

**ANALISIS AKURASI SISTEM SENSOR SUHU NTC THERMAL
berbasis WeMos D1 R1 pada INKUBATOR
SKRIPSI**

Disusun Oleh :

Teguh Teuja Laksana

41037002200022



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM NUSANTARA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS AKURASI SISTEM SENSOR SUHU NTC THERMAL
berbasis WeMos D1 R1

oleh :
Teguh Teuja Laksana 41037002200022

Disetujui:
Pembimbing I

Muhammad Zimamul Adli, M. Si
NIDN. 0421049180

Diketahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc
NIDN.040212900

ABSTRAK

Inkubator memerlukan pemantauan suhu yang tepat untuk memastikan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme di dalamnya. Sensor NTC THERMAL banyak digunakan dalam pengukuran suhu, memiliki karakteristik dalam hal akurasi, waktu respons, dan keandalan. Penggunaan teknologi mikrokontroler memungkinkan pemantauan dan kontrol suhu secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor NTC THERMAL memiliki persentase error dan rata-rata error yaitu RE 2.4681%, MEA 0.8885. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa sensor NTC THERMAL tidak cocok digunakan pada inkubator bayi.

Kata Kunci: *NTC Thermal wemos, inkubator,*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, kesehatan, dan juga pertolonganNya dalam menyelesaikan skripsi dari awal hingga akhir.

Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang membantu kelancaran pengerjaan skripsi, baik yang telah memberikan bantuan berupa dorongan moril maupun materil, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ganis Sanhaji, S.Si., M.Sc. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Nusantara.
2. Bapak Muhammad Zimamul Adli S.Si., M.S.i. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Seluruh teman-teman proyek yang selama penulisan berlangsung, mulai dari penjelasan materi, konsultasi, sesi meeting team, hingga menyelesaikan proyek.
4. Seluruh teman te tang ga yang membantu dalam proses diskusi serta mendapatkan ilmu yang bermanfaat pada saat perancangan proposal ini.

Penulis menyadari atas ketidaksempurnaan skripsi ini, namun penulis tetap berharap skripsi ini akan memberikan manfaat bagi para pembaca. Kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan. Demikian dan terima kasih.

Bandung, 30 Juli 2024

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	1
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Metode Penelitian	2
1.7. Studi Pustaka	2
1.8. Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sensor Suhu	4
2.2 Inkubator bayi	5
2.3 Wemos D1 R1	7
BAB III PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	8
3.1 Perancangan Penelitian	8
3.2 Desain Sistem	9
3.3 Pengujian	11
3.4 Analisis Data	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1. Hasil Pengukuran Sensor NTC THERMAL	13
4.2. Grafik pengukuran Sensor NTC Thermal	15
4.3. Grafik Perbandingan Pengukuran antara NTC THERMAL dan Referensi ..	15
Bab V	16

PENUTUP	16
5.1. Kesimpulan	16
DAFTAR PUSTAKA.....	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sensor NTC THERMAL.....	4
Gambar 3. Inkubator Bayi.....	6
Gambar 6. Perencanaan Penelitian.....	8
Gambar 7. Desain Sistem.....	9
Gambar 8. Desain Skematik	10
Gambar 9. Desain 3D <i>Inkubator</i>	10
Gambar 10. Flowchart sistem	11

DAFTAR TABEL

No table of figures entries found.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kualitas udara dalam inkubator bayi sangat penting untuk kesehatan dan perkembangan bayi, terutama bagi bayi prematur yang membutuhkan perawatan intensif. Kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban harus dipantau dan dijaga secara ketat untuk memastikan kondisi optimal [1]. Namun, pemantauan kualitas udara dalam inkubator seringkali dilakukan secara manual, yang dapat menyebabkan ketidakakuratan dan keterlambatan dalam deteksi perubahan kondisi.

Berdasarkan data dari *Maternal Perinatal Death Notification* (MPDN), sistem pencatatan kematian ibu Kementerian Kesehatan, jumlah kematian ibu pada tahun 2022 mencapai 4.005 dan di tahun 2023 meningkat menjadi 4.129. Sementara itu, untuk kematian bayi pada 2022 sebanyak 20.882 dan pada tahun 2023 tercatat 29.945[2]. Menurut Dana Anak Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNICEF), kelahiran prematur merupakan penyebab utama kematian anak usia di bawah lima tahun dengan perkiraan 15 juta bayi lahir prematur di seluruh dunia setiap tahun[3].

