

Prototype Termometer Suara Nirkabel Berbasis Sensor DS18B20

FAKKAR AGHNAT, HENDI HANDIAN RACHMAT

Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Email: fakkar.aghnat@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Termometer digital umumnya dirancang dengan antarmuka visual, sehingga akan menyulitkan penyandang tunanetra untuk mengukur suhu tubuh mereka secara mandiri. Beberapa penelitian telah mengembangkan sebuah termometer dengan output suara sebagai solusinya. Namun sistem pengukur dengan output masih terhubung menggunakan kabel membuat adanya keterbatasan mobilitas dan ukuran kurang ringkas. Penelitian kali ini akan melakukan perancangan awal (prototype) untuk sebuah termometer yang terhubung secara nirkabel dengan output suaranya dengan memanfaatkan ESP32-C3 Super Mini sebagai mikrokontroler, sensor suhu DS18B20, buzzer, DF player Mini, dan komunikasi Bluetooth Low Energy. Lalu output akan ditampilkan display OLED dan disuarakan oleh speaker. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai suhu sensor DS18B20 dengan termometer referensi dan juga menguji kualitas audio langsung ke penggunanya. Dari hasil pengujian didapatkan nilai error sensor DS18B20 sebesar $-0,04^{\circ}\text{C} \approx 0,0^{\circ}\text{C}$. Dan semua pengukuran dapat dikonversi ke suara dan menghasilkan suara yang baik dalam kondisi yang ideal.

Kata kunci: *Termometer Digital, tunanetra, output suara, nirkabel, sensor DS18B20*

ABSTRACT

Digital thermometers are generally designed with a visual interface, making it difficult for blind people to measure their body temperature independently. Several studies have developed a thermometer with sound output as a solution. However, the measuring system with the output is still connected using a cable, causing mobility limitations and less compact size. This research will conduct an initial design (prototype) for a thermometer connected wirelessly with sound output by utilizing the ESP32-C3 Super Mini as a microcontroller, a DS18B20 temperature sensor, a buzzer, a DF player Mini, and Bluetooth Low Energy communication. Then the output will be displayed on an OLED display and voiced by a speaker. Testing was carried out by comparing the temperature values of the DS18B20 sensor with a reference thermometer and also testing the audio quality directly to the user. From the test results, the error value of the DS18B20 sensor was $-0.04^{\circ}\text{C} \approx 0.0^{\circ}\text{C}$. And all measurements can be converted to sound and produce good sound under ideal conditions.

Keywords: *Digital Thermometer, blind, voice output, wireless, DS18B20 sensor*

1. PENDAHULUAN

Suhu tubuh merupakan indikator penting untuk memantau kondisi kesehatan, karena suhu tubuh biasanya merupakan indikasi utama jika seseorang terinfeksi sebuah penyakit. Termometer digital biasanya digunakan untuk mengukur suhu tubuh seseorang (**Sutaji, 2024**). Namun, termometer digital pada umumnya dirancang dengan antarmuka visual, sehingga tidak mudah diakses oleh penyandang tunanetra (**Rachmat & Ughi, 2010**). Akibatnya, para tunanetra masih bergantung pada bantuan orang lain untuk mengetahui kondisi kesehatan tubuhnya (**Hidayat, 2020**).

Beberapa penelitian telah mengembangkan sebuah termometer di ketiak dengan menggunakan suara sebagai *output*-nya. Namun pada penelitian-penelitian terdahulu terdapat beberapa keterbatasan, di mana saat ini sistem *output* suara termometer tersebut masih terhubung menggunakan kabel dengan elektroda termometer (**Rachmat & Ughi, 2010**). Hal tersebut menyebabkan adanya keterbatasan jangkauan dari elektroda sensor terhadap posisi ketiak pasien dan ukuran yang kurang ringkas, sehingga dikhawatirkan pengukuran suhu yang dilakukan tidak valid dan efektif karena elektroda sensor tidak menyentuh bagian ketiak pasien dengan tepat dan perangkat masih harus dipegang oleh pengguna. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan perancangan dan implementasi *prototype* untuk sebuah termometer yang terhubung secara nirkabel dengan sistem *output* suaranya. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat menjadi langkah awal menuju pengembangan termometer dengan output suara yang lebih ringkas untuk penggunaannya. Dengan termometer tersebut maka pengguna dapat meletakkan elektroda sensor secara lebih leluasa dengan jangkauan yang lebih jauh serta memudahkan pengguna tanpa harus memegang perangkat pada saat pengukuran akibat keterbatasan jangkauan termometer. Secara teknis, pengembangan termometer suara nirkabel ini masih memiliki rata-rata akurasi suhu sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ dan suara yang jelas seperti termometer suara yang diimplementasikan oleh peneliti-peneliti sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Deskripsi Umum Dan Spesifikasi Sistem

