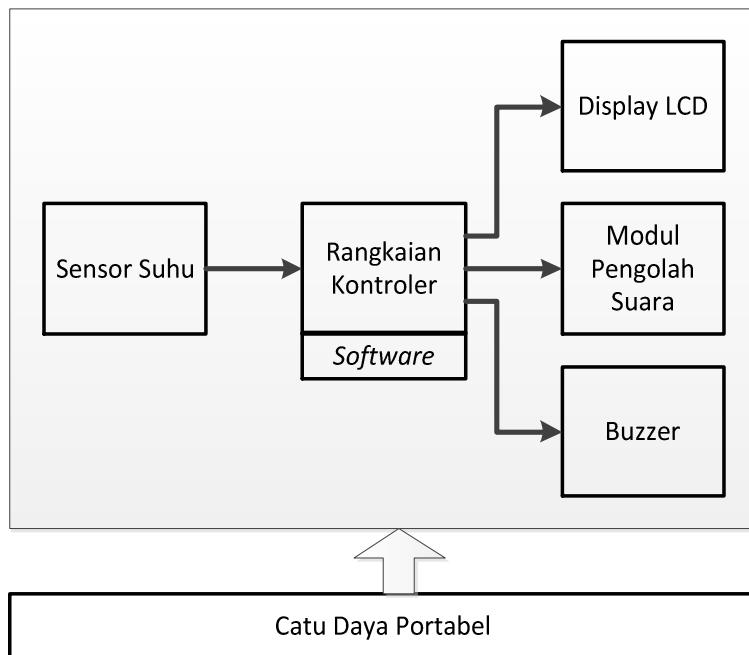
Gambar 2.7. Alamat setiap karakter pada *display* LCD 16x2

## BAB III

### METODA PELAKSANAAN

#### 3.1. Diagram Blok dan Cara Kerja Sistem

Termometer digital dengan *output* suara ini terdiri dari perangkat keras elektronik (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang ditempatkan pada rangkaian kontroler. Diagram blok sistem termometer dengan *output* suara ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram blok sistem termometer suhu tubuh dengan *output* suara

Cara kerja sistem ini dimulai dengan pengambilan data suhu dari tubuh ‘pasien’ dengan menggunakan sensor elektronik. Sensor akan mengubah besaran fisis suhu menjadi besaran elektris berupa tegangan. Besarnya tegangan ini kemudian diolah pada rangkaian kontroler untuk diubah kembali menjadi nilai suhu tubuh terukur. Nilai suhu ini kemudian ditampilkan secara visul pada *display* LCD.

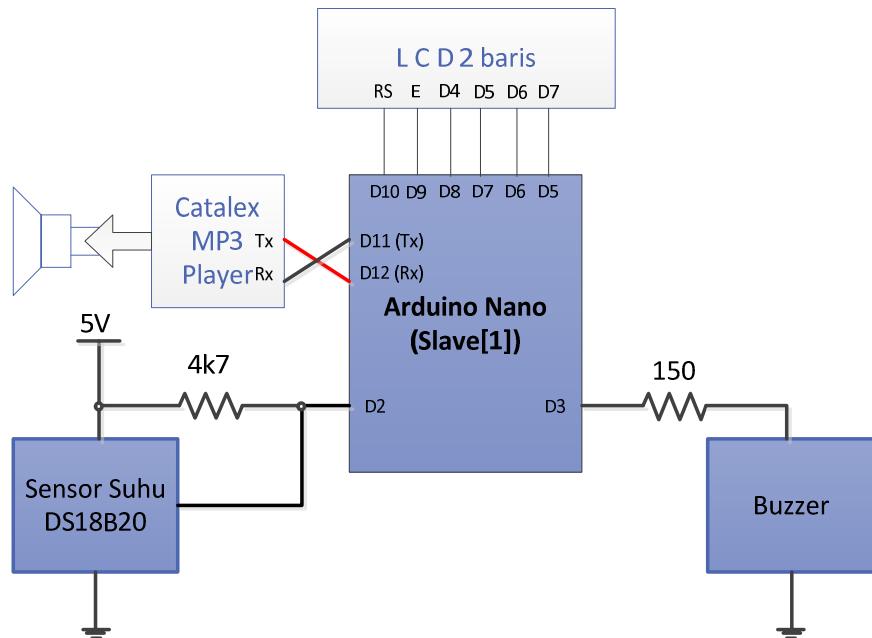
Selain itu, nilai suhu terukur juga digunakan sebagai parameter untuk membandingkan data suhu dengan data suara yang tersimpan pada modul

pengolah suara. Modul pengolah suara telah di-set untuk dapat memainkan sejumlah file data suara yang tersimpan pada memori *SD-card*. File data suara yang akan dimainkan ditentukan oleh nilai suhu terukur.

Untuk memastikan bahwa sistem dalam kondisi sedang bekerja maka penderita tuna netra dibantu dengan sebuah *Buzzer* yang terus aktif selama pengukuran suhu dilakukan. Durasi pengukuran suhu tubuh setiap pasien di-set selama lebih kurang 2 menit. Hal ini disesuaikan dengan termometer digital yang sudah ada di pasaran. Catu daya yang digunakan pada sistem ini dirancang untuk bersifat portabel. Oleh karena itu, baterai *lithium* yang digunakan pada perangkat Android akan dijadikan sebagai salah satu alternatif solusi. Hal ini mengingat daya tahan baterai tersebut relatif lama dan dapat di-charge ulang.