Dalam penelitian ini, akan menganalisis akurasi sistem sensor suhu NTC Thermal berbasis wemos d1 r1.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas udara dalam inkubator menggunakan sensor NTC THERMAL?
2. Bagaimana akurasi dan kinerja antara sensor NTC THERMAL dalam inkubator bayi berbasis Wemos?

1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian ini akan menggunakan sensor NTC THERMAL sebagai alat untuk mengukur parameter kualitas sensor udara inkubator.
2. Implementasi sistem akan dibatasi pada mikrokontroler Wemos D1 R1.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Membuat sistem pemantauan kualitas udara berbasis Wemos dalam inkubator.
2. Mengumpulkan data suhu, kelembaban melalui sensor NTC THERMAL secara real-time.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi sebagai berikut:

1. Menambah literatur tentang sensor suhu dalam aplikasi inkubator bayi.
2. Memberikan informasi bagi pengembangan inkubator bayi yang lebih efektif dan efisien.

1.6. Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

1. Desain dan Pembuatan Sistem
2. Implementasi dan Pengujian
3. Analisis Data

1.7. Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan dengan membaca referensi yang sudah ada sebelumnya dengan topik yang sama melalui jurnal ilmiah, modul, buku, majalah dan situs yang berkaitan dengan judul proposal.

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada proposal ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup kajian, sistematika penulisan laporan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Menjelaskan dan menerangkan dasar teori yang menunjang pembahasan terhadap bagian-bagian dari alat yang akan dibahas.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Memberikan gambaran tentang perencanaan rangkaian yang terdiri dari komponen-komponen yang dibutuhkan untuk proses perancangan alat yang akan dibuat.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Memberikan hasil dan pembahasan hasil pengujian alat dilapangan.

BAB V: PENUTUP

Berisi Kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian dan pengujian.

BAB II

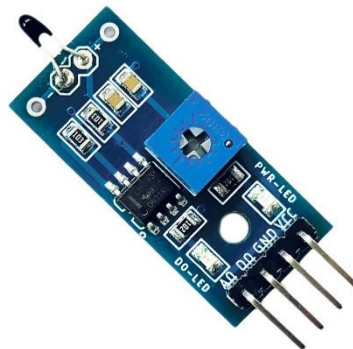
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Suhu

Suhu merupakan suatu derajat panas pada sebuah objek. Sedangkan suhu udara yaitu memiliki arti ukuran panas atau dinginnya suatu permukaan bumi dan atmosfer bumi. Suhu adalah ukuran yang menyatakan panas dinginnya sesuatu, bisa dalam bentuk padat, cair dan gas. Biasanya dinyatakan dalam satuan derajat. Semakin panas suatu benda maka nilai derajatnya akan semakin tinggi, sebaliknya semakin dingin suatu benda maka nilai derajatnya juga semakin turun.

2.1.1. Sensor NTC THERMAL

NTC Thermistor (Negative Temperature Coefficient Thermistor) adalah sensor suhu yang resistansinya berkurang saat suhu meningkat. NTC Thermistor bekerja berdasarkan perubahan resistansi bahan semikonduktor saat suhu berubah. Ketika suhu meningkat, energi termal yang dihasilkan meningkatkan gerakan atom di dalam bahan semikonduktor tersebut, yang pada gilirannya mengurangi hambatan dan resistansi bahan. Hal ini menghasilkan perubahan tegangan atau arus dalam sirkuit yang terhubung dengan NTC Thermistor.



Gambar 1. Sensor NTC THERMAL

Keunggulan sensor NTC thermal adalah

- Memiliki sensitivitas yang tinggi
- Bentuk gelombang bersih sinyal keluaran komparator baik, kemampuan mengemudi dari 15mA
- Sesuaikan ambang deteksi bit distribusi suhu
- Format keluaran: keluaran peralihan digital (0 dan 1)
- Dengan lubang baut untuk memudahkan pemasangan
- Menggunakan komparator tegangan lebar LM393

Prinsip kerja termistor NTC terutama bergantung pada suhu sekitar. Setelah suhu termistor meningkat, maka resistansinya akan berkurang. Untuk setiap kenaikan suhu 1 derajat celcius, resistensi 5% akan berkurang.

Termistor NTC terbuat dari keramik yang mengandung oksida logam, termasuk oksida Mn-Ni-Co, oksida Ni-Cr, dan oksida Cu-Ni dengan aditif. Ketika logam-logam ini digabungkan dengan oksigen, mereka membentuk ikatan yang membatasi jumlah jalur elektron bebas dalam struktur kristal, sehingga meningkatkan resistensi.

