

**OPTIMASI PARAMETER TEMPERATUR DAN
KELEMBABAN PADA *INCUBATOR ANALYZER* :
IMPLEMENTASI ARDUINO DENGAN *INTERFACE*
LAYAR SENTUH**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

MUHAMMAD VIVALDI RECTAVIA HABIBIE

20213010027

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI ELEKTRO-MEDIS

PROGRAM VOKASI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

**OPTIMASI PARAMETER TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA
INCUBATOR ANALYZER : IMPLEMENTASI ARDUINO DENGAN
INTERFACE LAYAR SENTUH**

Diajukan Kepada Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya
(A.Md) Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis

TUGAS AKHIR



Oleh :

**MUHAMMAD VIVALDI RECTAVIA HABIBIE
20213010027**

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI ELEKTRO-MEDIS

PROGRAM VOKASI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

TUGAS AKHIR

**OPTIMASI PARAMETER TEMPERATUR DAN
KELEMBABAN PADA INCUBATOR ANALYZER :
IMPLEMENTASI ARDUINO DENGAN INTERFACE LAYAR
SENTUH**

Dipersiapkan dan disusun oleh

Muhammad Vivaldi Rectavia Habibie
NIM 20213010027

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Pada tanggal: **21 Juni 2024**

Menyetujui,

Pembimbing I



Meilia Safitri, S.T., M.Eng.
NIK. 19900512201604 183 015

Pembimbing II



Ahmad Syaifudin, S.T.
NIP. 19920401 202012 1 015

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Elektro-medis



Ir. Nur Hudha Wijaya, S.T., M.Eng.
NIK. 19820124201210 183 009

Tugas Akhir ini Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)

Tanggal: **21 Juni 2024**

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

1. Ketua Penguji : Meilia Safitri, S.T., M.Eng.
2. Penguji Utama : Ir. Nur Hudha Wijaya, S.T., M.Eng.
3. Sekretaris Penguji : Ahmad Syaifudin, S.T.

Tanda Tangan



Yogyakarta, 24 Juni 2024
PROGRAM VOKASI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

DIREKTUR




Bambang Jatmiko, S.E., M.Si.
NIK. 19650601201210 143 092

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Optimasi Parameter Temperatur Dan Kelembaban Pada *Incubator Analyzer* : Implementasi Arduino Dengan *Interface* Layar Sentuh” adalah hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh derajat profesi ahli madya atau gelar kesarjanaannya baik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta maupun di perguruan tinggi lainnya. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat ide maupun pendapat orang lain yang pernah diterbitkan kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan telah dicantumkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 3 Juni 2024



Muhammad Vivaldi Rectavia Habibie

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Optimasi Parameter Temperatur Dan Kelembaban Pada *Incubator Analyzer* : Implementasi Arduino Dengan *Interface* Layar Sentuh”. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Shalawat beserta dengan salam semoga tercurahkan kepada junjungan kita nabi Agung Muhammad S. A. W. dan para sahabat serta kaum muslimin pada umumnya. Semoga selalu mendapatkan limpahan keberkahan dan pertolongan hingga akhir zaman. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi, yang selalu berusaha memberikan dukungan yang terbaik kepada penulis, berupa kasih sayang dan doa yang tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Bambang Jatmiko, S.E., M.Si., selaku Direktur Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ir. Nur Hudha Wijaya, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
4. Meilia Safitri, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing satu yang senantiasa membimbing dan memberikan dukungan penulis dengan rasa sabar dan tulus agar penulis bisa menyelesaikan tugas akhir.
5. Ahmad Syaifudin S.T., selaku dosen pembimbing dua yang senantiasa membimbing dan memberikan dukungan penulis dengan rasa sabar dan tulus agar penulis bisa menyelesaikan tugas akhir.
6. Para Dosen Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis
7. Kepada Mas dan Mba Laboran Laboratorium Teknologi Elektro-medis Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang tak Lelah

membantu penulis baik dalam hal ilmu, masukan, saran serta pendapat dalam pelaksanaan tugas akhir.

8. Semua rekan dan teman-teman, sahabat, dan orang terdekat yang ada di keluarga besar TEM UMY Angkatan 2021 yang telah memberikan dorongan agar penulis tetap bersemangat dan memberikan motivasi.
9. Dessy Rahmasari, S.T., Ganjar Heru Purnomo, S.Tr.Kes., dan Padma Kusumaningrum, A.Md.T., telah memberikan keluluasan waktu dan tempat kepada penulis untuk mengambil data tugas akhir.

Penulis sangat sadar bahwa laporan ini belum sempurna, maka dari itu semua jenis kritikan dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis, semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan pembaca.

Yogyakarta, 3 Juni 2024



Muhammad Vivaldi Rectavia Habibie

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Jam manusia selalu terburu-buru, jam tuhan selalu tepat waktu

- Mykhailo Mudryk

TUGAS AKHIR INI

SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK :

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW
- Ibu Amaliah dan Bapak Arief selaku orang tua saya
 - Adik-adik saya
- Teman teman TEM A 21 dan Angkatan 21

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat Teoritis	4
1.5.2 Manfaat Praktis	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Bayi Prematur.....	7
2.2.2 Inkubator Bayi.....	7
2.2.3 Kalibrasi	8
2.2.4 <i>Incubator Analyzer</i>	9
2.2.5 Thermistor	9
2.2.6 SHT 85	11
2.2.7 Arduino Mega 2560	12
2.2.8 LCD Nextion NX4827K043	14
BAB III	16

METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Alat dan Bahan	16
3.2 Blok Diagram	17
3.3 Diagram Alir.....	18
3.4 Diagram Mekanis Alat.....	19
3.5 Rancangan Perangkat Keras	21
3.5.1 Rangkaian Catu Daya Alat.....	23
3.6 Perancangan Program Alat	27
3.7.1 Pengujian Fungsi Hardware Alat	35
3.7.2 Pengujian Parameter Suhu	35
3.7.3 Pengujian Parameter Kelembaban	36
3.8 Teknik Analisis Data.....	37
3.8.1 Persamaan Rata-Rata	38
3.8.2 Simpangan (e)	38
3.8.3 MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>).....	38
3.8.4 Standar Deviasi	39
3.8.5 Ketidakpastian Baku Tipe A (UA)	39
3.9 Alat Perbandingan	39
3.9.1 Alat Perbandingan Pengujian Suhu.....	40
3.9.2 Alat Perbandingan Pengujian Kelembaban.....	41
BAB IV	43
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil Pembuatan Alat <i>Incubator Analyzer</i>	43
4.1.1 Spesifikasi Alat	43
4.1.2 Bagian-Bagian Alat	44
4.2 Standar operasional prosedur alat.....	46
4.3 Hasil Pengujian Fungsi <i>Hardware</i> Alat.....	48
4.4 Hasil Pengujian Koneksi dan Pengiriman Modul <i>Bluetooth</i>	49
4.4.2 Analisis Hasil Pengujian Koneksi dan Pengiriman <i>Bluetooth</i>	52
4.4 Hasil Pengujian Sensor Suhu	53
4.4.1 Hasil Pengujian Kesesuaian Suhu.....	54
4.4.2 Analisis Data Pengujian Kesesuaian Suhu	143

4.5	Hasil Pengujian Sensor Kelembaban.....	145
4.5.1	Analisis Data Pengujian Kesesuaian Kelembaban	158
4.6	Pembahasan	161
BAB V.....		164
PENUTUP.....		164
5.1	KESIMPULAN	164
5.2	SARAN	164
DAFTAR PUSTAKA		166
LAMPIRAN.....		168

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Inkubator Bayi	8
Gambar 2.2 <i>Incubator Analyzer</i> Fluke INCU II	9
Gambar 2.3 Macam-Macam Thermistor	9
Gambar 2.4 Respon Resistansi Thermistor dengan Suhu	11
Gambar 2.5 Sensirion SHT 85	11
Gambar 2.6 Arduino Mega 2560.....	13
Gambar 2.7 LCD Nextion NX4827K043	14
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat	17
Gambar 3.2 Diagram Alir Alat	19
Gambar 3.3 Diagram Mekanik Alat Tampak Depan.....	20
Gambar 3.4 Diagram Mekanik Alat Tampak Samping	21
Gambar 3.5 Rangkaian Alat	22
Gambar 3.6 Rangkaian Catu Daya Alat	23
Gambar 3.7 Rangkaian LCD Nextion.....	24
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor Suhu.....	25
Gambar 3.9 Rangkaian Sensor Kelembaban.....	26
Gambar 3.10 Rangkaian Bluetooth.....	26
Gambar 3.11 Blok Diagram Metode Pengujian Alat	36
Gambar 3.12 Pengujian Sensor Suhu dengan Alat Perbandingan.....	36
Gambar 3.13 Ilustrasi Pengujian Parameter Suhu.....	37
Gambar 3.14 Ilustrasi Pengujian Parameter Kelembaban.....	37
Gambar 4.1 Modul Tugas Akhir Tampak Depan	44
Gambar 4.2 Modul Tugas Akhir Tampak Atas.....	45
Gambar 4.3 Modul Tugas Akhir Tampak Samping Kanan	45
Gambar 4.4 Ilustrasi Penempatan Main Unit dan Sensor Modul TA.....	46
Gambar 4.5 Pengujian Koneksi dan Pengiriman Modul Bluetooth.....	50
Gambar 4.6 Pengujian Suhu Pada Inkubator	54
Gambar 4.7 Pengujian T1 Pada <i>Setting</i> Suhu 32°C	56
Gambar 4.8 Pengujian T1 Pada <i>Setting</i> Suhu 33°C	58
Gambar 4.9 Pengujian T1 Pada <i>Setting</i> Suhu 34°C	60
Gambar 4.10 Pengujian T1 Pada <i>Setting</i> Suhu 35°C	62