### 3.2. Metodologi Perancangan dan Implementasi Perangkat Keras

Diagram skematik termometer dengan *output* suara ditunjukkan pada Gambar 3.2. Termometer ini terdiri dari sensor suhu divais DS18B20, modul kontroler berbasis Arduino Nano, *buzzer*, modul pengolah suara berbasis MP3 player, dan *display* LCD 16x2. Modul *display* LCD pada termometer ini bersifat *optional*, dimana akan digunakan untuk keperluan pengujian sistem.



Gambar 3.2. Skematik diagram termometer suhu dengan *output* suara

Untuk saat ini, termometer masih dirancang untuk dapat mengukur *range* suhu sesuai dengan spesifikasi sensor suhu divais DS18B20. Sensor ini dapat mengukur suhu dari  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $+125^{\circ}\text{C}$ . Pemakain sensor suhu jenis ini dikarenakan sensor ini telah dikemas sedemikian rupa sehingga bentuknya telah ergonomis untuk dipakai oleh pasien (naracoba). Pada Gambar 3.3. ditunjukkan bentuk fisik sensor divais DS18B20 yang telah dikemas.



Gambar 3.3. Bentuk fisik sensor DS18B20 [6]

Sensor jenis ini memiliki tiga buah pin yang terdiri dari pin *supply* positif (Vdd), pin *supply ground* (GND) dan pin Data. Pembatasan *range* pengukuran suhu untuk kondisi suhu tubuh manusia akan dilakukan pada tahap pengembangan selanjutnya, sekaligus dengan proses kalibrasi sistem untuk memperoleh keakuratan sistem yang lebih baik dan tepat. Termometer dengan *output* suara ini akan *di-setting* untuk dapat mengukur dari suhu  $32^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $42^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Sinyal keluaran dari sensor sudah berupa data digital dan kemudian disalurkan ke mikrokontroler melalui pin Digital (pin 2). Data suhu yang dihasilkan sensor sudah berbentuk data digital dan disalurkan menggunakan *I-Wire protocol*. Untuk menjaga arus yang mengalir lebih kurang 1 mA dan pengaturan bit digital (*High* atau *Low*) maka pin *output* sensor ini ditambahkan dengan sebuah resistor *pull-up* sebesar  $4,7\text{ k}\Omega$ . Data suhu tersebut kemudian diolah sedemikian rupa di dalam mikrokontroler jenis Arduino Nano untuk dapat ditampilkan dalam bentuk teks melalui LCD dan dalam bentuk suara melalui modul MP3 *player*.

Mikrokontroler dihubungkan dengan *display* LCD tipe 16x2 melalui 6 buah pin digital yang dimiliki oleh mikrokontroler Arduino Nano (seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2).

Adapun hasil pengukuran dalam bentuk suara dapat didengar melalui modul MP3 *player* tipe YX5300. Bentuk fisik modul MP3 *player* tipe YX5300 ditunjukkan pada Gambar 3.4. Komunikasi data antara modul mikrokontroler dengan modul MP3 *Player* dilakukan dengan menggunakan komunikasi serial UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).



Gambar 3.4. Modul MP3 *player* tipe YX5300 [3]

Dalam komunikasi ini, diperlukan dua buah saluran data pada mikrokontroler sebagai *transmitter* (pin D11) dan sebagai *receiver* (pin D12). Pin D11 mikrokontroler kemudian dihubungkan dengan pin *receiver* (Rx) dari modul MP3 *Player*, sedangkan Pin D12 mikrokontroler kemudian dihubungkan dengan pin *transmitter* (Tx) dari modul MP3 *Player*. Bentuk koneksi kabel antara mikrokontroler dengan modul MP3 *Player* ini ditunjukkan pada Gambar 3.2. Modul MP3 *Player* ini dapat langsung dihubungkan ke *loud speaker* untuk mendengarkan suaranya. Hal ini dikarenakan suara yang dihasilkan oleh modul ini relatif cukup keras. Akan tetapi jika ingin memperoleh suara yang lebih keras lagi, maka *output* speaker dari modul ini dapat dihubungkan dengan rangkaian *audio amplifier*.

Pada termometer ini juga, sistem dilengkapi dengan komponen *buzzer* yang dihubungkan dengan pin digital (pin D3) melalui sebuah resistor  $150\ \Omega$  sebagai pembatas arus. Pin digital tersebut dihubungkan ke pin positif *Buzzer*, sedangkan satu pin *Buzzer* yang lain dihubungkan ke *ground*. *Buzzer* ini berfungsi untuk memberikan isyarat suara para penderita tuna netra bahwa sistem termometer

dalam keadaan bekerja. *Buzzer* ini diaktifkan terus menerus setiap detik selama proses pengukuran suhu selama dua menit. Bentuk fisik *Buzzer* yang dipergunakan pada sistem ini ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Bentuk fisik komponen *Buzzer* [7]