Namun, pada suhu yang lebih tinggi, tabrakan antar atom menyebabkan struktur kristal sedikit rusak, melepaskan beberapa elektron dan menciptakan jalur elektron bebas yang sebelumnya tidak ada. Semakin banyak jalur elektron bebas yang ada, semakin sedikit hambatan terhadap aliran listrik. Begitulah cara termistor NTC menunjukkan penurunan resistensi saat suhu meningkat. .

2.2 Inkubator bayi

Inkubator bayi adalah suatu alat yang digunakan perawatan untuk bayi premature. Inkubator bayi ini juga berfungsi menjaga kehangatan dan kelembaban tubuh bayi, mencegah terjadinya infeksi pernapasan pada bayi dan untuk mengisolasi

bayi yang baru lahir atau bayi prematur.[4] Inkubator bayi merupakan salah satu alat kedokteran yang sangat dibutuhkan ketersediaannya dirumah sakit atau puskesmas. Inkubator bayi berfungsi sebagai tempat untuk menjaga suhu tubuh bayi agar selalu dalam batas normal yaitu antara 33 – 35 °C, terutama untuk bayi yang lahir dalam keadaan premature.[5]



Gambar 2. Inkubator Bayi

Inkubator bayi adalah sebuah wadah tertutup yang kehangatan lingkungannya dapat diatur dengan cara memanaskan udara dengan suhu tertentu, yang berfungsi untuk menghangatkan bayi. Inkubator bayi memiliki beberapa parameter yaitu, temprature, kelembaban, air flow, dan noise. Tingkat kelayakan kebocoran suhu luar $\pm 1^{\circ}\text{C}$, tingkat kelembaban antara $\geq 70\%$, laju aliran udara $< 0,35$ ms dan tingkat kebisingan di dalam inkubator < 60 dBA. Persyaratan tersebut harus terpenuhi untuk mendapatkan kriteria keselamatan dan keamanan dalam penggunaannya[6].

2.3 Wemos D1 R1

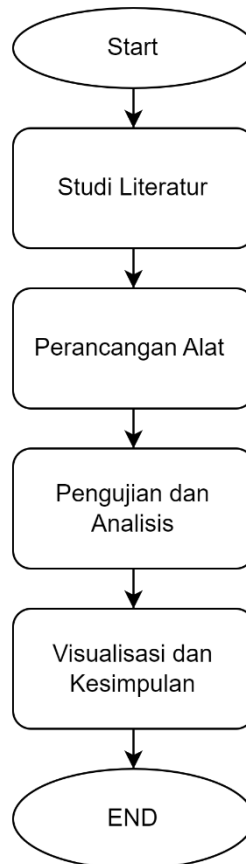


Wemos D1 R1 merupakan board yang memiliki chip ESP8266 modul wifi dan dibuat sama seperti Arduino Uno. WemosD1 R1 dapat bekerja secara mandiri. Berbeda dengan modul WiFi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak rangkaiannya, WeMos D1 R1 juga dapat bekerja secara mandiri karena sudah memiliki CPU yang dapat memprogram melalui port serial. atau melalui OTA (Over The Air) dan menyiarkan program secara nirkabel.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Perancangan Penelitian



Gambar 3. Perencanaan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dinyatakan dalam diagram alur diatas yaitu

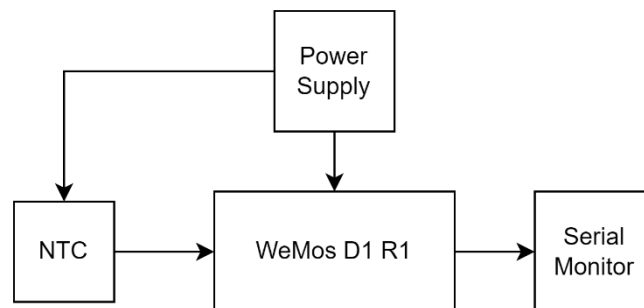
1. Tahap pertama melakukan studi literatur seperti membaca dan membandingkan penelitian sebelumnya yang sudah ada.
2. Tahap kedua merancang alat atau desain sistem seperti desain skematik, 3D cad, *hardware* dan *software* pada sistem pengujian sensor suhu untuk inkubator

3. Tahap ketiga melakukan pengujian alat dengan memasang sensor dengan benar pada inkubator kemudian dijalankan dan dicatat suhu dari kedua interval waktu tertentu, kemudian analisis dilakukan pada dua hal utama yaitu analisis akurasi sensor, analisis *respons time*.
4. Tahap terakhir melakukan visualisasi data hasil pengujian dan analisis serta memberikan kesimpulan.