Gambar 4.11 Pengujian T1 Pada <i>Setting</i> Suhu 36°C.....	64
Gambar 4.12 Pengujian T1 Pada <i>Setting</i> Suhu 37°C	66
Gambar 4.13 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T1	67
Gambar 4.14 Pengujian T2 Pada <i>Setting</i> Suhu 32°C	71
Gambar 4.15 Pengujian T2 Pada <i>Setting</i> Suhu 33°C	73
Gambar 4.16 Pengujian T2 Pada <i>Setting</i> Suhu 34°C	75
Gambar 4.17 Pengujian T2 Pada <i>Setting</i> Suhu 35°C	77
Gambar 4.18 Pengujian T2 Pada <i>Setting</i> Suhu 36°C	79
Gambar 4.19 Pengujian T2 Pada <i>Setting</i> Suhu 37°C	81
Gambar 4.20 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T2.....	82
Gambar 4.21 Pengujian T3 Pada <i>Setting</i> Suhu 32°C	86
Gambar 4.22 Pengujian T3 Pada <i>Setting</i> Suhu 33°C	88
Gambar 4.23 Pengujian T3 Pada <i>Setting</i> Suhu 34°C	90
Gambar 4.24 Pengujian T3 Pada <i>Setting</i> Suhu 35°C	92
Gambar 4.25 Pengujian T3 Pada <i>Setting</i> Suhu 36°C	94
Gambar 4.26 Pengujian T3 Pada <i>Setting</i> Suhu 37°C	96
Gambar 4.27 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T3.....	97
Gambar 4.28 Pengujian T4 Pada <i>Setting</i> Suhu 32°C	101
Gambar 4.29 Pengujian T4 Pada <i>Setting</i> Suhu 33°C	103
Gambar 4.30 Pengujian T4 Pada <i>Setting</i> Suhu 34°C	105
Gambar 4.31 Pengujian T4 Pada <i>Setting</i> Suhu 35°C	107
Gambar 4.32 Pengujian T4 Pada <i>Setting</i> Suhu 36°C	109
Gambar 4.33 Pengujian T4 Pada <i>Setting</i> Suhu 37°C	111
Gambar 4.33 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T4.....	112
Gambar 4.35 Pengujian T5 Pada <i>Setting</i> Suhu 32 °C	112
Gambar 4.36 Pengujian T5 Pada <i>Setting</i> Suhu 33 °C	117
Gambar 4.37 Pengujian T5 Pada <i>Setting</i> Suhu 34°C	119
Gambar 4.38 Pengujian T5 Pada <i>Setting</i> Suhu 35 °C	121
Gambar 4.39 Pengujian T5 Pada <i>Setting</i> Suhu 36°C	123
Gambar 4.40 Pengujian T5 Pada <i>Setting</i> Suhu 37°C	125
Gambar 4.41 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T5.....	127
Gambar 4.42 Pengujian TM Pada <i>Setting</i> Suhu 32 °C.....	112

Gambar 4.43 Pengujian TM Pada Setting Suhu 33°C.....	132
Gambar 4.44 Pengujian TM Pada <i>Setting</i> Suhu 34°C.....	134
Gambar 4.45 Pengujian TM Pada <i>Setting</i> Suhu 35°C.....	136
Gambar 4.46 Pengujian TM Pada <i>Setting</i> Suhu 36 °C.....	112
Gambar 4.47 Pengujian TM Pada <i>Setting</i> Suhu 37°C.....	140
Gambar 4.48 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu TM	142
Gambar 4.49 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu TM	146
Gambar 4.50 Pengujian Kelembaban Pada <i>Setting</i> Suhu 32°C	148
Gambar 4.51 Pengujian Kelembaban Pada <i>Setting</i> Suhu 33°C	150
Gambar 4.52 Pengujian Kelembaban Pada <i>Setting</i> Suhu 34°C	152
Gambar 4.53 Pengujian kelembaban Pada <i>Setting</i> Suhu 35°C	154
Gambar 4.54 Pengujian Kelembaban Pada <i>Setting</i> Suhu 36°C	156
Gambar 4.55 Pengujian Kelembaban Pada <i>d</i> Suhu 37°C	158
Gambar 4.56 Hasil Rata-Rata Pengujian Kelembaban	159

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Kelembaban Relatif.	12
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560.	13
Tabel 2.3 Spesifikasi LCD Nextion NX4827K043.	14
Tabel 3.1 Alat	16
Tabel 3.2 Bahan.....	16
Tabel 3.3 Keterangan diagram mekanis alat tampak depan.	20
Tabel 3.4 Keterangan diagram mekanis alat tampak samping.	21
Tabel 3.5 Spesifikasi Fluke Biomedical INCU II	40
Tabel 3.6 Spesifikasi Fluke Biomedical INCU II	42
Tabel 4.1 Spesifikasi Modul TA.....	43
Tabel 4.2 Pengujian Fungsi Hardware Alat.....	48
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Koneksi Bluetooth Pada Jarak 5 Meter.....	50
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Koneksi Bluetooth Pada Jarak 10 Meter.....	51
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Koneksi Bluetooth Pada Jarak 15 Meter.....	52
Tabel 4.6 Nilai Rata-Rata Pengujian Koneksi Bluetooth.....	53
Tabel 4.7 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 32°C.....	54
Tabel 4.8 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 33°C.....	56
Tabel 4.9 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 34°C.....	58
Tabel 4.10 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 35°C.....	60
Tabel 4.11 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 36°C.....	62
Tabel 4.12 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 37°C.....	64
Tabel 4.13 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T1.....	66
Tabel 4.14 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T1	68
Tabel 4.15 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T1.....	68
Tabel 4.16 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 32°C.....	69
Tabel 4.17 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 33°C.....	71
Tabel 4.18 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 34°C.....	73
Tabel 4.19 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 35°C.....	75
Tabel 4.20 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 36°C.....	77
Tabel 4.21 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 37°C.....	79

Tabel 4.22 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T2.....	81
Tabel 4.23 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T2	82
Tabel 4.24 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T2.....	83
Tabel 4.25 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 32°C	84
Tabel 4.26 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 33°C	86
Tabel 4.27 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 34°C	88
Tabel 4.28 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 35°C	90
Tabel 4.29 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 36°C	92
Tabel 4.30 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 37°C	94
Tabel 4.31 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T3.....	96
Tabel 4.32 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T3	97
Tabel 4.33 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T3.....	98
Tabel 4.34 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 32°C	99
Tabel 4.35 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 33°C	101
Tabel 4.36 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 34°C	103
Tabel 4.37 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 35°C	105
Tabel 4.38 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 36°C	107
Tabel 4.39 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 37°C	109
Tabel 4.40 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T4.....	111
Tabel 4.41 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T4	112
Tabel 4.42 Rata Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T4.....	113
Tabel 4.43 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 32°C	114
Tabel 4.44 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 33°C	116
Tabel 4.41 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 34°C	118
Tabel 4.42 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 35°C	120
Tabel 4.43 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 36°C	122
Tabel 4.44 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 37°C	124
Tabel 4.45 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T5.....	126
Tabel 4.46 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T5	127
Tabel 4.47 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T5.....	128
Tabel 4.48 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 32°C	129
Tabel 4.49 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 33°C	131

Tabel 4.50 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 34°C	133
Tabel 4.51 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 35°C	135
Tabel 4.52 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 36°C	137
Tabel 4.53 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 37°C	139
Tabel 4.54 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor TM	141
Tabel 4.55 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor TM.....	142
Tabel 4.56 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor TM.....	143
Tabel 4.57 Rata-Rata Koreksi dan MAPE Sensor Suhu	144
Tabel 4.58 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor Suhu	144
Tabel 4.59 Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor Suhu.....	145
Tabel 4.60 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 32°C	146
Tabel 4.61 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 33°C	148
Tabel 4.62 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 34°C	150
Tabel 4.63 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 35°C	152
Tabel 4.64 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 36°C	154
Tabel 4.65 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 37°C	156
Tabel 4.66 Rata-Rata Pengukuran, Koreksi, dan MAPE Kelembaban	158
Tabel 4.67 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Kelembaban	160
Tabel 4.68 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Kelembaban.....	160

**OPTIMASI PARAMETER TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA
INCUBATOR ANALYZER : IMPLEMENTASI ARDUINO DENGAN
INTERFACE LAYAR SENTUH**

Muhammad Vivaldi Rectavia Habibie, Meilia Safitri, S.T., M.Eng.,
Ahmad Syaifudin, S.T.

Prodi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183

Telp. (0274) 387656 Ext. 265, Fax. (0274) 387646

m.vivaldi.vok21@mail.umy.ac.id

ABSTRAK

Bayi *premature* merupakan kondisi dimana bayi tersebut lahir pada usia kandungan kurang dari 37 minggu. Pada umumnya, bayi *premature* memiliki fungsi organ yang belum matang sehingga memerlukan perawatan intensif menggunakan inkubator bayi agar kondisi tubuh bayi tersebut stabil. Inkubator bayi memiliki fungsi untuk membuat lingkungan seperti didalam rahim ibu. Inkubator tersebut perlu di kalibrasi secara rutin untuk memastikan inkubator tersebut memenuhi standar untuk digunakan. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui kondisi dari setiap parameter dengan menggunakan *incubator analyzer*. Penelitian ini memiliki tujuan mengembangkan alat *incubator analyzer* dengan berfokus pada keakurasian sensor suhu yang menggunakan sensor *analog* NTC dan kelembaban yang menggunakan sensor SHT-85 serta pembacaan sensor yang dapat ditampilkan di *handphone*. Pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian fungsi *hardware* yaitu berupa fungsi tombol dan menu pengukuran, pengujian sensor suhu dan kelembaban yaitu dengan membandingkannya dengan alat pembanding Fluke INCU II, dan pengujian koneksi *bluetooth*. Hasil dari penelitian ini berupa fungsi tombol dan menu pengukuran dapat bekerja dengan baik, sensor suhu memiliki nilai MAPE terbesar sebesar 0,326% dan MAPE terkecil sebesar 0,253%, sensor kelembaban memiliki nilai MAPE terbesar sebesar 0,325% dan MAPE terkecil sebesar 0,073%, dan koneksi *Bluetooth* dapat berfungsi dengan baik mulai dari jarak 5-15 meter. Alat yang dihasilkan dapat bekerja dengan baik pada parameter suhu memiliki *error* dibawah $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban memiliki *error* dibawah $\pm 10\%$ sehingga alat pada penelitian kali ini layak untuk digunakan mengkalibrasi inkubator bayi.

Kata Kunci : NTC, SHT-85, *Incubator Analyzer*

**OPTIMASI PARAMETER TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA
INCUBATOR ANALYZER : IMPLEMENTASI ARDUINO DENGAN
INTERFACE LAYAR SENTUH**

Muhammad Vivaldi Rectavia Habibie, Meilia Safitri, S.T., M.Eng.,
Ahmad Syaifudin, S.T.

Prodi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183

Telp. (0274) 387656 Ext. 265, Fax. (0274) 387646

m.vivaldi.vok21@mail.umy.ac.id

ABSTRAK

Premature baby is a condition where the baby is born at less than 37 weeks of pregnancy. In general, premature babies have immature organ functions that require intensive care using a baby incubator so that the baby's body condition is stable. The baby incubator has a function to create an environment like in the mother's womb. The incubator needs to be calibrated regularly to ensure that the incubator meets the standards for use. Calibration is done to determine the condition of each parameter using an incubator analyzer. This research aims to develop an incubator analyzer tool by focusing on the accuracy of the temperature sensor which uses an analog NTC sensor and humidity which uses a SHT-85 sensor and sensor readings that can be displayed on a mobile phone. Testing in this study includes testing hardware functions in the form of button functions and measurement menus, testing temperature and humidity sensors by comparing them with Fluke INCU II comparison tools, and testing bluetooth connections. The results of this study in the form of button functions and measurement menus can work properly, the temperature sensor has the largest MAPE value of 0.326% and the smallest MAPE of 0.253%, the humidity flow sensor has the largest MAPE value of 0.325% and the smallest MAPE of 0.073%, and the *Bluetooth* connection can function properly starting from a distance of 5-15 meters. The resulting tool can work well on temperature parameters that have an error below ± 1.5 °C and humidity has an error below $\pm 10\%$ so that the tools in this study are suitable for use in calibrating baby incubators.