Catu daya termometer ini dirancang menggunakan baterai 5 volt agar dapat bersifat portabel dengan sistem baterai yang dapat di-charge. Baterai yang akan digunakan berbentuk baterai dengan jenis untuk perangkat Android, sehingga dapat dipakai dalam jangka waktu yang relatif lama. Hasil implementasi perangkat keras prototipe sistem termometer tubuh dengan *output* suara ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Implementasi purwa rupa sistem termometer dengan *output* suara

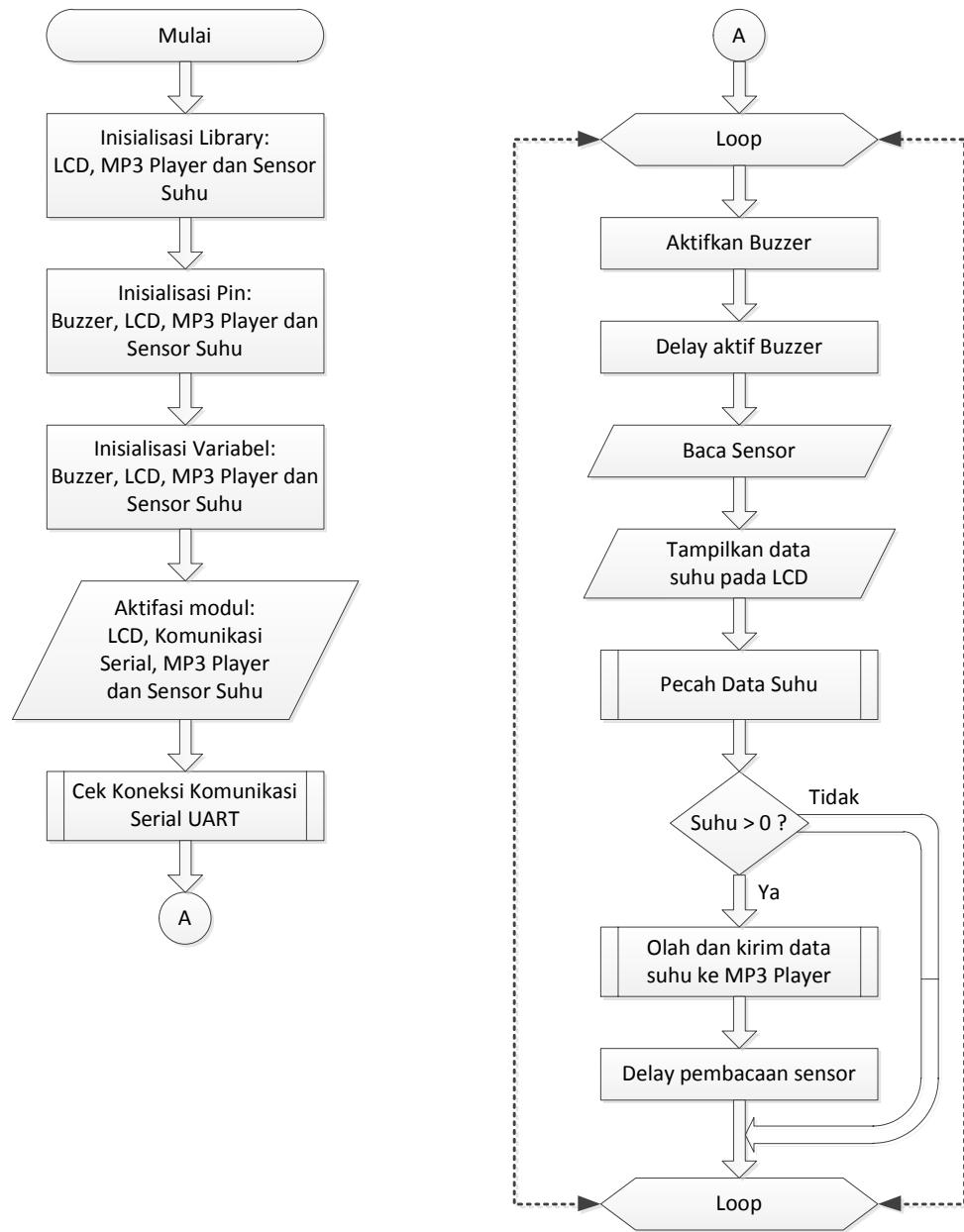
### 3.3. Metodologi Perancangan dan Implementasi Perangkat Lunak

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, sistem ini memiliki perangkat lunak yang terdapat pada rangkaian kontroler. Perangkat lunak ini memiliki beberapa fungsi utama yaitu:

- Mengatur fungsi komunikasi data dari sensor, modul pengolah suara, *Buzzer* dan *display LCD*.
- Membaca data suhu dari sensor
- Mengatur tampilan pada *display LCD*
- Memproses data suhu digital menjadi data tampilan digital pada LCD dan data suara untuk modul pengolah suara,
- Mengatur fungsi *Buzzer* sebagai indikator proses pengukuran suhu tubuh.

Keseluruhan fungsi dan algoritma kerja dari perangkat lunak sistem ini digambarkan dalam bentuk *flow chart* program seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7. Program yang bekerja pada sistem ini diawali dengan proses inisialisasi baik *library* modul, pin modul, dan variabel sebagai penyimpan data. Selanjutnya semua modul diaktifkan. Secara khusus komunikasi data antara modul pengolah data Arduino dengan modul pengolah suara dicek koneksinya untuk memastikan bahwa komunikasi data telah dipastikan baik.