3.2 Desain Sistem

3.2.1. Perancangan Blok Diagram

Perancangan pembuatan sistem untuk menguji sensor suhu dan *monitoring real time* pada inkubator bayi mengacu pada blok diagram yang ditunjukkan dibawah ini.

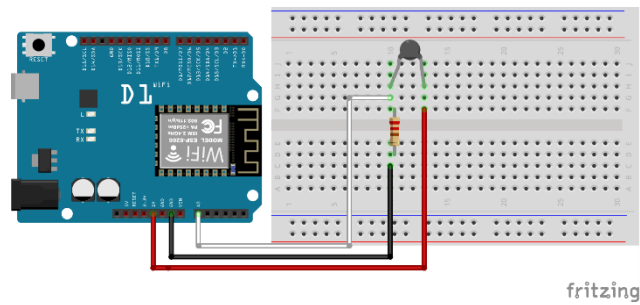


Gambar 4. Desain Sistem

Blok diagram pada bagian ini terdiri dari input sensor suhu, proses sistem menggunakan mikrokontroler wemos d1 r1 dan output serial monitor.

3.2.2. Perancangan Desain Skematik

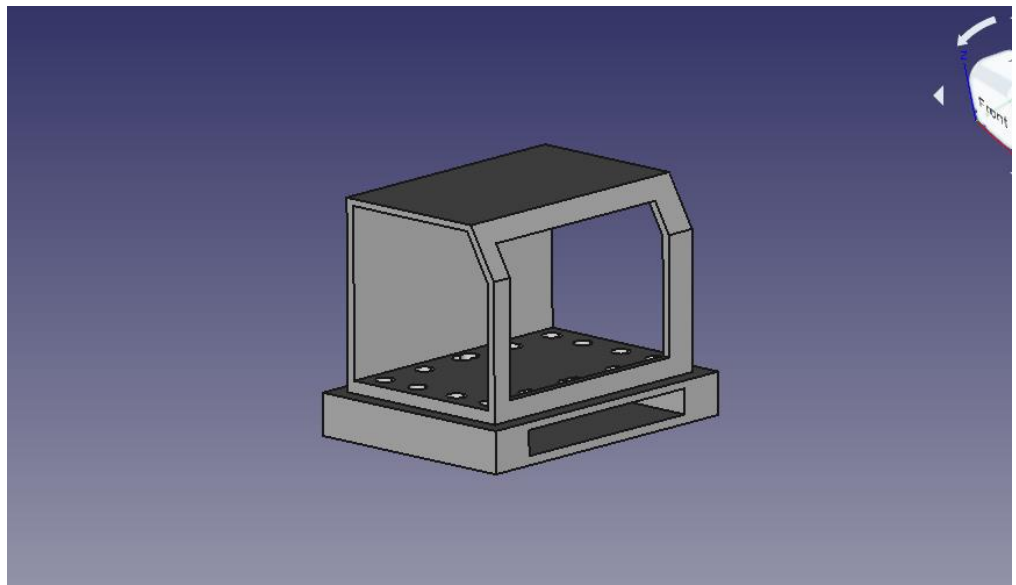
Pada perancangan skematik menggunakan beberapa komponen yang saling terhubung satu sama lain agar dapat berfungsi dengan baik dan benar, yaitu mikrokontroler WeMos D1 R1 untuk menjalankan proses pembacaan input dari sensor suhu NTC THERMAL.



Gambar 5. Desain Skematik

3.2.3. Perancangan inkubator 3D

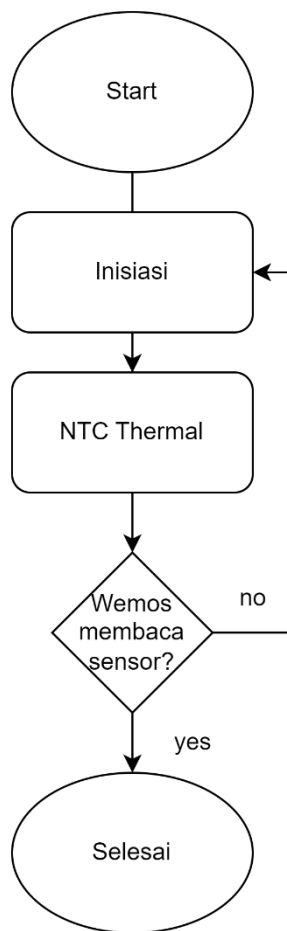
Berikut merupakan gambaran incubator yang akan digunakan untuk bahan penelitian.