Keyword: NTC, SHT-85, Incubator Analyzer

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masa neonatal merupakan masa periode tersingkat dari semua periode perkembangan. Masa tersebut merupakan tahapan yang kritis dalam hidup bayi dimana pada masa tersebut memiliki tingkat kematian tinggi. Berdasarkan riset yang dilakukan Riset Kesehatan Dasar menyampaikan angka kematian yang terjadi pada neonatus usia 0 sampai 6 hari mencapai 78,5% lalu kematian karena kelahiran prematur mencapai 32,4% pada tahun 2013 [1].

Bayi prematur merupakan istilah yang dipakai untuk bayi lahir pada usia kehamilan kurang dari 37 minggu. Bayi prematur merupakan penyumbang no 2 dari penyebab angka kematian bayi. Pada umumnya selain memiliki berat badan dibawah rata-rata, bayi prematur memiliki resiko untuk mengalami masalah-masalah kesehatan karena fungsi bagian tubuh dari bayi belum matang/sempurna, karena itu terkadang perawatan di ruang perawatan intensif diperlukan oleh bayi dengan kondisi lahir prematur. Ketidakstabilan keadaan bayi, henti napas, hipotermia, inkoordinasi refleks mengisap bernapas dan menelan, serta daya tahan yang terbatas adalah beberapa masalah yang mungkin muncul pada bayi prematur. Menggunakan inkubator untuk melakukan perawatan adalah salah satu penanganan atau perawatan yang dilakukan kepada bayi yang lahir prematur agar keadaannya dapat stabil [2].

عن جابر بن عبد الله لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أَصَابَ الدَّوَاءُ الدَّاءَ، بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

“Setiap penyakit pasti memiliki obat. Bila sebuah obat sesuai dengan penyakitnya maka dia akan sembuh dengan seizin Allah Subhanahu wa Ta’ala.” (HR. Muslim)

Inkubator merupakan alat yang dibuat sedemikian rupa agar bisa menciptakan suhu, kelembaban, kelancaran pemberian oksigen, dan cairan dalam kondisi optimal agar dapat menunjang kelangsungan hidup dari seorang bayi. Inkubator bertujuan agar menciptakan keadaan seperti berada di dalam kandungan ibu bayi dengan cara mempertahankan keadaan optimal suhu lingkungan (35,5°C-37°C) dimana hal tersebut mampu melindungi bayi dari perubahan suhu pada lingkungan, pernapasan, sistem metabolisme, menghindari infeksi serta memberikan kenyamanan dan rasa aman didalamnya. Ruang inkubator memiliki suhu antara 35,5°C sampai dengan

37°C dengan nilai toleransi kurang lebih 1°C [3]. Sedangkan kelembaban di dalam inkubator berkisar antara 50 % RH sampai 80 % RH [4]. Untuk memastikan apakah sensor yang digunakan pada inkubator bayi sudah sesuai dengan standar, pengujian sensor harus dilakukan. Untuk menetapkan layak atau tidaknya sebuah sensor yang akan dipakai pada inkubator bayi diperlukan alat yang dapat mengkalibrasi parameter-parameter pada inkubator sehingga parameter parameter pada inkubator sesuai dengan yang diperlukan.

Kalibrasi sendiri merupakan kumpulan tindakan yang membuat suatu hubungan dari nilai yang dihasilkan antara alat ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai yang telah diketahui yang memiliki hubungan dengan besaran yang dapat diukur dalam situasi tertentu [5]. Maka dari itu untuk melakukan kalibrasi alat inkubator bayi diperlukan alat *incubator analyzer*.

Incubator analyzer adalah alat kalibrasi yang dibuat untuk memastikan operasi dan kondisi lingkungan di dalam inkubator bayi yang mampu merekam parameter seperti kelembaban relatif, kebisingan, aliran udara, dan suhu, sehingga kondisi lingkungan di dalam inkubator bayi tetap stabil. Suatu inkubator bayi dapat dikatakan baik jika parameter-parameter tersebut sesuai dengan toleransi. Kondisi suhu dan kelembaban pada inkubator bayi perlu berada di dalam batas toleransi agar kondisi tubuh bayi tetap hangat seperti saat berada di dalam kandungan dikarenakan tubuh bayi prematur mudah merasa kedinginan [6].

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat alat dengan judul “*An Android INCU Analyzer Design to Calibrate Infant Incubator Using Bluetooth Communication for Real-Time and Wireless Monitoring*”. Penelitian ini menggunakan sensor LM35 sebagai sensor suhu dan DHT22 sebagai sensor kelembaban. Alat ini memiliki nilai *error* tertinggi 2,71002 % [7].

Pada tahun 2019 juga telah dilakukan pembuatan alat dengan judul “*incubator analyzer dengan aplikasi android*”. Alat ini menggunakan sensor LM35 untuk digunakan sebagai sensor suhu. alat ini memiliki nilai *error* tertinggi 4,33325% [8].

Dari permasalahan di atas, maka penulis membuat Optimasi Parameter Temperatur dan Kelembaban pada *Incubator Analyzer: Implementasi Arduino dengan Interface Layar Sentuh*. Pengukuran temperature menggunakan sensor NTC dengan 6 titik pengukuran dan sensor Sensirion SHT-85 untuk mengukur

kelembaban dengan harapan dapat memperbaiki hasil pembacaan penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Incubator analyzer yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya memiliki kekurangan dimana nilai *error* pada sensor yaitu mencapai angka 2,617%. Sedangkan pada penelitian lain memiliki nilai pembacaan suhu yang baik dimana nilai *error* sensor tidak lebih dari 1,5%, tetapi nilai pembacaan kelembaban memiliki nilai *error* 9,16%. Maka dari itu penulis membuat *incubator analyzer* dengan 6 titik pengukuran dan NTC untuk mengukur suhu, serta sensor Sensirion SHT-85 untuk mengukur kelembaban.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, penulis menjumpai beberapa masalah, oleh karena itu penulis membagi masalah tersebut menjadi beberapa bagian agar mempermudah pembuatan. Masalah tersebut antara lain:

- a. Alat hanya digunakan untuk pengukuran parameter suhu dan kelembaban pada ruang intensif inkubator bayi.
- b. Sensor suhu memiliki rentang pengukuran 28°C – 40°C dengan menggunakan sensor NTC
- c. Sensor kelembaban memiliki rentang pengukuran 30% – 80% dengan menggunakan sensor SHT-85

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Melakukan pengembangan alat *incubator analyzer* dengan mengoptimalkan pengukuran parameter kelembaban dan suhu dilengkapi tampilan *display interface touchscreen*.

1.4.2 Tujuan Khusus

Agar dapat tercapainya tujuan umum dari tugas akhir ini, hal-hal yang harus dilakukan adalah :

- a. Mendesain rancangan alat *incubator analyzer* parameter suhu dan kelembaban dengan *interface touchscreen*.
- b. Membuat bagian rangkaian sensor suhu.
- c. Membuat bagian rangkaian sensor kelembaban.
- d. Membuat program di arduino mega untuk pembacaan suhu dan kelembaban dengan menggunakan arduino mega dan menampilkannya secara *realtime* pada LCD *Touchscreen*.
- e. Melaksanakan pengujian fungsi alat *incubator analyzer* sensor suhu dan kelembaban.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Dengan penelitian ini diharapkan dapat membantu mahasiswa teknik elektromedis untuk dijadikan sarana untuk menambah pengetahuan dan pemahaman tentang *incubator analyzer* serta dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian berikutnya.

1.5.2 Manfaat Praktis

Dengan adanya alat ini diharapkan dapat membantu dalam melaksanakan prosedur kalibrasi pada inkubator bayi sehingga parameter-parameter dalam alat ini seperti kelembaban, dan enam titik pengukuran suhu dapat terkalibrasi sehingga dapat menentukan kelayakan inkubator bayi yang akan digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya [7] telah dibuat alat dengan judul “*An Android INCU Analyzer Design to Calibrate Infant Incubator Using Bluetooth Communication for Real-Time and Wireless Monitoring*”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk membuat hasil pengkalibrasian dapat di pantau dari jarak jauh melalui aplikasi android. Penelitian ini menggunakan sensor LM35 sebagai sensor suhu, DHT22 sebagai sensor kelembaban, arduino mega sebagai mikrokontroler, HC-05 sebagai pengirim data dari *incubator analyzer* ke perangkat android, serta MIT App Inventor sebagai aplikasi untuk menampilkan hasil *incubator analyzer*. Pengujian dilakukan menggunakan Fluke *Biomedical INCU II* sebagai alat pembanding. Pengambilan data dilakukan dengan mengatur mesin inkubator bayi pada suhu 37°C selama 30 hingga 60 menit untuk mendapatkan suhu dan kelembaban yang stabil. Setelah suhu dan kelembaban inkubator bayi stabil, maka modul pemantauan inkubator ditempatkan di tengah-tengah kotak inkubator bayi. Sensor suhu T1, T2, T3, T4, T5, dan TM (suhu di atas kasur) diletakkan pada titik yang telah ditentukan. Selanjutnya, sensor kelembaban, aliran, dan kebisingan ditempatkan pada lokasi tertentu di ruang inkubator. Setelah desain yang diusulkan ditempatkan di dalam kotak inkubator bayi, langkah selanjutnya adalah menyalakan sistem pemantauan inkubator. Setelah langkah ini, pengukuran nilai parameter dapat dibaca langsung pada monitor inkubator pada layar *liquid crystal display* (LCD). Pemantauan parameter INCU pada layar ponsel dilakukan dengan menjalankan program aplikasi program *incubator analyzer* (APK, aplikasi android) yang telah diinstal dan dikonfigurasi. Komunikasi dimulai dengan mengaktifkan komunikasi *Bluetooth* antara sistem pemantauan inkubator dan ponsel. Pengguna harus memilih HC- 05 dalam daftar *bluetooth* yang disediakan di layar ponsel. Setelah komunikasi terjalin, maka komunikasi data akan berlanjut. Selanjutnya, parameter yang diukur akan ditampilkan pada layar ponsel. Alat memiliki nilai *error* tertinggi dari pembacaan sensor suhunya 2,617%. [7].

Pada tahun 2019 juga telah dilakukan pembuatan alat dengan judul “*incubator analyzer* dengan aplikasi android”. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan perbandingan pembacaan sensor pada alat dengan *incu ii*. Alat ini memiliki keunggulan yang dimana nilai pembacaannya dapat ditampilkan pada aplikasi, tetapi alat ini memiliki nilai *error* tertinggi 4,33325% [8].