Setelah proses inisialisasi dan aktifasi, maka program secara berulang (*looping*) akan mengaktifkan *buzzer*, membaca sensor, menampilkan data pada LCD, memproses data suhu, dan mengirimkan data suhu ke modul MP3 *Player*. Perputaran proses *looping* dalam sistem ini dapat diatur dengan sintak *delay* sesuai dengan karakteristik pembacaan suhu yang diinginkan dari sensor.



Gambar 3.7. *Flow chart* program prototipe termometer dengan *output* suara

## BAB IV

### METODOLOGI DAN HASIL PENGUJIAN SISTEM

#### 4.1. Metodologi Pengujian Sistem

Pengujian alat dilakukan setelah semua sistem telah selesai diimplementasikan. Pengujian pertama yang dilakukan pada sistem adalah mengukur suhu suatu media sumber panas. Suhu air panas dijadikan sebagai media sumber panas untuk diukur oleh sistem yang telah diimplementasikan. Selama melakukan pengujian, termometer pembanding digunakan untuk mengetahui kualitas pengukuran suhu dari sistem. Kedua sensor suhu dari kedua termometer direndam ke dalam air panas di dalam sebuah gelas seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Posisi sensor ketika dicelupkan ke dalam air panas dalam gelas

Sebelum dilakukan pengujian, kedua termometer harus menunjukkan pengukuran suhu ruangan sebagai nilai awal suhu terukur. Setelah itu, kedua sensor dimasukkan ke dalam gelas dan dicatat suhu awalnya. Selanjutnya air panas dituangkan ke dalam gelas dan dilakukan pencatatan suhu terukur setiap 10 detik selama 720 detik (12 menit). Seluruh prosedur ini diulangi sebanyak tiga kali. Hasil pengukuran suhu dari sistem dapat dilihat pada tampilan serial monitor

pada laptop komputer, sedangkan hasil pengukuran suhu dari termometer pembanding diperoleh dari tampilan LCD. Kondisi pengukuran ini ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Pengujian sistem termometer dengan *output* suara

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui fungsi kerja sistem yang telah dirancang dalam mengukur perubahan suhu dari air panas dari mulai suhu tertinggi menuju suhu yang lebih rendah. Hal ini sesuai dengan sifat air panas yang akan terus turun suhunya ketika bercampur dengan udara sekitarnya. Jadi pengujian suhu dengan media air panas akan menunjukkan hasil penurunan temperature terhadap waktu.

Pengujian kedua sistem dilakukan dengan menguji fungsi konversi data teks menjadi suara. Setiap pengukuran suhu yang dihasilkan harus dapat diubah menjadi suara yang sesuai dengan data suhu terukur. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sistem dengan komponen *loud speaker* yang dihubungkan melalui modul MP3 *Player*. Pengujian suara ini dilakukan setiap pengukuran suhu per 10 detik.

## 4.2. Hasil Pengujian Sistem

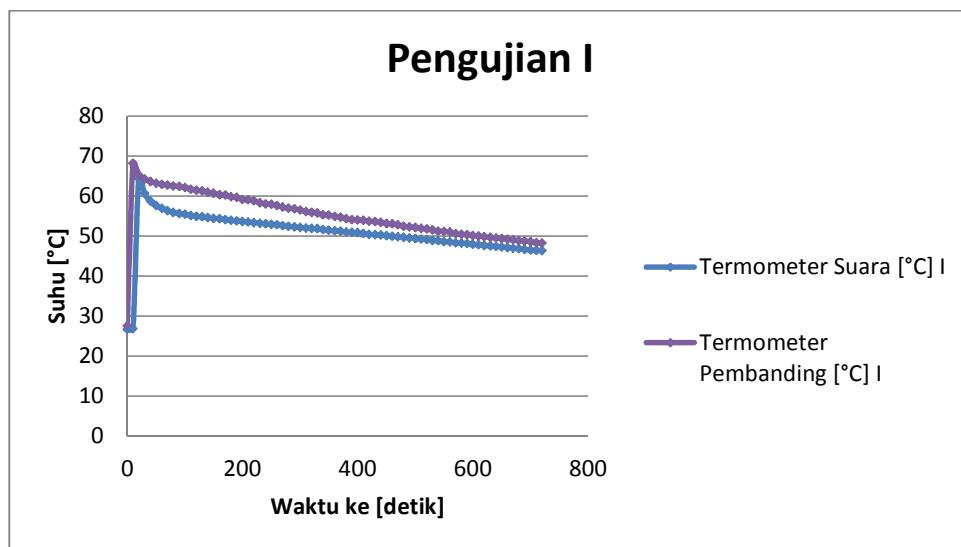
Dari tahap pertama pengujian, diperoleh data pengukuran suhu dari dua buah termometer yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Pada tabel tersebut terdapat tiga set pengukuran suhu setiap 10 detik selama 720 detik. Dari setiap satu set pengukuran ini kemudian diolah lebih lanjut untuk mengetahui beberapa karakteristik pengukuran suhu seperti respon sistem dan deviasi pengukuran.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian suhu antara termometer sistem dengan termometer pembanding setiap 10 detik selama 720 detik.