Gambar 6. Desain 3D Inkubator

3.2.4. Perancangan Perangkat Lunak

Pada proses perancangan perangkat lunak ini menggunakan perangkat lunak Arduino IDE untuk memprogram mikrokontroler WeMos D1 R1 agar dapat membaca dan mengendalikan komponen yang terhubung satu sama lain yaitu sensor suhu NTC THERMAL. Berikut alur sistem perancangan perangkat lunak:



Gambar 7. Flowchart sistem

3.3 Pengujian

Bagian pengujian yang pertama adalah mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, kemudian melakukan instalasi sensor beserta sistem ke inkubator yang akan diuji tempatkan pada posisi yang strategis agar hasil yang diharapkan representatif. Lalu jalankan sistem dan catat data suhu yang ditampilkan pada interval waktu yang ditentukan. Kemudian uji dengan berbagai kondisi didalam inkubator seperti beban dan lokasi uji.

3.4 Analisis Data

Pada tahap analisis ada 4 hal utama yang akan dianalisis yaitu

2.4.1. Analisis akurasi sensor

Pada analisis akurasi sensor akan melakukan pengukuran data suhu antara sensor NTC THERMAL dengan nilai referensi yang rencana akan digunakan adalah thermometer untuk menghitung nilai galat pengukuran. Kemudian rencana yang akan dilakukan untuk menggambarkan distribusi kesalahan pengukuran menggunakan statistic deskriptif.

2.4.2. Analisis *Respon time*

Bagian ini akan focus pada perubahan data suhu yang dihasilkan pada interval waktu tertentu terutama evaluasi waktu respons sensor terhadap perubahan suhu mendadak.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengukuran Sensor NTC THERMAL

Pembacaan sensor NTC THERMAL diambil selama satu jam dan direkam setiap 1 menit. Hasil pembacaan sensor NTC THERMAL ditunjukkan pada tabel berikut.

Time[menit]	Temp (°C)	Temp ref		Time[menit]	Temp (°C)	Temp ref
00:00	36.5	36		00:31	36.7	36
00:01	35.8	36		00:32	34.9	36
00:02	37.2	36		00:33	37.0	36
00:03	34.9	36		00:34	35.5	36
00:04	36.1	36		00:35	36.6	36
00:05	37.5	36		00:36	35.0	36
00:06	35.3	36		00:37	37.2	36
00:07	36.9	36		00:38	35.3	36
00:08	34.7	36		00:39	36.9	36
00:09	37.1	36		00:40	34.7	36
00:10	35.6	36		00:41	37.1	36
00:11	36.8	36		00:42	35.6	36
00:12	34.8	36		00:43	36.8	36
00:13	37.3	36		00:44	34.8	36
00:14	35.4	36		00:45	37.3	36
00:15	36.7	36		00:46	35.4	36
00:16	34.9	36		00:47	36.7	36
00:17	37.0	36		00:48	34.9	36
00:18	35.5	36		00:49	37.0	36

00:19	36.6	36		00:50	35.5	36
00:20	35.0	36		00:51	36.6	36
00:21	37.2	36		00:52	35.0	36
00:22	35.3	36		00:53	37.2	36
00:23	36.9	36		00:54	35.3	36
00:24	34.7	36		00:55	36.9	36
00:25	37.1	36		00:56	34.7	36
00:26	35.6	36		00:57	37.1	36
00:27	36.8	36		00:58	35.6	36
00:28	34.8	36		00:59	36.8	36
00:29	37.3	36		01:00	34.8	36
00:30	35.4	36				

Untuk mengetahui kesalahan rata-rata antara nilai yang diukur oleh sensor dan nilai referensi dapat diketahui dengan persamaan berikut.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |T_{measured,i} - T_{reference,i}|$$

$$MAE = 0.8885$$

Untuk mengetahui akar kuadrat dari rata-rata kuadrat error dapat dicari dengan persamaan di bawah ini

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{measured,i} - T_{reference,i})^2}$$