Pada tahun 2020 juga telah dilakukan penelitian dengan judul “*Incubator Analyzer* Berbasis Arduino Uno Parameter Kelembaban dan Aliran Udara” yang dilakukan oleh Novita Kuserdianti. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengembangkan alat *incubator analyzer* pada parameter kelembaban dan aliran udara. Sensor yang digunakan untuk kelembaban berupa sensor SHT-11 dan sensor airflow yang digunakan berupa sensor D6F-W04A1. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan perbandingan pembacaan sensor pada alat dengan *incu ii*. Hasil pada penelitian ini yaitu pada parameter kelembaban memiliki akurasi pembacaan yang cukup tinggi dengan ditunjukkan *error* yang paling besar hanya pada suhu 34°C yaitu 0,796% [9].

Pada tahun 2020 juga telah dilakukan penelitian yang dilakukan oleh Imam Mustaqim dengan judul “*Incubator Analyzer* Parameter Temperatur Dengan 6 Titik Pengukuran Dan Kebisingan Berbasis Arduino”. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengembangkan *incubator analyzer* dengan 6 titik pengukuran suhu serta kalibrasi kebisingan yang ditampilkan secara *realtime* pada LCD. Penelitian ini menggunakan sensor DS18B20 sebagai sensor suhu, sensor SKUN:SEN0232 sebagai sensor kebisingan, LCD 20x4 sebagai *display*, dan Arduino sebagai mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan sensor yang digunakan dengan alat pembanding yang berupa FLUKE INCU II di dalam inkubator bayi dengan *setting* suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Hasil dari penelitian yaitu alat dapat berjalan dengan baik [10].

Pada tahun 2021 juga telah dilakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Kondisi Ruang Inkubator Bayi Berbasis Komputer Pc Dan Aplikasi Android”. Alat ini menggunakan sensor LM35 sebagai sensor suhu, DHT-11 sebagai sensor kelembaban, *mic condenser* sebagai sensor suara dan arduino uno sebagai *microcontroller*. Alat ini memiliki cara kerja setelah seluruh komponen mendapatkan tegangan, maka arduino akan memproses data dari setiap sensor, yaitu

sensor suhu T1, sensor suhu T2, sensor suhu T3, sensor suhu matras, tingkat kelembaban (RH) dan tingkat kebisingan (dB). Lalu setelah sensor tersebut melakukan pembacaan, maka nilai yang dihasilkan oleh sensor lalu di olah datanya di esp32. Setelah itu hasil pengolahan data dikirimkan ke perangkat android melalui koneksi wifi esp32 dengan perangkat android. Pada alat ini memiliki keunggulan nilai pembacaan sensor suhu dibawah 1,5% dan hasil pembacaannya dapat ditampilkan pada perangkat android. Namun nilai pembacaan kelembaban memiliki nilai *error* 9,16% [11].

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bayi Prematur

Bayi prematur merupakan istilah untuk bayi yang lahir pada usia kehamilan < 37 minggu. Bayi prematur merupakan penyumbang no 2 dari penyebab angka kematian bayi. Pada umumnya selain memiliki berat badan dibawah rata-rata, bayi prematur memiliki resiko untuk mengalami masalah-masalah medis atau kesehatan yang disebabkan fungsi bagian tubuh dari bayi tersebut belum optimal, maka dari itu terkadang bayi yang lahir dengan kondisi prematur perlu dirawat pada ruang perawatan intensif. Permasalahan yang dapat ditemukan pada bayi prematur biasanya berupa ketidakstabilan keadaan bayi, hipotermia, henti napas, inkoordinasi refleks mengisap, menelan dan bernafas, daya tahan yang terbatas. Perawatan di dalam inkubator merupakan salah satu penanganan atau perawatan yang dapat dilakukan pada bayi prematur agar keadaan bayi tetap stabil [2].

2.2.2 Inkubator Bayi

Inkubator dibutuhkan untuk memberikan kehangatan bagi bayi prematur. Bayi prematur memiliki resiko untuk mengalami hipotermia (suhu tubuh rendah) karena pada bayi prematur kondisi jaringan lemak di bawah kulit kurang atau masih tipis. Inkubator juga berguna untuk meminimalisir resiko kontak bayi prematur dengan orang dan lingkungan yang berpotensi menularkan penyakit karena pada bayi prematur fungsi organ tubuh masih belum sempurna. Suhu inkubator bayi dapat menjaga suhu dalam batas normal sekitar 33°C hingga 35°C serta menjaga kelembapan relatif di dalam inkubator sebesar 40% hingga 60% karena hal tersebut perlu dijaga untuk membantu kestabilan suhu tubuh bayi. Penyewaan inkubator bayi

di rumah sakit bisa mencapai 1,5 juta per hari dan rata-rata bayi membutuhkan perawatan tersebut selama satu minggu [12].



Gambar 2.1 Inkubator Bayi[13]

2.2.3 Kalibrasi

Kalibrasi adalah pembentukan hubungan, dalam kondisi tertentu, antara nilai suatu besaran yang ditunjukkan oleh alat ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur atau acuan, dan nilai terkait yang diwujudkan oleh suatu standar serangkaian tugas yang dirancang untuk seharusnya (kosa kata). Metrologi - Survei Tim Dasar dan Umum VIM 1993). Kalibrasi adalah proses menentukan selisih (deviasi) antara pembacaan dan (perkiraan) nilai sebenarnya suatu alat ukur atau bahan ukur (menggunakan standar). Hasil kalibrasi diperoleh berupa modifikasi keputusan berdasarkan nama alat ukur. Kalibrasi juga dapat digunakan untuk menentukan properti pengukuran lain seperti ukuran efek. Hasil kalibrasi umumnya dicatat dalam suatu dokumen yang disebut sertifikat kalibrasi [14]. Standar Nasional Indonesia mengenai persyaratan khusus untuk keselamatan dasar dan kinerja penting inkubator bayi (SNI IEC 60601-2-19-2014) mengatur metode pengukuran alat inkubator bayi. Standar ini mengatur parameter fisis yang harus diukur selama kalibrasi inkubator bayi. Ini termasuk suhu (*enclosure*), suhu matras, kelembaban, aliran udara (*air flow*), dan tingkat kebisingan [15]. Baik tidaknya sebuah alat ditentukan dari hasil kalibrasinya.

2.2.4 Incubator Analyzer

Gambar 2.2 merupakan salah satu contoh dari bentuk fisik dari *incubator analyzer*

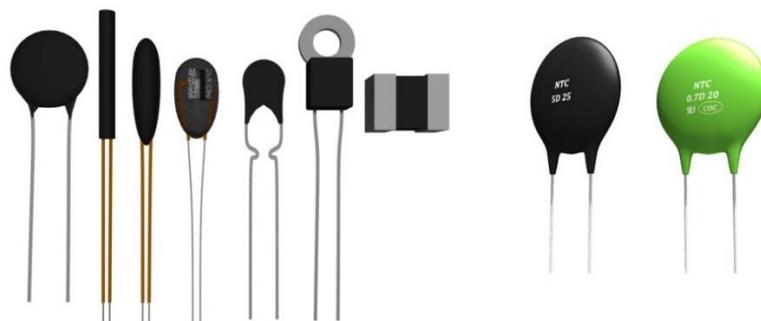


Gambar 2.2 *Incubator Analyzer* Fluke INCU II[16]

Incubator analyzer merupakan perangkat yang didesain dan dibuat untuk memantau operasi dan kondisi pada lingkungan di dalam inkubator bayi yang mampu merekam parameter seperti suhu, kebisingan, aliran udara, dan kelembapan relatif. *Incubator analyzer* memiliki parameter pengukuran temperatur, kelembapan kebisingan, dan aliran udara untuk memastikan kondisi di dalam inkubator bayi sudah sesuai/layak. Dalam pengukurannya, parameter-parameter ini membutuhkan kondisi yang stabil untuk menghasilkan ukuran yang sesuai dengan standarnya.

2.2.5 Thermistor

Thermistor adalah kombinasi dari kata "thermo", yang berarti suhu, dan "resistor", yang merupakan alat pengukur resistansi. Nilai resistansi dari thermistor berubah sesuai dengan suhu di sekitarnya.



Gambar 2.3 Macam-macam Thermistor [17]

Resistansi thermistor NTC akan menurun seiring meningkatnya suhu, dengan resistansi meningkat secara eksponensial terhadap suhu. Sebaliknya, resistansi thermistor PTC akan meningkat seiring naiknya suhu sekitarnya, dengan resistansi meningkat secara linier terhadap suhu. Dalam menentukan sensor suhu yang akan digunakan terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Level *maximum* dan *minimum* suhu dari suatu substrat yang diukur.
2. Rentang (*range*) dari pengukuran maksimum,
3. Konduktivitas panas dari substrat,
4. Respon waktu terhadap perubahan suhu dari substrat,
5. Kelinieritasan sensor
6. Cangkupan kerja suhu.

Aspek fisik dan kimia sensor, seperti ketahanan terhadap korosi (karat), ketahanan terhadap guncangan, pengkabelan (instalasi), keamanan, dan lainnya, juga harus dipertimbangkan selain ketentuan di atas.

a. Suhu Kerja Thermistor

Setiap sensor suhu mempunyai suhu kerja yang berbeda, untuk pengukuran suhu disekitar ruangan yaitu berkisar di -35°C hingga 150°C , bisa memilih untuk menggunakan sensor transistor, PTC, NTC, dioda dan IC hibrid. Thermistor merupakan resistor dengan karakteristik sensitif terhadap panas yang umumnya memiliki koefisien suhu negatif. Karena meningkatnya suhu, resistansi menurun dan sebaliknya. Thermistor sangat responsif (perubahan resistansi sebesar $5\ \%/^{\circ}\text{C}$) oleh sebab itu dapat mendeteksi kecilnya perubahan pada suhu. Thermistor adalah komponen semikonduktor yang bersifat sebagai resistansi dengan koefisien resistansi suhu yang tinggi, umumnya negatif.

Umumnya nilai resistansi thermistor pada suhu ruangan dapat berkurang 6% setiap kenaikan suhu sebesar 1°C . Dengan sensitifitas yang tinggi terhadap perubahan suhu, thermistor merupakan pilihan yang tepat untuk melakukan pengontrolan, pengukuran dan kompensasi suhu secara akurat. Pada biasanya nilai resistansi dari suatu komponen berubah terhadap suhu. Untuk kenaikan suhu yang sama, dua komponen yang berbeda jenis akan mengalami perubahan nilai resistansi yang juga berbeda [18]. Hal ini

disebabkan oleh suatu besaran yang disebut koefisien suhu. Ketika kita melihat hubungan antara besar resistansi dan suhu suatu bahan semikonduktor, kita dapat menemukan persamaan:

$$R_T = R_o e^{b\Delta T}$$

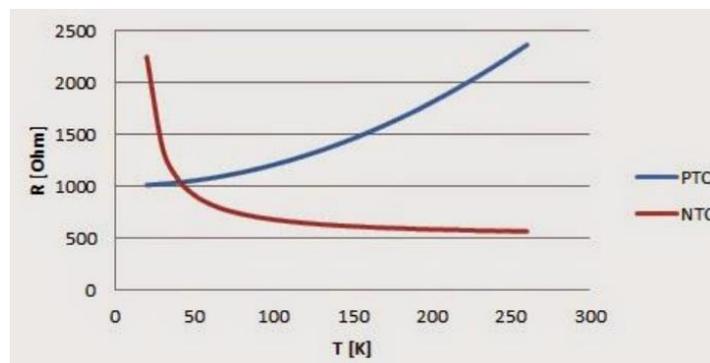
Keterangan:

R_T = Resistansi pada suatu suhu mutlak

R_o = Resistansi pada suhu referensi (suhu kamar 250 C)

b = koefisien suhu

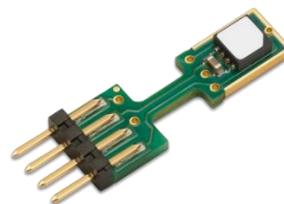
ΔT = temperatur dalam kelvin.