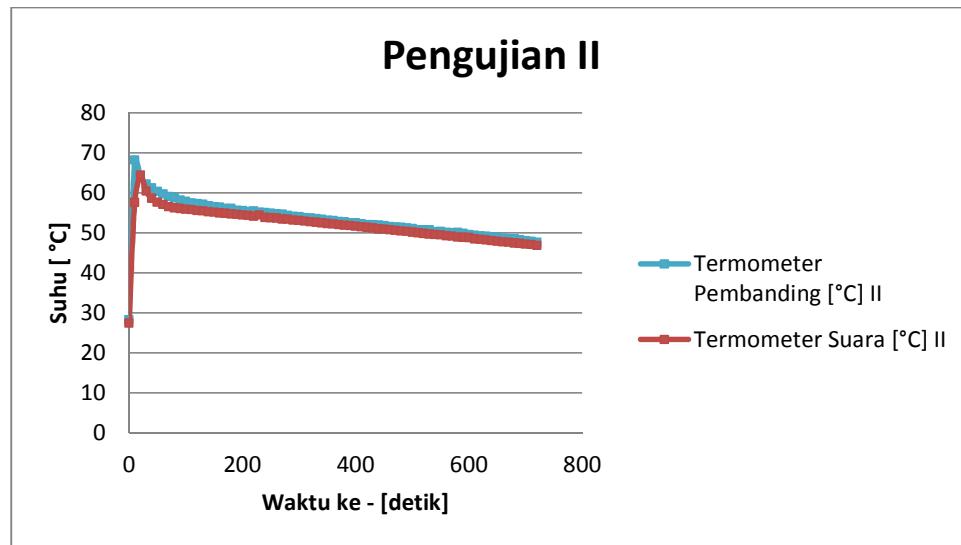
| Waktu<br>[detik ke-] | Termometer Suara [°C] |      |      | Termometer Pembanding [°C] |      |      |
|----------------------|-----------------------|------|------|----------------------------|------|------|
|                      | I                     | II   | III  | I                          | II   | III  |
| 0                    | 26.6                  | 27.4 | 25.8 | 27.5                       | 28.2 | 26.9 |
| 10                   | 26.8                  | 57.5 | 25.8 | 68.1                       | 68.1 | 64.3 |
| 20                   | 64.4                  | 64.4 | 63.8 | 65.3                       | 64.1 | 62.1 |
| 30                   | 60.6                  | 60.4 | 61.6 | 64.2                       | 62.1 | 61.1 |
| 40                   | 58.7                  | 58.6 | 60.3 | 63.6                       | 61.1 | 60.9 |
| 50                   | 57.6                  | 57.6 | 59.6 | 63.2                       | 60.3 | 60.3 |
| 60                   | 56.9                  | 57   | 59.1 | 62.9                       | 59.6 | 60.1 |
| 70                   | 56.3                  | 56.5 | 58.8 | 62.7                       | 59   | 60   |
| 80                   | 55.9                  | 56.2 | 58.5 | 62.5                       | 58.7 | 59.8 |
| 90                   | 55.6                  | 56   | 58.3 | 62.4                       | 58.1 | 59.7 |
| 100                  | 55.4                  | 55.8 | 58   | 62.1                       | 57.8 | 59.5 |
| 110                  | 55.1                  | 55.7 | 57.8 | 61.7                       | 57.4 | 59   |
| 120                  | 54.9                  | 55.5 | 57.5 | 61.4                       | 57.2 | 59   |
| 130                  | 54.8                  | 55.4 | 57.3 | 61.3                       | 57.1 | 58.7 |
| 140                  | 54.6                  | 55.2 | 57.1 | 60.9                       | 56.7 | 58.4 |
| 150                  | 54.4                  | 55.1 | 56.8 | 60.7                       | 56.5 | 58.3 |
| 160                  | 54.3                  | 54.9 | 56.6 | 60.3                       | 56.3 | 58.1 |
| 170                  | 54.1                  | 54.8 | 56.3 | 60.2                       | 56   | 57.8 |
| 180                  | 53.9                  | 54.7 | 56.1 | 59.8                       | 56   | 57.5 |
| 190                  | 53.8                  | 54.5 | 55.9 | 59.6                       | 55.6 | 57.1 |
| 200                  | 53.6                  | 54.4 | 55.6 | 59.1                       | 55.5 | 56.8 |
| 210                  | 53.5                  | 54.3 | 55.4 | 59                         | 55.3 | 56.7 |
| 220                  | 53.3                  | 54.1 | 55.2 | 58.8                       | 55.4 | 56.4 |
| 230                  | 53.2                  | 54.4 | 54.9 | 58.3                       | 55.1 | 56.3 |
| 240                  | 53                    | 53.8 | 54.7 | 58                         | 55   | 55.9 |
| 250                  | 52.9                  | 53.7 | 54.4 | 57.9                       | 54.8 | 55.7 |
| 260                  | 52.8                  | 53.6 | 54.3 | 57.6                       | 54.7 | 55.4 |
| 270                  | 52.6                  | 53.4 | 54   | 57.2                       | 54.6 | 55.3 |
| 280                  | 52.4                  | 53.3 | 53.8 | 56.9                       | 54.3 | 54.9 |
| 290                  | 52.3                  | 53.1 | 53.6 | 56.8                       | 54.1 | 54.8 |