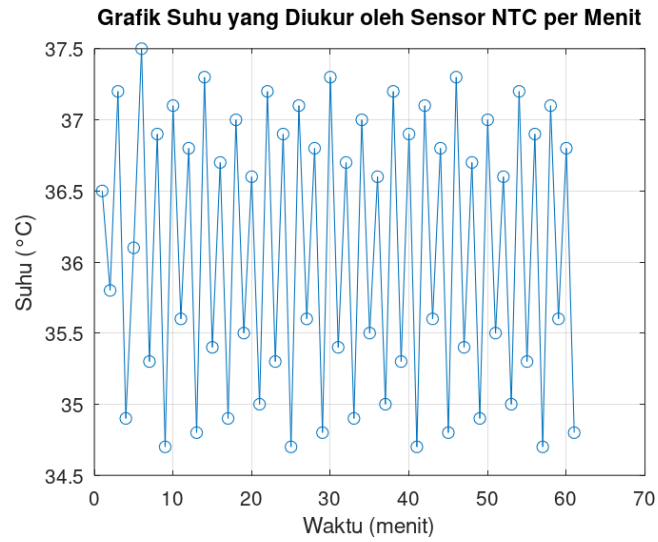
$$RMS = 0.9440$$

Untuk mengetahui kesalahan relatif terhadap nilai referensi yang dinyatakan dalam persen dapat dicari dengan persamaan berikut

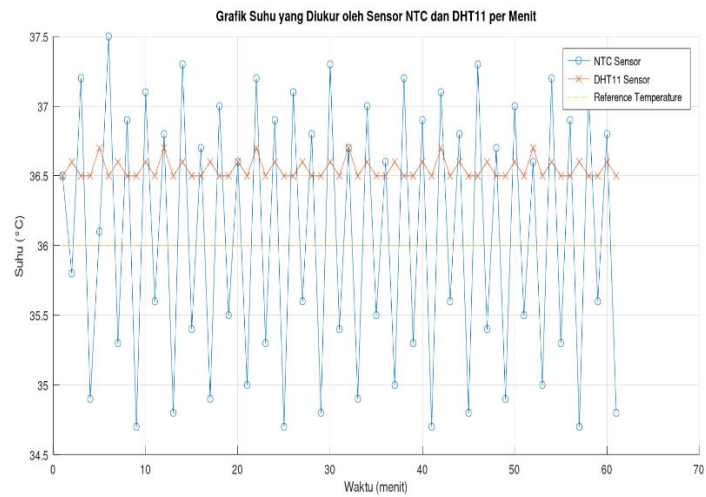
$$RE = \frac{|T_{measured,i} - T_{reference,i}|}{T_{reference,i}} \times 100\%$$

$$RE = 2.4681 \%$$

4.2. Grafik pengukuran Sensor NTC Thermal



4.3. Grafik Perbandingan Pengukuran antara NTC THERMAL dan Referensi



Bab V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan analisis, dapat disimpulkan bahwa persentase nilai error yang diperoleh pada pembacaan sensor NTC THERMAL sebesar 2.4681%. kemudian rata-rata error sensor NTC THERMAL sebesar 0.8885. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa sensor NTC THERMAL tidak layak untuk digunakan karena tidak stabil pada saat pengukuran dan berdasarkan perhitungan persentase nilai error, karena tingkat persentase nilai error diatas 2%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. C. . Raju, “SMART INFANT INCUBATOR MONITORING,” *IJCRT.ORG*, no. March, 2024.
- [2] M. Sjahid Latief and L. Destian, “Evaluasi Dan Outcome Terapi Penggunaan Antibiotik Profilaksis Pada Pasien Sectio Caesarea Di Rumah Sakit Muhammadiyah Taman Puring Jakarta,” *Indones. J. Heal. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 28–39, 2024, doi: 10.54957/ijhs.v4i1.732.
- [3] Rokom, “Agar Ibu dan Bayi Selamat,” 2024. [Online]. Available: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/blog/20240125/3944849/agar-ibu-dan-bayi-selamat/>
- [4] A. S. Utomo, A. B. Satria, and Y. Tapparan, “Monitoring Baby Incubator Sentral Dengan Komunikasi Wireless,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 225–230, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i1.2081.
- [5] M. Amelia, “Sistem Monitoring dan Pengontrolan Suhu pada Inkubator Bayi Berbasis Web,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 104, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108582.
- [6] K. Anggara, F. Hadi, and J. Haidi, “Pengembangan Sistem Monitoring Inkubator Bayi Prematur Secara Real Time Menggunakan Android,” *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 1–8, 2020, doi: 10.33369/jamplifier.v10i2.15312.