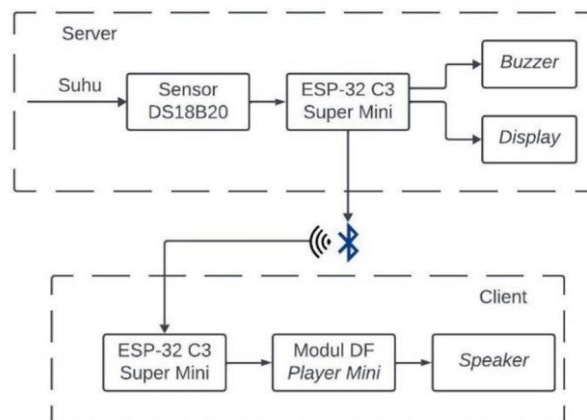
Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah *prototype* dari sebuah termometer digital *wireless* dengan *output* pengukuran berupa suara melalui sebuah *speaker* yang terpisah dari termometer digital. Berikut adalah spesifikasi yang diimplementasikan pada sistem adalah sebagai berikut:

- a. Sensor DS18B20 *waterproof* sebagai sensor suhu.
- b. Dua buah ESP32-C3 Super Mini sebagai mikrokontroler pada bagian termometer digital dan *output* suara.
- c. OLED sebagai *display*.
- d. Modul DF *Player Mini* sebagai modul pengolah suara
- e. *Buzzer* sebagai indikator bahwa termometer digital sedang melakukan pengukuran.
- f. *Speaker* yang terpisah dari termometer digital dan berfungsi sebagai *output* suara dari hasil pengukuran.
- g. *Output* suara yang dihasilkan oleh *speaker* akan berupa nilai suhu yang terukur dalam satuan $^{\circ}\text{C}$.
- h. Komunikasi yang digunakan antara sistem termometer digital dengan *output* suara adalah *Bluetooth Low Energy* (BLE).
- i. Range suhu yang diukur dari 32°C hingga 42°C .

j. Ketelitian suhu yang terukur $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

2.2 Metodologi Perancangan

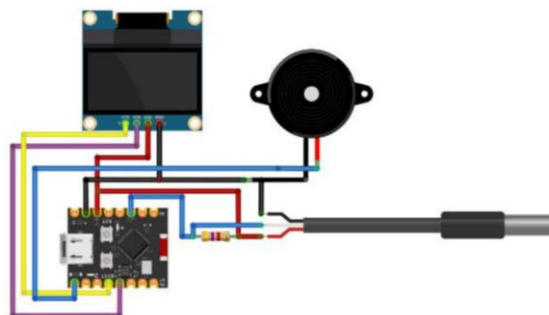
Gambar 1 merupakan diagram blok yang menunjukkan bagaimana sistem akan bekerja. Sistem bekerja dimulai dengan suhu yang terukur oleh sensor DS18B20. Kemudian suhu diubah menjadi *output* digital dan masuk ke ESP32-C3 Super Mini di bagian termometer digital. Nilai suhu yang terukur oleh sensor akan ditampilkan dalam bentuk visual pada sebuah *display* dan data tersebut akan dikirim secara *real-time* menuju ESP32-C3 Super Mini pada bagian *output* suara yang terhubung menggunakan *Bluetooth Low Energy*. Setelah data diterima, data tersebut akan diolah oleh modul DF *Player Mini* agar dapat menghasilkan *output* berupa suara pada sebuah *speaker* yang sudah terintegrasi. Dan suara yang dihasilkan adalah nilai suhu yang terukur dalam satuan $^{\circ}\text{C}$.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