|     |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 300 | 52.1 | 53   | 53.4 | 56.5 | 54   | 54.6 |
| 310 | 52   | 52.9 | 53.2 | 56.1 | 53.7 | 54.4 |
| 320 | 51.9 | 52.7 | 52.9 | 55.9 | 53.6 | 54   |
| 330 | 51.8 | 52.6 | 52.8 | 55.7 | 53.5 | 53.8 |
| 340 | 51.6 | 52.4 | 52.5 | 55.3 | 53.3 | 53.6 |
| 350 | 51.4 | 52.3 | 52.3 | 55.2 | 53.1 | 53.3 |
| 360 | 51.3 | 52.1 | 52.1 | 54.9 | 53   | 53.1 |
| 370 | 51.2 | 52   | 51.9 | 54.7 | 52.8 | 52.7 |
| 380 | 51   | 51.8 | 51.7 | 54.3 | 52.7 | 52.6 |
| 390 | 50.9 | 51.7 | 51.6 | 54.1 | 52.4 | 52.5 |
| 400 | 50.8 | 51.6 | 51.3 | 54   | 52.4 | 52.1 |
| 410 | 50.6 | 51.4 | 51.1 | 53.9 | 52.2 | 51.9 |
| 420 | 50.4 | 51.3 | 50.9 | 53.7 | 52   | 52   |
| 430 | 50.3 | 51.1 | 50.8 | 53.6 | 52   | 51.6 |
| 440 | 50.2 | 50.9 | 50.7 | 53.4 | 51.9 | 51.5 |
| 450 | 50.1 | 50.8 | 50.4 | 53.1 | 51.7 | 51.3 |
| 460 | 49.9 | 50.7 | 50.2 | 53   | 51.5 | 51.3 |
| 470 | 49.8 | 50.5 | 50.1 | 52.8 | 51.4 | 50.9 |
| 480 | 49.6 | 50.4 | 49.9 | 52.4 | 51.3 | 50.8 |
| 490 | 49.5 | 50.3 | 49.7 | 52.3 | 51.1 | 50.6 |
| 500 | 49.3 | 50.1 | 49.5 | 52.1 | 51   | 50.3 |
| 510 | 49.2 | 49.9 | 49.3 | 51.9 | 50.7 | 50.1 |
| 520 | 49.1 | 49.8 | 49.2 | 51.7 | 50.7 | 50   |
| 530 | 48.9 | 49.6 | 49   | 51.5 | 50.7 | 49.8 |
| 540 | 48.8 | 49.5 | 48.8 | 51.2 | 50.2 | 49.7 |
| 550 | 48.6 | 49.4 | 48.6 | 51.1 | 50.3 | 49.5 |
| 560 | 48.5 | 49.2 | 48.4 | 51   | 50   | 49.4 |
| 570 | 48.3 | 49.1 | 48.3 | 50.5 | 49.9 | 49.1 |
| 580 | 48.2 | 48.9 | 48.1 | 50.4 | 50   | 49   |
| 590 | 48.1 | 48.8 | 48   | 50.3 | 49.8 | 48.9 |
| 600 | 47.9 | 48.7 | 47.8 | 50.1 | 49.5 | 48.6 |
| 610 | 47.8 | 48.4 | 47.6 | 50   | 49.3 | 48.5 |
| 620 | 47.6 | 48.3 | 47.5 | 49.8 | 49.2 | 48.4 |
| 630 | 47.5 | 48.1 | 47.3 | 49.6 | 49.1 | 48.3 |
| 640 | 47.4 | 48   | 47.1 | 49.5 | 48.9 | 48   |
| 650 | 47.2 | 47.8 | 47   | 49.3 | 48.7 | 47.9 |
| 660 | 47.1 | 47.7 | 46.8 | 49.2 | 48.6 | 47.5 |
| 670 | 46.9 | 47.6 | 46.7 | 49   | 48.4 | 47.5 |
| 680 | 46.8 | 47.4 | 46.5 | 48.8 | 48.4 | 47.3 |
| 690 | 46.6 | 47.3 | 46.4 | 48.7 | 48.2 | 47.3 |
| 700 | 46.5 | 47.1 | 46.3 | 48.6 | 48   | 47   |
| 710 | 46.4 | 47   | 46.1 | 48.3 | 47.8 | 46.8 |
| 720 | 46.3 | 46.8 | 45.9 | 48.2 | 47.6 | 46.8 |