Gambar 2.4 Respon resistansi thermistor dengan suhu [19]

2.2.6 SHT 85

Gambar 2.5 dibawah ini menunjukkan bentuk fisik dari sensor kelembaban Sensirion SHT 85.



Gambar 2.5 Sensirion SHT 85

SHT85 adalah sensor kelembaban terbaik di kelasnya dari Sensirion dengan konektor tipe pin untuk integrasi yang mudah dan penggantian. Sensor ini dibuat berdasarkan sensor SHT3x yang sangat akurat dan stabil dalam jangka panjang yang

merupakan jantung dari Sensirion *platform* kelembaban dan suhu Sensirion yang sangat mapan. Desain paket yang unik memungkinkan kopling termal terbaik terhadap lingkungan dan pemisahan dari sumber panas potensial pada papan utama. SHT85 dilengkapi membran PTFE yang didedikasikan untuk melindungi bukaan sensor dari cairan dan debu sesuai dengan IP67, tanpa mempengaruhi waktu respons sinyal RH. Dengan demikian, ini memungkinkan penggunaan sensor di bawah lingkungan yang keras [20]. Tabel 2.1 merupakan spesifikasi dari sensor kelembaban Sensirion SHT 85

Tabel 2.1 Spesifikasi Kelembaban Relatif.

Parameter	Kondisi	Nilai	Satuan
Toleransi akurasi	Typ.	Kurang lebih 1,5	%RH
	Maks.	-	-
Pengulangan	Low,typ.	0,21	%RH
	Med,typ.	0,15	%RH
	High,typ.	0,08	%RH
Resolusi	Typ.	0,01	%RH
Histeresis	Di 25 °C	Kurang lebih 0,8	%RH
Rentang yang ditentukan	Lingkungan tanpa kondensasi	0 sampai 100	% RH
Waktu respon	τ 63%	8 ⁷	s
Penyimpangan jangka panjang	Typ.	<0,25	% RH/y

2.2.7 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 merupakan sebuah *board microcontroller* yang berbasis ATmega 2560. Pada arduino mega 2560 terdapat 54 pin input/output digital (15 diantaranya dapat dipakai sebagai keluaran *Pulse Width Modulation*), 15 pin masukan analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, memiliki koneksi USB, colokan listrik, *header ICSP* dan terdapat tombol *reset*. Pada gambar 2.6 berikut menunjukkan bentuk fisik dari arduino mega 2560 [21].



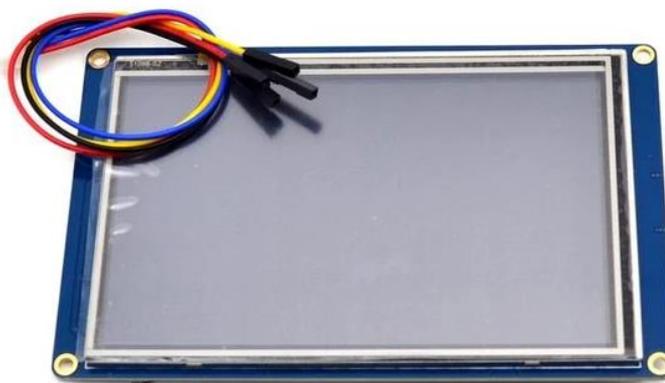
Gambar 2.6 Arduino Mega 2560

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560.

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5.00 Volt
Masukan tegangan (rekomendasi)	7.00 sampai dengan 12.00 Volt
Masukan tegangan (<i>limit</i>)	6.00 sampai dengan 20.00 Volt
Pin Digital I/O	54 (15 pin memberikan keluaran PWM)
Pin analog	16
Arus DC setiap I/O pin	20 mA
Arus DC untuk pin 3,3 Volt	50 mA
Memori <i>flash</i>	256 KB dengan <i>bootloader</i> menggunakan sebesar 8 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Kecepatan	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	102.52 mm
Lebar	53.4 mm
Berat	37.0gram

2.2.8 LCD Nextion NX4827K043

Nextion merupakan instrument solusi *Human Machine Interface* (HMI) tanpa batas yang memberikan antarmuka kontrol dan gambaran antara manusia dan proses, mesin, aplikasi, atau peralatan lainnya. Nextion terutama digunakan untuk *Internet of Things* atau bidang elektronika konsumen. Ini merupakan solusi optimal untuk menggantikan LCD atau LED. Nextion juga dilengkapi dengan *software editor* yang dapat digunakan untuk membuat dan mendesain sendiri *interface* untuk tampilan nextion.



Gambar 2.7 LCD Nextion NX4827K043

Gambar 2.7 menunjukkan tampilan fisik dari LCD Nextion 4,3 *inch series enhanced* yang akan digunakan sebagai *display* penampilan pengukuran. Seri Nextion *Enhanced* lebih bertenaga dibandingkan dengan seri Nextion *Basic*. Selain *clock* MCU yang lebih cepat, seri *Enhanced* mendukung: *RTC internal*, *EEPROM* 1K untuk data pengguna, 8 *GPIO* digital, kapasitas *flash* yang lebih besar, dan lebih banyak RAM (untuk model 3.5" dan yang lebih tinggi). Tabel 2.3 berikut merupakan spesifikasi dari LCD Nextion 4,3 *inch series Enhanced* [21].

Tabel 2.3 Spesifikasi LCD Nextion NX4827K043.

	Data	Deskripsi
<i>Color</i>	64 K 65546 colors	16 bit 5665, 5R-6G-5B
<i>Layout size</i>	120.5 (P) x 74 (L) x 5 (T)	NX4827K043_011N
	120.5 (P) x 84 (L) x 6.2 (T)	NX4827K043_011R

Area aktif	106.5 mm (P) x 67.30 mm (L)	
Area visual	95.05 mm (P) x 54.86 mm (L)	
resolusi	480x272 piksel	Dapat juga diatur 272x480 piksel
Tipe sentuh	Resistif	
Sentuhan	Lebih dari 1 juta	
<i>Backlight</i>	LED	
<i>Backlight lifetime</i> (rata-rata)	Lebih dari 30.000 jam	
Kecerahan	250 nit (NX4827K043_011N)	0% sampai 100%, interval penyesuaian yaitu 1%
	230 nit (NX4827K043_011R)	0% sampai 100%, interval penyesuaian yaitu 1%
Berat	78.3 g (NX4827K043_011N)	
	92.8 g (NX4827K043_011R)	

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat Yang Digunakan

Tabel 3.1 di bawah menunjukkan peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan alat.

Tabel 3.1 Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	<i>Toolset</i>	1
2	Laptop	1
3	Bor dan Mata Bor	1
4	<i>Baby incubator</i>	1
5	Pelarut PCB	Secukupnya

3.1.2 Bahan Yang Digunakan

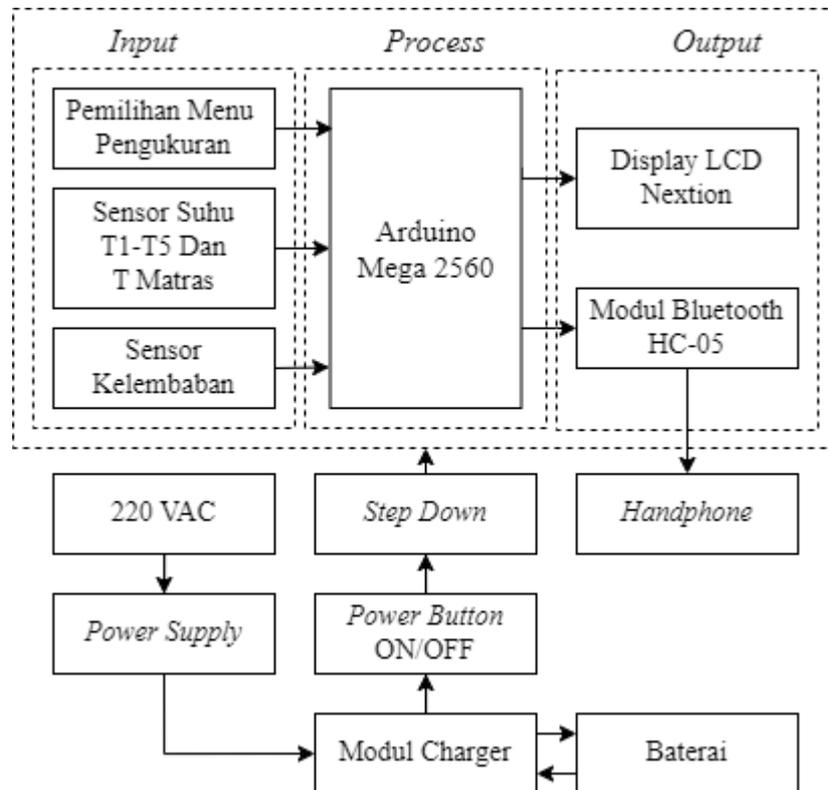
Tabel 3.2 menunjukkan bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan alat.

Tabel 3.2 Bahan

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Arduino	1
2	Timah Solder	1
3	Sensor NTC	1
4	Sensor SHT-85	1
5	Resistor	1
6	Multiturn	Secukupnya
7	Konektor	Secukupnya
8	PCB	Secukupnya

3.2 Blok Diagram

Gambar 3.1 berikut ini menunjukkan blok diagram *system* keseluruhan alat *incubator analyzer* yang akan dibuat.