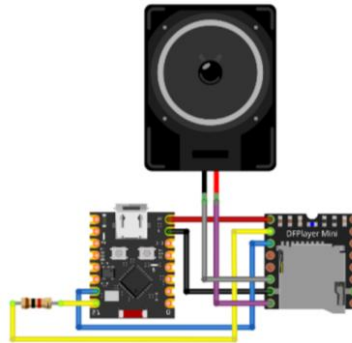
2.3 Perancangan dan Realisasi Perangkat Keras

Perancangan dan realisasi perangkat keras terdiri dari dua bagian yaitu untuk sistem *server* dan sistem *client*. Sistem *server* merupakan sistem yang digunakan sebagai termometer suhu tubuh dan pada sistem tersebut terdapat ESP32-C3 Super Mini, sensor DS18B20, *buzzer*, dan *display* OLED. Selain melakukan pengukuran suhu, sistem ini juga mengirim data suhu yang terukur ke ESP32-C3 Super Mini lainnya yang telah terhubung menggunakan *Bluetooth Low Energy*. Gambar 2 yang merupakan skematik rangkaian pada sistem *server*, dimana gambar tersebut memperlihatkan komponen-komponen yang diintegrasikan dengan ESP32-C3 Super Mini sebagai mikrokontroler. Untuk memproses nilai sensor, pin data pada sensor dikoneksikan ke pin GPIO 2 pada ESP32-C3 Super Mini. Display OLED diintegrasikan pada kontroler dengan menggunakan koneksi antarmuka I2C, dimana pin SDA pada display OLED dihubungkan ke pin GPIO 8 dan pin SCL nya digabungkan dengan GPIO 9. Lalu ada buzzer yang kaki positifnya dihubungkan ke pin GPIO 5 dan kaki negatifnya dihubungkan ke pin GND pada kontroler.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Pada Sistem Server

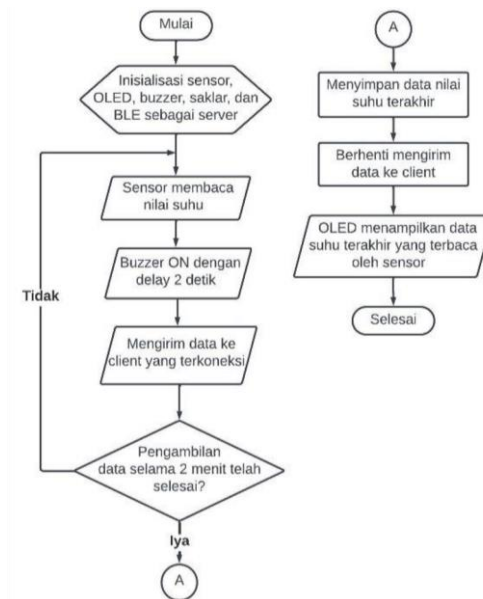
Gambar 3 merupakan skematik rangkaian dari sistem *client*. Sistem *client* merupakan sistem yang akan berperan untuk menerima data hasil pengukuran dari server dan menyuarakan data tersebut melalui sebuah speaker yang terintegrasi dengan modul pengolah suara DF *Player Mini*. Pada DF *Player Mini* ditambahkan sebuah microSD yang telah di isi file rekaman suara untuk menunjang sistem agar dapat memberikan informasi suhu tubuh pengguna sesuai dengan hasil pengukuran. Koneksi UART digunakan antara DF *Player Mini* dengan ESP32-C3 Super Mini sebagai mikrokontroler, dengan menghubungkan pin RX pada DF *Player Mini* dengan pin GPIO 21 pada kontroler. Dan pin TX pada DF *Player Mini* dihubungkan ke pin GPIO 20 pada kontroler.



Gambar 3. Skematik Rangkaian Pada Sistem Client

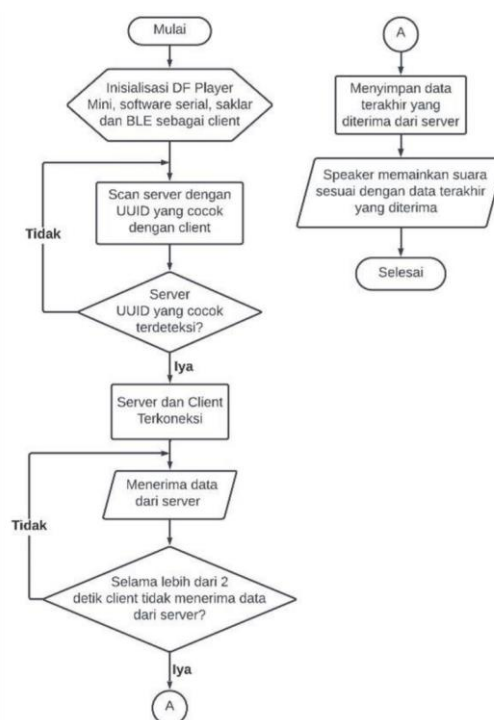
2.4 Perancangan dan Realisasi Perangkat Lunak