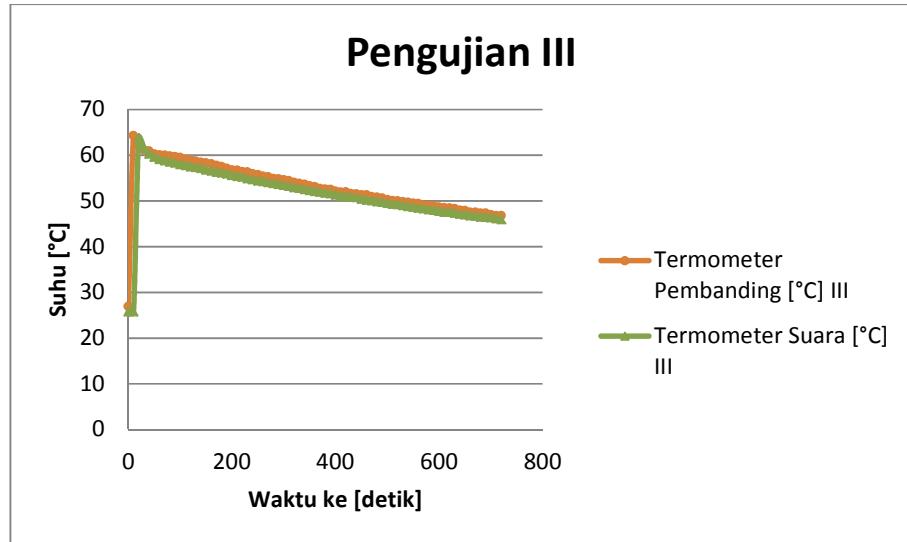
Karakteristik respon pengukuran suhu dari masing-masing termometer sebanyak tiga kali pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.3 sampai dengan Gambar 4.5. Data yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik kurva adalah data pengukuran suhu pertama selama 720 detik dengan pencatatan suhu setiap 10 detik.



Gambar 4.3. Karakteristik pengujian suhu **pertama** dari dua buah termometer

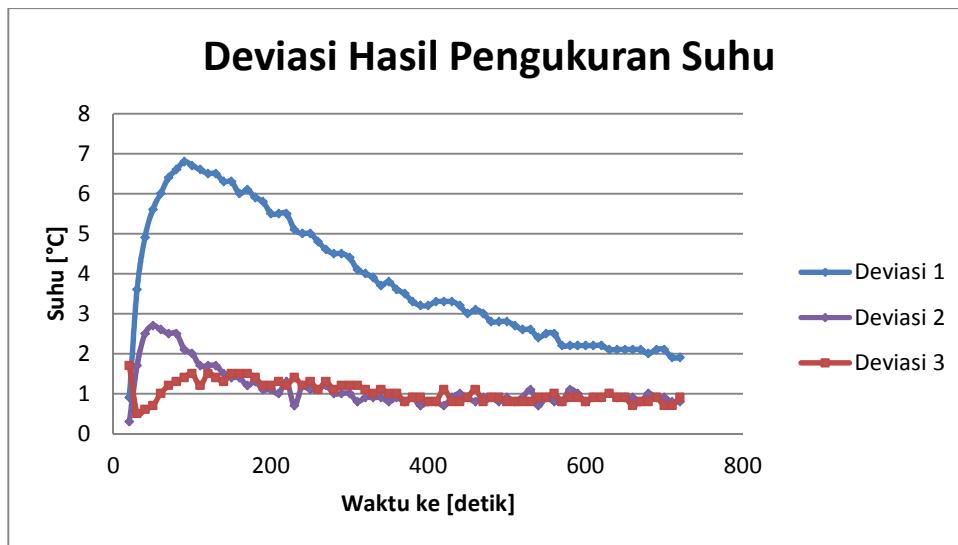


Gambar 4.4. Karakteristik pengujian suhu **kedua** dari dua buah termometer



Gambar 4.5. Karakteristik pengujian suhu **ketiga** dari dua buah termometer

Selanjutnya dari setiap set pengujian suhu dihitung nilai deviasi pengukuran suhu antara data termometer suhu dengan termometer pembanding. Nilai deviasi ini dihitung dengan mencari nilai absolut selisih pengukuran suhu dari kedua termometer untuk pengukuran suhu waktu ke-20 detik sampai dengan waktu ke-720 detik. Hal ini dilakukan karena pada dua detik awal pengukuran, nilai suhu terukur tidak stabil. Nilai deviasi pengukuran untuk setiap set ditunjukkan pada kurva karakteristik Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Kurva kateristik deviasi pengukuran suhu untuk tiga kali pengujian

Adapun hasil pengujian yang kedua yaitu pengujian konversi suara, tidak dilakukan pencatatan data tetapi hanya dilakukan pengamatan berupa mendengarkan suara hasil konversi dan pembacaan data suara pada MP3 *Player* sesuai dengan data teks hasil pengukuran. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa data teks telah berhasil dikonversi menjadi suara, walaupun penyebutan nilai suhu terukur tidak disertai dengan bilangan dimensinya (tanpa angka di belakang koma).

#### 4.3. Pembahasan dan Analisis Sistem

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sistem termometer dengan *output* suara telah mampu mengukur perubahan suhu dengan respon yang relatif baik. Hal ini ditunjukkan dengan data suhu yang tidak pernah muncul berulang untuk setiap pengukuran suhu per 10 detik, di mana sesuai dengan sifat suhu air panas yang terus menurun terhadap waktu jika dipengaruhi oleh udara luar. Dari hasil pengujian dapat juga terlihat bahwa dua dari tiga kali pengujian, termometer dengan *output* suara dapat mengukur bersesuaian dengan termometer pembanding.