Gambar 3.1 Blok Diagram Alat

Saat alat *incubator analyzer* mendapatkan masukan 220 volt dan posisi *power button* dalam keadaan hidup, maka tegangan pada *power supply* akan menuju modul *step down* DC agar menghasilkan tegangan 5 volt. Tegangan ini sebagai *supply* beberapa rangkaian seperti rangkaian sensor, arduino mega, dan rangkaian *display*. Sensor suhu akan mendeteksi suhu pada ruang inkubator bayi dengan menggunakan sensor *NTC 10KΩ*. Keluaran dari sensor NTC berupa analog, sehingga dihubungkan pada pin ADC arduino mega untuk diubah menjadi sinyal digital yang kemudian akan diproses dan dikonversi menjadi nilai suhu. Sementara itu, untuk mengukur kelembaban dalam ruang inkubator bayi menggunakan sensor Sensirion SHT-85 yang memiliki keluaran sinyal digital sehingga menuju pin digital arduino mega untuk dikonversi menjadi nilai kelembaban dengan satuan pengukuran %RH. Setelah arduino memroses data yang masuk dengan membaca suhu dan kelembaban pada ruang inkubator bayi, lalu hasil pembacaan akan ditampilkan pada LCD Nextion

Touchscreen. Pemilihan menu pengukuran ini dapat dilakukan pada *display* LCD untuk memilih parameter yang akan dilakukan pengukuran dan menampilkannya pada layar LCD Nextion yang terdiri dari “*General Test Calibration*” untuk menampilkan keseluruhan parameter, “*Temperature Test Calibration*” untuk menampilkan nilai kebisingan, dan “*Humidity Test Calibration*” untuk menampilkan nilai kelembaban.

Pada keluaran arduino juga terdapat modul *bluetooth* yang digunakan sebagai komunikasi antara *handphone* dengan alat melalui *bluetooth* yang tersedia. Komunikasi alat modul TA dengan *handphone* dapat dengan saling mengkoneksikan masing masing *bluetooth* terlebih dahulu.

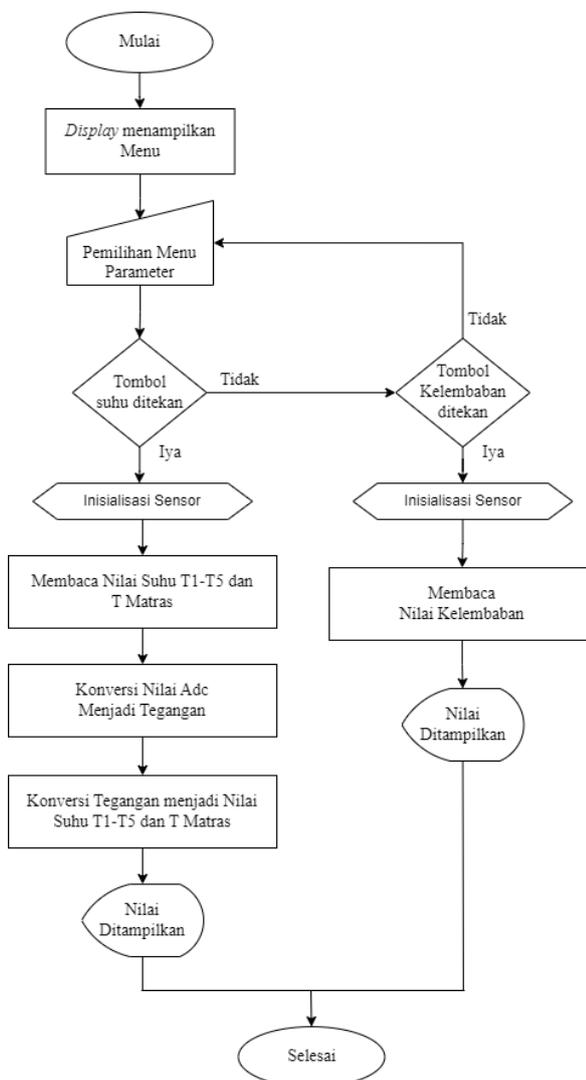
Pada proses pengisian baterai (*charging*), menggunakan *power supply switching* berupa adapter. *Adapter* yang digunakan memiliki masukan tegangan 220 Vac dan keluaran tegangan 12 Vdc dengan arus 2 Ampere. Keluaran tegangan *adapter* akan terhubung dengan *modul charger* baterai yang digunakan sebagai modul dalam proses pengisian pada baterai.

3.3 Diagram Alir

Gambar 3.2 dibawah menunjukkan diagram alir dari pengukuran parameter sensor suhu dan kelembaban pada alat. Pada gambar 3.2 ketika alat dihidupkan yang menandakan proses penggunaan alat telah dimulai, alat akan menampilkan pengisian *username* dan *password* untuk *login* pada alat. Ketika sudah berhasil *login*, *display* pada LCD Nextion akan menampilkan menu pemilihan pengukuran parameter yang ingin dikalibrasi dan ditampilkan pada *display*. Saat tombol “*Temperature*” ditekan, alat akan memulai proses dengan inialisasi sensor suhu. Hasil keluaran dari sensor berupa tegangan akan diproses dan dikonversi ADC dengan masuk pada pin analog arduino mega. Setelah dikonversi oleh arduino mega menjadi nilai suhu, hasil pengukuran akan ditampilkan pada *display* LCD Nextion dengan satuan °C (Celsius).

Pada proses pengukuran nilai kelembaban, ketika proses penggunaan alat telah dimulai alat akan menampilkan pengisian *username* dan *password* untuk *login* pada alat. Ketika sudah berhasil *login*, *display* pada LCD Nextion akan menampilkan menu pemilihan pengukuran parameter yang ingin dikalibrasi dan ditampilkan pada *display*. Saat tombol “*Humidity Test Calibration*” ditekan, alat akan memulai proses

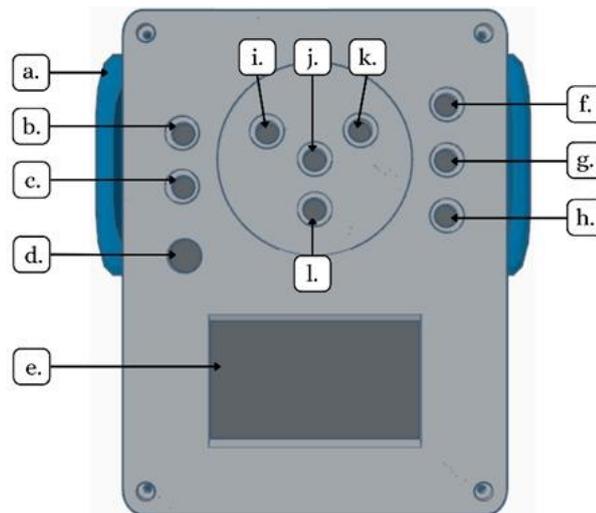
dengan inialisasi sensor dan membaca nilai kelembaban dengan *library* SHT-85. Hasil keluaran dari sensor akan diproses dengan masuk pada pin digital arduino mega. Setelah dikonversi oleh arduino mega menjadi nilai kelembaban, hasil pengukuran akan ditampilkan pada *display* LCD Nextion dengan satuan %RH.



Gambar 3.2 Diagram Alir Alat

3.4 Diagram Mekanis Alat

Gambar 3.3 dan 3.4 berikut ini merupakan diagram mekanik alat *incubator analyzer* yang akan dibuat tampak dari depan dan samping alat.

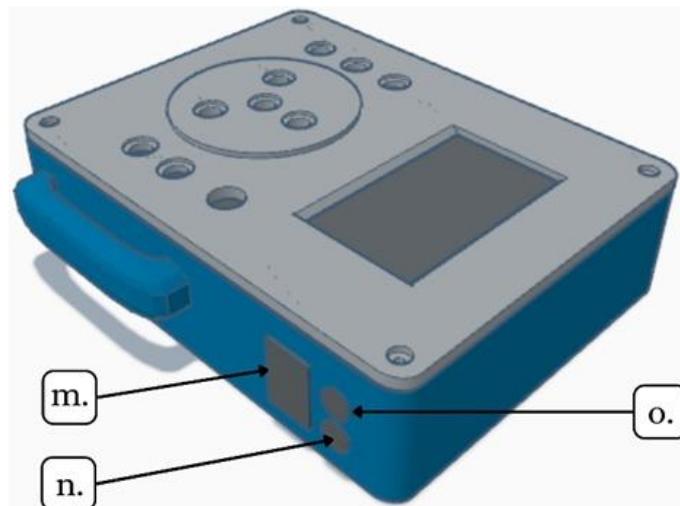


Gambar 3.3 Diagram Mekanik Alat Tampak Depan

Tabel 3.3 berikut ini merupakan keterangan dan fungsi dari setiap penanda pada Gambar 3.3.

Tabel 3.3 Keterangan diagram mekanis alat tampak depan.

	Nama	Fungsi
a.	<i>Hand Grip</i>	Pegangan pada alat
b.	Soket sensor suhu T1	Meletakkan soket konektor sensor suhu T1
c.	Soket sensor suhu T2	Meletakkan soket konektor sensor suhu T2
d.	<i>Power Button</i>	Tombol untuk menghidupkan dan mematikan alat
e.	<i>Display LCD Nextion</i>	Melakukan <i>setting</i> menu parameter yang akan ditampilkan dan menampilkan hasil pengukuran setiap parameter
f.	Soket sensor suhu T3	Meletakkan soket konektor sensor suhu T3
g.	Soket sensor suhu T4	Meletakkan soket konektor sensor suhu T4
h.	Soket sensor suhu T5	Meletakkan soket konektor sensor suhu T5
i.	Dudukan sensor kebisingan	Meletakkan <i>probe</i> sensor kebisingan
j.	Dudukan sensor T5	Meletakkan <i>probe</i> sensor suhu T5
k.	Dudukan sensor aliran udara	Meletakkan <i>probe</i> sensor aliran udara
l.	Dudukan sensor kelembaban	Meletakkan <i>probe</i> sensor kebisingan



Gambar 3.4 Diagram Mekanis Alat Tampak Samping

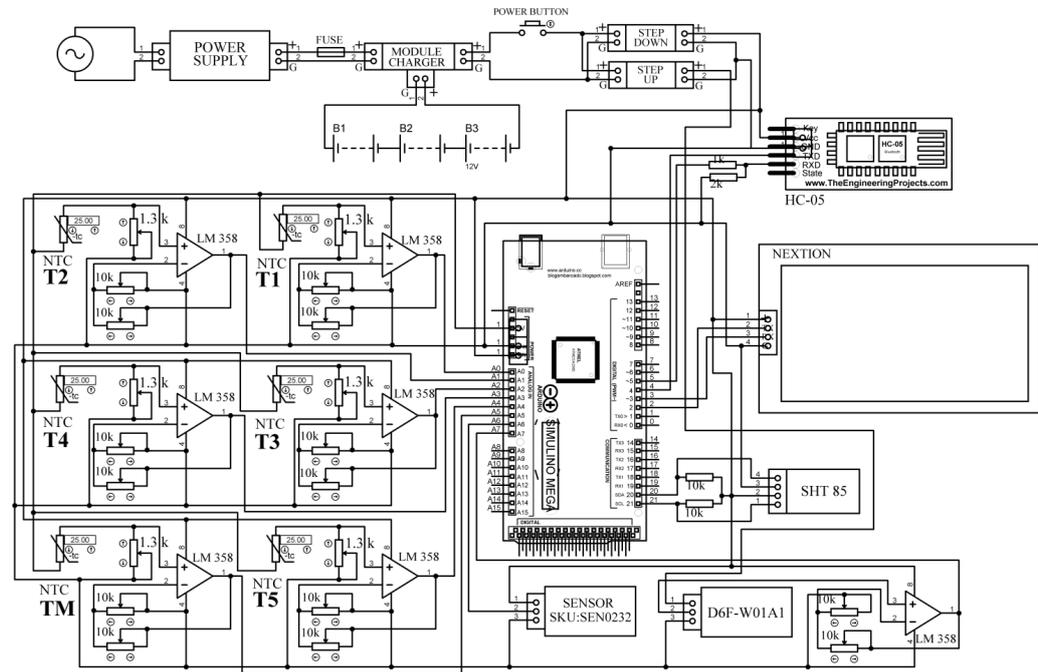
Tabel 3.4 Berikut ini merupakan keterangan dan fungsi dari setiap penanda pada Gambar 3.4.