Pada bagian proses sistem, dilakukan pemrograman dengan memanfaatkan *software* Arduino- IDE. Proses ini terdapat 2 bagian, yaitu untuk sistem *server* dan sistem *client*. Gambar 4 menunjukkan *flowchart* perangkat lunak sistem *server* yang memiliki fungsi sebagai *server* dan termometer digital. Mikrokontroler pada sistem ini akan berperan sebagai *server* untuk mengirim data ke *client* yang telah terkoneksi melalui *Bluetooth Low Energy*. Sistem dimulai dengan menginisialisasi sensor, *buzzer*, *display* OLED, dan BLE sebagai *server*. Lalu sensor akan membaca nilai suhu dan *buzzer* akan aktif dengan delay 2 detik sebagai indikator bahwa sensor sedang melakukan pengukuran. Dan ketika sensor sedang melakukan pengukuran, *server* akan mengirim data ke *client* yang telah terkoneksi. Sistem akan melakukan pengukuran selama 2 menit, jika belum selesai sensor akan terus mengukur nilai suhu. Dan jika sistem sudah melakukan pengukuran selama 2 menit, data nilai suhu yang terakhir terbaca akan disimpan dan *server* akan berhenti mengirim data ke *client*. Data suhu terakhir akan ditampilkan oleh display OLED.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Server

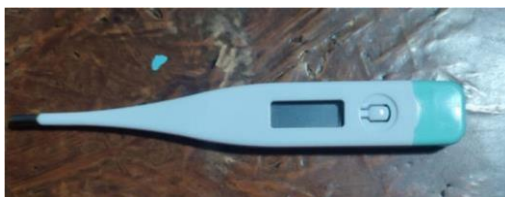
Gambar 5 menunjukkan *flowchart* perangkat lunak sistem client yang memiliki fungsi sebagai *output* suara. Mikrokontroler pada sistem ini akan berperan sebagai client yang akan menerima data dari server. Sistem ini dimulai dengan melakukan inisialisasi DF *Player Mini*, software serial, dan BLE sebagai *client*. Lalu *client* akan melakukan *scanning* untuk mencari *server* dengan UUID yang cocok dengan yang *client* butuhkan. Jika sudah berhasil ditemukan *server* yang cocok dengan *client*, maka *client* akan terkoneksi pada *server*. Setelah terkoneksi, *client* akan menerima data suhu terukur dari *server*. Jika selama lebih dari 2 detik *client* berhenti menerima data dari *server*, maka *client* akan menyimpan data terakhir yang diterima dari *server*. Lalu *speaker* akan memainkan suara sesuai dengan data terakhir yang diterima dari *server*.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem Client

2.5 Metodologi Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian sensor dan pengujian audio hasil pengukuran. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan nilai suhu yang diukur menggunakan sensor DS18B20 dengan termometer referensi (XHF2001). *Probe* sensor DS18B20 dijepitkan ke ketiak kanan naracoba dan termometer referensi (XHF2001) dijepitkan ke ketiak kiri naracoba. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali, dimana setiap naracoba hanya melakukan 1 kali pengujian di setiap hari nya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *error* yang dapat terjadi pada sensor DS18B20 dengan dibandingkan dengan termometer referensi (XHF2001). Gambar 6 merupakan bentuk dari termometer referensi yang digunakan.