Dengan bertambahnya waktu pengujian, nilai deviasi dari temometer dengan *output* suara menunjukkan nilai yang semakin mengecil terhadap termometer pembanding. Rata-rata nilai deviasi dari kedua pengujian tersebut adalah lebih kurang satu derajat Celcius. Hal ini menunjukkan bahwa sensor akan relatif stabil jika pengukuran diberikan jeda waktu tertentu. Namun tentu saja hal ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai waktu pengukuran (jeda waktu) minimum yang diperlukan untuk mengukur suhu tubuh agar lebih akurat dan stabil. Untuk lebih memperkecil nilai deviasi pengukuran, maka dapat dilakukan kalibrasi hasil pengukuran melalui modifikasi atau penyesuaian pada program di kontroler Arduino.

Jika dilihat dari tabel data hasil pengukuran suhu (Tabel 4.1), maka dapat dilihat bahwa sensor suhu pada divais DS18B20 relatif lebih terlambat dalam merespon suhu awal pada air panas. Sensor baru dapat menyesuaikan dengan suhu tinggi ketika detik ke-20. Hal ini berbeda dengan termometer pembanding yang sudah bisa mengukur suhu awal air panas pada detik ke-10. Namun hal ini terjadi

pada awal pengukuran saja. Performa dari sensor suhu divais DS18B20 menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan termometer pembanding karena tidak pernah terjadi pengulangan nilai suhu yang sama atau tidak pernah mengalami kenaikan suhu. Kondisi ini terjadi pada termometer pembanding, seperti ditunjukkan pada data hasil pengukuran suhu Tabel 4.1.

Untuk kualitas suara dan ketepatan perubahan data suhu menjadi suara telah diuji juga pada beberapa naracoba (Gambar 4.7). Hal ini ditujukan untuk melihat respon naracoba apakah dapat secara jelas mendengar informasi suhu yang diberikan oleh *output* sistem. Dari hasil pengujian diperolah bahwa bagi orang dewasa, suara yang dihasilkan oleh sistem dapat terdengar jelas dan dapat dipahami besarnya suhu yang terbaca oleh sistem. Namun, bagi naracoba usia 10 tahun, suara yang dihasilkan oleh sistem masih terdengar kurang dipahami karena pengucapannya relatif panjang yaitu penyebutan suhu sampai dengan satu angka di belakang koma. Hal ini tentu saja perlu dievaluasi lebih lanjut.



Gambar 4.7. Pengujian kualitas suara sistem pada naracoba

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil studi ini adalah:

1. Termometer dengan *output* suara telah mampu mengukur suhu dengan perubahan waktu (*time response*) selama 10 detik.
2. Nilai deviasi rata-rata untuk dua kali pengukuran terakhir sudah dapat mencapai lebih kurang 1 °C.

#### **5.2. Saran**

Pada studi selanjutnya, sistem ini masih harus dikembangkan lebih lanjut baik dari sisi metodologi implementasi sistem maupun metodologi pengujian sistem. Untuk tahapan implementasi, sistem harus diujicoba dengan menggunakan catu daya portabel yang bukan berasal dari perangkat komputer. Salah satu alternatif jenis catu daya yang dapat digunakan adalah catu daya dari *power bank*. Hal ini dikarenakan catu daya jenis ini memiliki kapasitas energi yang relatif besar sehingga menjadi tahan lama. Keunggulan lain dari tipe catu daya ini adalah mudah untuk dilakukan proses *charging*. Fasilitas lain yang perlu disediakan atau diinformasikan pada sistem ini adalah kondisi kapasitas dari catu daya yang harus turut diinformasikan kepada pengguna yaitu penderita tuna netra.

Untuk metodologi pengujian, sistem harus diuji untuk mengetahui jeda waktu pengukuran minimum yang harus di-set pada termometer ini agar dapat mengukur suhu tubuh secara tepat. Pengujian ini dapat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran suhu yang sama dengan durasi yang sama antara termometer *output* suara dengan termometer tubuh yang sudah ada di pasaran. Perbedaan hasil pengukuran yang terjadi menjadi bahan untuk proses kalibrasi sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Maxim, Dallas Semiconductor, Datasheets DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer dikutip dari halaman website: <http://ee-classes.usc.edu/ee459/library/datasheets/DS18B20.pdf>, pada tanggal 14 Januari 2019.
2. Arduino Nano, dikutip dari halaman website: <http://www.farnell.com/datasheets/1682238.pdf>, pada tanggal 14 Januari 2019.
3. Catalex, Serial MP3 manual *player*, dikutip dari halaman website: [http://geekmatic.in.ua/pdf/Catalex\\_MP3\\_board.pdf](http://geekmatic.in.ua/pdf/Catalex_MP3_board.pdf), pada tanggal 14 Januari 2019
4. Teknik Elektronika, Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya dikutip dari halaman website: <https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/>, pada tanggal 14 Januari 2019.
5. Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2 dikutip dari halaman website: <http://baskarapunya.blogspot.com/2013/01/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>, pada 14 Januari 2019.
6. DS18B20 Water-Proof Temperature Sensor Probe, dikutip dari halaman website: <https://potentiallabs.com/cart/buy-ds18b20-waterproof-online-hyderabad-india>, pada 14 Januari 2019.
7. Piezo Buzzer (B 10N), dikutip dari halaman website: <https://www.robomart.com/piezo-buzzer-b-10n>, pada 14 Januari 2019.