Tabel 3.4 Keterangan diagram mekanis alat tampak samping.

	Nama	Fungsi
m.	Indikator Baterai	Konektor kabel <i>power</i> PLN 220 V
n.	<i>Fuse Holder</i>	Berisi <i>fuse</i> sebagai pengaman listrik pada alat
o.	Konektor kabel <i>power</i>	Konektor kabel <i>power</i> PLN 220 V

3.5 Rancangan Perangkat Keras

Dalam pembuatan alat terdapat 1 *board* (*mainboard*) yang terdiri dari rangkaian catu daya alat, rangkaian sistem *display* alat yang terdiri dari LCD TFT Nextion, rangkaian sensor suhu yang berupa rangkaian pembagi tegangan dan penguatan *non-inverting*, rangkaian sensor kelembaban, kebisingan, dan aliran udara yang berupa rangkaian penguatan *non-inverting*. Rangkaian *mainboard* alat secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Rangkaian Alat

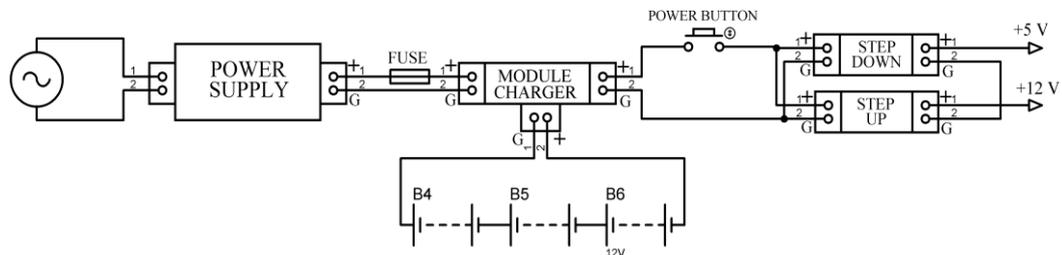
Rangkaian catu daya pada alat terdiri dari *power supply switching* yaitu berupa adaptor 12 volt, modul *charger*, baterai, modul *step down* 5 volt dan modul *step up* 12 volt. Terdapat 3 baterai dengan kapasitas masing masing 3,7 volt yang dirangkai secara seri sehingga menghasilkan keluaran tegangan baterai yaitu 12 volt. Keluaran tegangan baterai kemudian akan masuk pada modul *step down* yang digunakan untuk dapat memberikan kebutuhan tegangan pada Arduino dengan cara menghubungkan tegangan 5 volt pada pin Vin Arduino dan juga memberikan tegangan pada rangkaian *display LCD* Nextion yang dihubungkan dengan pin vcc +5V. Selain itu, tegangan 5 volt juga digunakan untuk memberikan tegangan pada sensor suhu NTC dan masukan pada pin kaki 8 IC LM258 penguatan *non-inverting* rangkaian sensor suhu, masukan tegangan pada sensor *analog sound level meter* yang dihubungkan dengan pin + vcc sensor, serta memberikan tegangan pada sensor kelembaban SHT 85. Sementara itu, pada keluaran *step up* 12 volt digunakan untuk memenuhi kebutuhan tegangan sensor aliran udara D6F-W01A1.

Pada arduino mega memiliki 16 pin analog (ADC) dan 54 pin *input output* digital dengan penggunaan pada keseluruhan rangkaian yaitu 8 pin ADC dan 4 pin digital. Pin digital 2 dan 3 digunakan sebagai pin TX dan RX yang berfungsi untuk

komunikasi serial data antara Arduino dengan *display* LCD Nextion. Pin digital 4 dan 5 digunakan sebagai pin TX dan RX yang berfungsi untuk komunikasi serial data antara Arduino dengan modul *Bluetooth* HC-05. Pin ADC 0 sampai 5 digunakan sebagai *input* (masukan) dari rangkaian penguatan *non-inverting* sensor suhu NTC. Pin ADC 6 digunakan sebagai input sensor *analog sound level meter* dan Pin ADC 7 digunakan sebagai masukan dari rangkaian penguatan *non-inverting* sensor aliran udara.

3.5.1 Rangkaian Catu Daya Alat

Rangkaian catu daya alat berfungsi sebagai *supply* daya listrik yang dibutuhkan pada alat. Gambar 3.6 berikut menunjukkan rangkaian catu daya pada alat.



Gambar 3.6 Rangkaian Catu Daya Alat

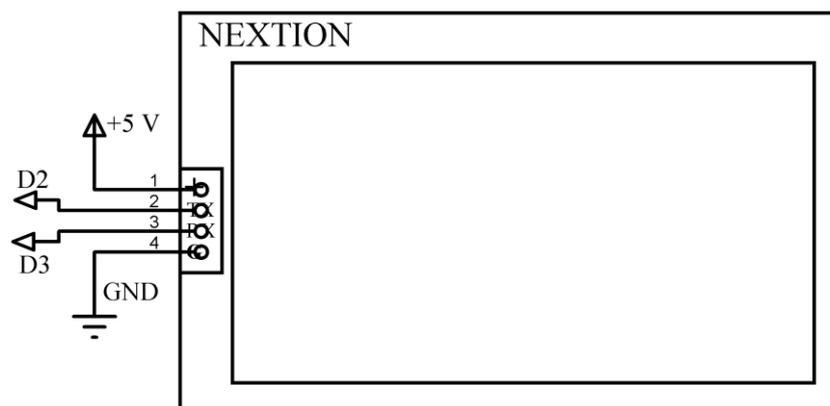
Pada gambar 3.6 diatas menunjukkan rangkaian alat dengan menggunakan masukan daya dari 3 buah baterai 3,7 volt yang dirangkai seri untuk menghasilkan tegangan keluaran tegangan 12 volt. Sumber tegangan positif dari baterai akan masuk pada *modul charger* yang kemudian akan masuk pada *power button ON/OFF* sedangkan sumber negatif (*ground*) dari baterai dihubungkan secara langsung dengan *modul charger*. Jika *power button* pada alat ditekan dalam kondisi ON, maka tegangan dari baterai akan dialirkan menuju modul *step down* untuk diturunkan tegangannya dari 12 volt menjadi 5 volt. Keluaran dari modul *step down* ini selanjutnya akan dimanfaatkan sebagai masukan tegangan pada *Arduino mega*, rangkaian sensor, dan rangkaian *display* pada alat agar dapat bekerja. Sebaliknya, jika *power button* ditekan kembali dalam keadaan OFF maka aliran tegangan baterai tidak terhubung dengan modul *step down* sehingga alat akan berada dalam keadaan mati.

Pada proses pengisian daya listrik pada baterai, listrik dari jala-jala PLN akan dialirkan menuju *power supply switching* yang berfungsi sebagai *adaptor* untuk

memberikan masukan ke modul *charger* dan akan melakukan proses pengisian pada baterai. Sebelum masuk pada modul *charger* tegangan dari keluaran adaptor akan melewati fuse terlebih dahulu sebagai pengaman pada alat. Karena keluaran dari adaptor akan masuk terlebih dahulu pada modul *charger* dan tegangan positif baterai diputus oleh *power button* sebelum masuk pada modul *step down* maka proses pengisian daya baterai dapat dilangsungkan saat alat dalam keadaan mati maupun hidup.

3.5.2 Rangkaian Sistem *Display* Alat

Gambar 3.7 merupakan rangkaian *display* pada alat yang terdiri dari LCD nextion dengan memanfaatkan pin TX-RX sebagai sarana komunikasi serial dengan Arduino *mega*.