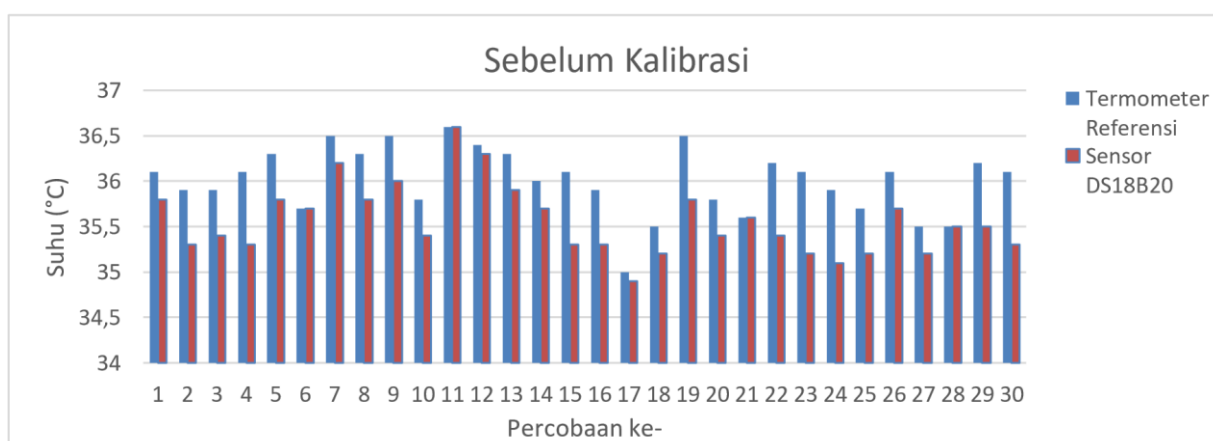
Gambar 6. Termometer XHF2001

Sedangkan pada pengujian audio hasil pengukuran dilakukan untuk membandingkan nilai suhu yang ditampilkan oleh *display* OLED dengan nilai suhu yang diusarakan oleh *speaker*. Dan pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui seberapa jelas suara yang dihasilkan oleh *speaker*. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran suhu badan menggunakan sistem yang telah dirancang ke naracoba dan menanyakan hasilnya ke naracoba sesuai dengan yang telah didengar dari *speaker*.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Hasil Pengujian Sensor

Gambar 7 merupakan sebuah grafik dari hasil pengujian sensor DS18B20 dimana nilai suhu yang didapatkan oleh sensor dibandingkan dengan nilai suhu yang didapatkan oleh termometer referensi.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Sensor DS18B20 Sebelum Dikalibrasi Dengan Termometer Referensi

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa pengukuran suhu yang diperoleh sensor DS18B20 selalu memiliki nilai suhu dibawah atau sama dari termometer referensi di setiap percobaannya.

Dan dari perbedaan nilai suhu yang diperoleh sensor dan termometer referensi ini dapat dihitung nilai *error* dari sensor dengan menghitung selisih antara nilai suhu yang diperoleh dari keduanya. Setelah mendapatkan nilai *error* dari setiap percobaan, dilakukan perhitungan rata-rata *error* nya dan didapatkan nilai rata-rata *error* pada pengujian sensor sebesar $-0,4^{\circ}\text{C}$. Namun hasil ini tidak sesuai dengan spesifikasi sistem yang diinginkan, dimana akurasi pada sistem yang diinginkan adalah sebesar $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Oleh karena itu untuk mencapai akurasi yang diinginkan, dilakukan proses kalibrasi pada sensor. Proses ini dilakukan dengan menggeser nilai sensor sebanyak rata-rata *error* yang didapatkan. Maka didapatkan sebuah persamaan (1), dimana persamaan ini akan menjadi hasil dari pengukuran suhu yang dilakukan oleh sensor DS18B20.

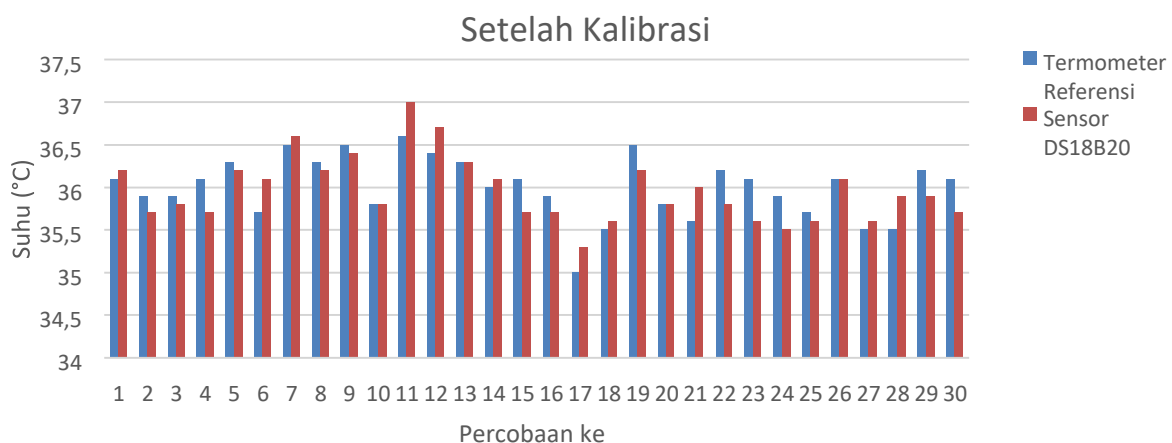
$$y = x + 0,4 \quad (1)$$

Keterangan:

x = output sensor DS18B20 sebelum dikalibrasi

y = output sensor DS18B20 setelah dikalibrasi

Hasil dari proses kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 8, yang merupakan grafik perbandingan nilai suhu yang diperoleh sensor DS18B20 yang telah dikalibrasi dengan termometer referensi.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Sensor DS18B20 Setelah Dikalibrasi Dengan Termometer Referensi

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa grafik dari nilai suhu yang dihasilkan oleh sensor DS18B20 dan termometer referensi memiliki nilai yang tidak begitu jauh perbedaannya. Hal ini menunjukkan bahwa *error* pada sensor lebih kecil dari sebelum proses kalibrasi dilakukan. Hal ini juga ditunjukkan dari hasil rata-rata *error* yang didapatkan setelah kalibrasi pada sensor dilakukan, dimana rata-rata *error* nya menjadi sebesar $-0,04^{\circ}\text{C} \approx 0,0^{\circ}\text{C}$.

3.2 Hasil Pengujian Audio

Tabel 1 merupakan hasil dari pengukuran menggunakan termometer *prototype* yang telah dirancang dengan menggunakan dua *output* yaitu ditampilkan melalui sebuah *display* dan disuarakan melalui *speaker*. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa *output* yang dihasilkan oleh *speaker* dapat sama seperti yang dihasilkan oleh *display*. Dan selain itu pengujian dilakukan untuk menunjukkan bagaimana kualitas suara yang dihasilkan oleh *speaker* ke naracoba.

Tabel 1. Hasil Pengujian Termometer DS18B20 Dengan Output Audio

Percobaan ke	Termometer DS18B20 Dengan Output Display (°C)	Termometer DS18B20 dengan Output Audio (°C)	Output yang didengar oleh naracoba (°C)	Status Suara
1	36,2	36,2	36,2	Jelas
2	36	36	36	Jelas
3	35,6	35,6	35,6	Jelas
4	35	35	35	Jelas
5	35,5	35,5	35,5	Jelas
6	35,9	35,9	35,9	Jelas
7	36	36	36	Jelas
8	36,3	36,3	-	Tidak Jelas
9	35,8	35,8	-	Tidak Jelas
10	35,9	35,9	35,9	Jelas

Dari Tabel 1 terlihat bahwa dari 10 pengukuran suhu yang dilakukan oleh termometer *prototype* yang telah dirancang baik dengan *output* yang ditampilkan oleh *display* ataupun yang disuarakan oleh *speaker* memiliki hasil yang sama persis. Dan suara yang dihasilkan oleh *speaker* pun dapat terdengar jelas dalam kondisi yang ideal. Pada beberapa kondisi yang kurang ideal dapat membuat suara yang dihasilkan *speaker* tidak begitu jelas atau bahkan tidak terdengar. Seperti pada pengukuran ke 8 dan 9 dimana terjadi hujan deras yang membuat naracoba tidak mampu mendengar dengan jelas *output* suara yang dihasilkan oleh *speaker*.

3.3 Analisis

Terdapat beberapa keterbatasan pada penelitian yang dilakukan kali ini, yaitu antara lain adalah sensor suhu yang digunakan adalah sensor DS18B20, *bluetooth low energy* sebagai metode komunikasi antara sistem *server* dan *client*, dan pengukuran suhu hanya dilakukan pada bagian tubuh ketiak tanpa memperhatikan usia dan gender dari naracobanya. Selain itu, penelitian ini tidak dilakukan langsung kepada penyandang tunanetra dan termometer yang dirancang masih bersifat *prototype* dan stasioner.

Pada penelitian ini termometer *prototype* yang dirancang memiliki *delay* selama 2 menit. Penggunaan *delay* 2 menit ini sesuai dengan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Puteri dan timnya, dimana mereka melakukan evaluasi terhadap *delay* waktu pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 dan didapatkan bahwa dengan *delay* 2 menit sensor akan memiliki hasil yang lebih mendekati termometer referensi dengan akurasi sebesar 0,5°C (Puteri & Rachmat, 2022). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, *prototype* termometer suara nirkabel berbasis sensor DS18B20 mampu menunjukkan kinerja yang memuaskan dimana rata-rata *error* nya sebesar $-0,04^{\circ}\text{C} \approx 0,0^{\circ}\text{C}$. Hasil ini mampu memberikan rata-rata *error* yang lebih baik dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurazizah dan timnya, dimana mereka merancang sebuah termometer digital untuk penyandang tunanetra menggunakan sensor DS18B20 dan mendapatkan rata-rata *error* sebesar $0,3566666667^{\circ}\text{C}$ (Nurazizah *et al.*, 2017). Dan meskipun *output* suara dan termometer terhubung secara nirkabel melalui *bluetooth low energy*, *prototype* termometer ini tetap mampu memberikan hasil *text-to-voice* yang akurat dan suaranya pun mampu didengar oleh naracoba dengan jelas dalam kondisi lingkungan yang ideal.

Untuk menjaga kejelasan suara yang dihasilkan, disarankan agar pengukuran dilakukan pada lingkungan yang tenang atau pada ruangan yang tertutup dengan jarak antara perangkat dan penggunaannya pun jangan terlalu jauh, sehingga suara yang dihasilkan oleh *speaker* dapat terdengar dengan lebih jelas oleh penggunaannya. Selain itu untuk mengurangi kekurangan dari penelitian ini, dapat digunakan sebuah catu daya seperti baterai agar sistem yang dirancang dapat lebih ringkas dan dapat meningkatkan fleksibilitas penggunaannya. Selain itu juga dengan menggunakan catu daya seperti baterai dapat membuat sistem ini bersifat *ambulatory*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari peneltiain yang telah dilakukan dari pengukuran suhu menggunakan *prototype* termometer suara yang telah dirancang, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Tingkat akurasi pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20 yang dibandingkan dengan termometer referensi (XHF2001) memiliki nilai sebesar $-0,04^{\circ}\text{C} \approx 0,0^{\circ}\text{C}$ dengan menggunakan *delay* 2 menit.
- b. Semua hasil pengukuran suhu menggunakan termometer *prototype* mampu dikonversi menjadi suara oleh *speaker* sesuai dengan hasil yang ditampilkan pada *display* OLED.
- c. Suara yang dihasilkan oleh *speaker* sudah mampu didengar dengan baik oleh pengguna termometer *prototype*, namun terdapat beberapa kondisi seperti hujan deras yang dapat mengganggu pendengaran penggunaannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Hidayat, L. (2020). Assisitive Technology Pada Aplikasi. *Jurnal Exponential (Education for Exceptional Children)*, 1(2), 144-152.
- Nurazizah, E., Ramdhani, M., & Rizal, A. (2017). Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 untuk Penyandang Tunanetra (Design Digital Thermometer Based on Sensor DS18B20 for Blind People). *E-Proceeding of Engineering*, 4(3), 3294-3301.
- Puteri, M. R., & Rachmat, H. H. (2022). Evaluasi Delay Waktu Pengukuran Suhu Tubuh Menggunakan Sensor DS18B20. *e-Proceeding FTI, Itenas*.
- Rachmat, H. H., & Ughi, F. (2010). Pengembangan termometer suara bagi tuna netra berbasis mikrokontroler dengan sensor resistif. *Jurnal Itenas Rekayasa*, 14(2), 49-59.
- Sutaji, D. (2024). Pancaroba Dengan Sistem Sensor Suhu Tubuh. *INDEXIA: Informatic and Computational Intelligent Journal*, 6(1), 31-41.