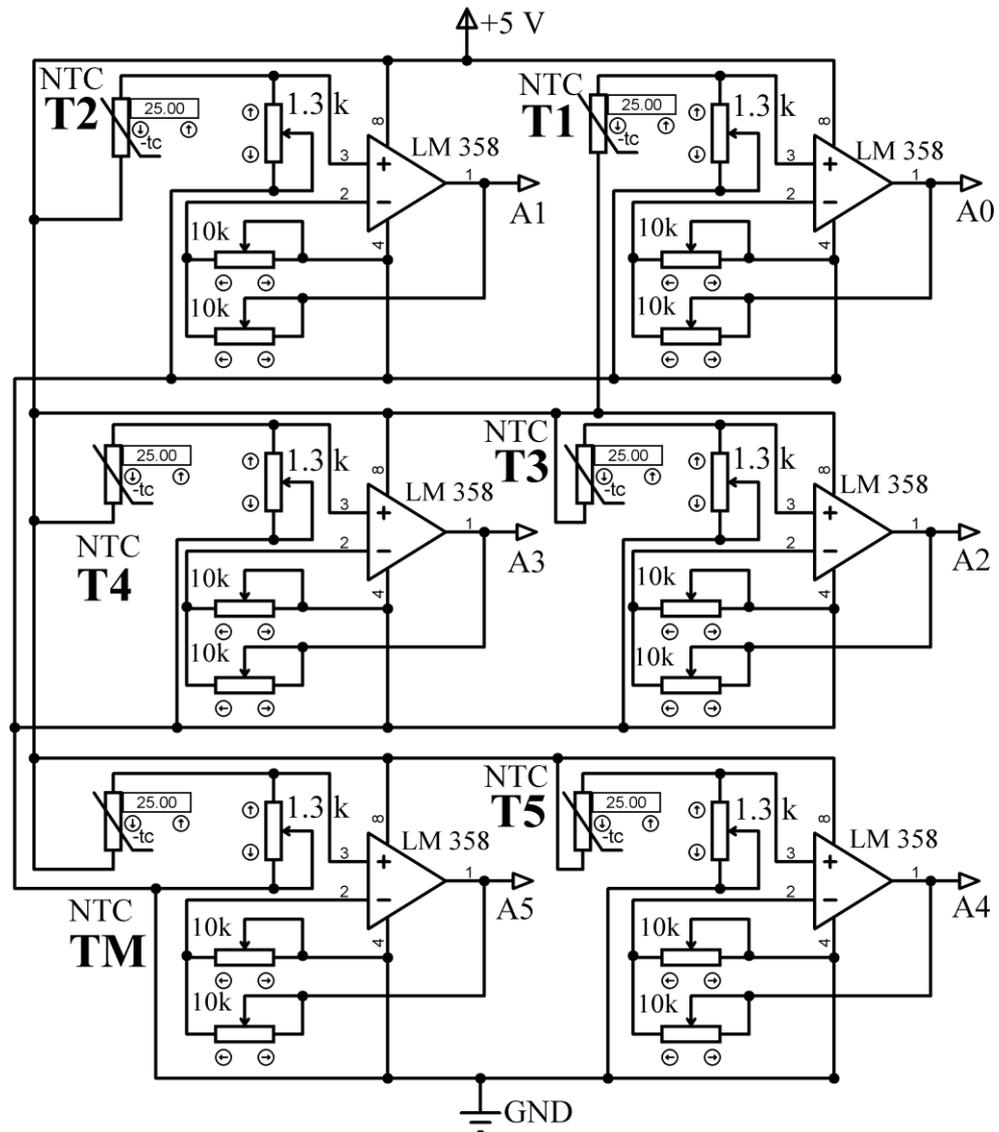


Gambar 3.7 Rangkaian LCD Nextion

Berdasarkan gambar 3.7 diatas menunjukkan bahwa pada *display* lcd nextion terdiri dari 4 pin kaki yaitu +vcc, *ground*, pin TX, dan pin RX. Pada pin +vcc *display* LCD Nextion dihubungkan dengan sumber tegangan 5 volt pada alat yang dihasilkan dari keluaran modul *step down* sedangkan pada pin *ground* pada *display* dihubungkan dengan sumber negatif (*ground*) keluaran dari modul *step down*. Sementara itu, pada pin TX *display* dihubungkan dengan pin digital 2 Arduino *mega* yang berfungsi sebagai pin RX Arduino dan pada pin RX *display* dihubungkan dengan pin digital 3 arduino mega yang berfungsi sebagai pin TX Arduino.

3.5.3 Rangkaian Sensor Suhu NTC

Gambar 3.9 menunjukkan skematik rangkaian pengkondisi sinyal analog sensor suhu berupa rangkaian penguat *non-inverting*.

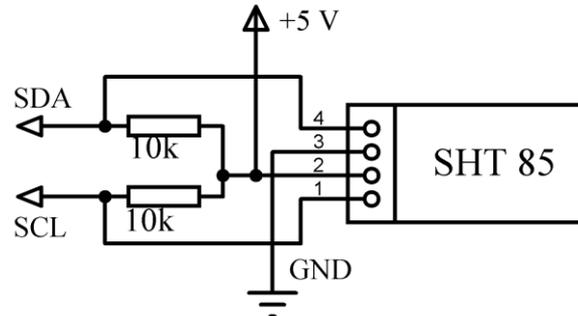


Gambar 3.8 Rangkaian Sensor Suhu

Pada gambar 3.8 ditunjukkan pada pin ntc terhubung dengan *ground* dan pin *output* terhubung dengan *multiturn* 1.3k Ω yang terhubung ke kaki 3 dan kaki 5 IC LM 358 untuk dikuatkan. Pada pin kaki 2 dan kaki 6 IC LM358 dihubungkan dengan resistor *input* bernilai 10k dan juga *ground*. Selain itu, pin kaki 2 dan kaki 6 IC juga dihubungkan dengan resistor *variable* 10k (resistor *feedback*) yang di hubungkan dengan keluaran IC pada pin kaki 1 dan 7. Keluaran dari rangkain penguat yaitu pin kaki 1 dan 7 IC terhubung dengan pin ADC 0 sampai 5 pada Arduino mega yang akan dikonversi menjadi nilai suhu. Pada kaki + Lm 358 bersumber dari 5 v Arduino dan kaki *ground* juga berasal dari *ground* arduino.

3.5.4 Rangkaian Sensor Kelembaban SHT-85

Gambar 3.9 dibawah menunjukkan skematik rangkaian sensor kelembaban.

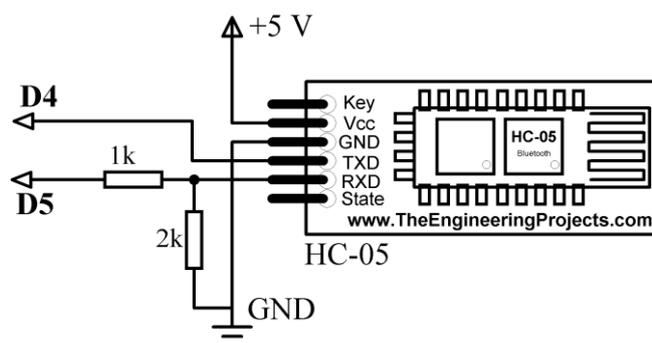


Gambar 3.9 Rangkaian Sensor Kelembaban

Pada gambar 3.9 ditunjukkan pada pin +vcc sensor aliran udara terhubung dengan keluaran tegangan positif modul step down 5 volt yang terhubung ke resistor pin sda dan scl dari sht 85, pin ground terhubung dengan keluaran negatif (*ground*) arduino, pin sda terhubung dengan pin D20 arduino dan pin scl terhubung dengan pin D21 arduino.

3.5.5 Rangkaian modul *Bluetooth*

Gambar 3.10 dibawah ini memperlihatkan skematik rangkaian modul *bluetooth* pada alat.



Gambar 3.10 Rangkaian *Bluetooth*

Pada gambar 3.10 menunjukkan pin +vcc pada modul *bluetooth* terhubung dengan keluaran tegangan positif *step down* 5 volt, pin *ground* modul *bluetooth* terhubung dengan keluaran negatif (*ground*) *step down*. Sementara itu, pada pin TX *bluetooth* dihubungkan dengan pin digital 4 arduino mega yang berfungsi sebagai pin RX arduino dan pada pin RX *bluetooth* dihubungkan dengan resistor yang dirangkai sebagai *input pull up* dengan tujuan agar tidak terjadi penumpukan data yang dikirim

oleh arduino ke *bluetooth*. Pin RX *bluetooth* kemudian terhubung juga dengan pin digital 5 arduino mega yang berfungsi sebagai pin TX arduino.

3.6 Perancangan Program Alat

Dalam proses pembuatan alat ini terdapat beberapa program yang digunakan yang terbagi atas program pengolahan data dari sensor analog sound level meter, D6F-W01A1, tampilan LCD TFT Nextion, dan pengiriman *bluetooth*.

3.6.1 Program Pembacaan Suhu

```
#define SensorSuhuT1      A0
#define SensorSuhuT2      A1
#define SensorSuhuT3      A2
#define SensorSuhuT4      A3
#define SensorSuhuT5      A4
#define SensorSuhuTM      A5

float referenceVoltage;

float ValueSuhuT1, analogSuhuT1, MeanSuhuT1, voltSuhuT1,
nilaiSuhuT1;
float ValueSuhuT2, analogSuhuT2, MeanSuhuT2, voltSuhuT2,
nilaiSuhuT2;
float ValueSuhuT3, analogSuhuT3, MeanSuhuT3, voltSuhuT3,
nilaiSuhuT3;
float ValueSuhuT4, analogSuhuT4, MeanSuhuT4, voltSuhuT4,
nilaiSuhuT4;
float ValueSuhuT5, analogSuhuT5, MeanSuhuT5, voltSuhuT5,
nilaiSuhuT5;
float ValueSuhuTM, analogSuhuTM, MeanSuhuTM, voltSuhuTM,
nilaiSuhuTM;

void setup() {
    analogReference (EXTERNAL);
    referenceVoltage = 3.3;
}

void loop() {
    ValueSuhuT1 = 0;
    analogSuhuT1 = analogRead(SensorSuhuT1);
    for (int i = 0; i < 100; i++) {
```

```
        ValueSuhuT1 += analogSuhuT1;
    }
    MeanSuhuT1 = (ValueSuhuT1 / 100);
    voltSuhuT1 = (MeanSuhuT1 * 3.3) / 1023;
    nilaiSuhuT1 = (0.0575 * MeanSuhuT1) + 12.145 ;
    if (nilaiSuhuT1 < 12.16)
        nilaiSuhuT1 = 0;
    delay(100);
    ValueSuhuT2 = 0;
    analogSuhuT2 = analogRead(SensorSuhuT2);
    for (int i = 0; i < 100; i++) {
        ValueSuhuT2 += analogSuhuT2;
    }
    MeanSuhuT2 = (ValueSuhuT2 / 100);
    voltSuhuT2 = (MeanSuhuT2 * 3.3) / 1023;
    nilaiSuhuT2 = (0.0575 * MeanSuhuT2) + 12.145 ;
    if (nilaiSuhuT2 < 12.16)
        nilaiSuhuT2 = 0;
    delay(100);
    ValueSuhuT3 = 0;
    analogSuhuT3 = analogRead(SensorSuhuT3);
    for (int i = 0; i < 100; i++) {
        ValueSuhuT3 += analogSuhuT3;
    }
    MeanSuhuT3 = (ValueSuhuT3 / 100);
    voltSuhuT3 = (MeanSuhuT3 * 3.3) / 1023;
    nilaiSuhuT3 = (0.0575 * MeanSuhuT3) + 12.145 ;
    if (nilaiSuhuT3 < 12.16)
        nilaiSuhuT3 = 0;
    delay(100);
    ValueSuhuT3 = 0;
    analogSuhuT3 = analogRead(SensorSuhuT3);
    for (int i = 0; i < 100; i++) {
        ValueSuhuT3 += analogSuhuT3;
    }
    MeanSuhuT3 = (ValueSuhuT3 / 100);
    voltSuhuT3 = (MeanSuhuT3 * 3.3) / 1023;
    nilaiSuhuT3 = (0.0575 * MeanSuhuT3) + 12.145 ;
```

```
if (nilaiSuhuT3 < 12.16)
    nilaiSuhuT2 = 0;
delay(100);
ValueSuhuT4 = 0;
analogSuhuT4 = analogRead(SensorSuhuT4);
for (int i = 0; i < 100; i++) {
    ValueSuhuT4 += analogSuhuT4;
}
MeanSuhuT4 = (ValueSuhuT4 / 100);
voltSuhuT4 = (MeanSuhuT4 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT4 = (0.0575 * MeanSuhuT4) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuT4 < 12.16)
    nilaiSuhuT4 = 0;
delay(100);
ValueSuhuT5 = 0;
analogSuhuT5 = analogRead(SensorSuhuT5);
for (int i = 0; i < 100; i++) {
    ValueSuhuT5 += analogSuhuT5;
}
MeanSuhuT5 = (ValueSuhuT5 / 100);
voltSuhuT5 = (MeanSuhuT5 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT5 = (0.0575 * MeanSuhuT5) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuT5 < 12.16)
    nilaiSuhuT5 = 0;
delay(100);
ValueSuhuTM = 0;
analogSuhuTM = analogRead(SensorSuhuTM);
for (int i = 0; i < 100; i++) {
    ValueSuhuTM += analogSuhuTM;
}
MeanSuhuTM = (ValueSuhuTM / 100);
voltSuhuTM = (MeanSuhuTM * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuTM = (0.0575 * MeanSuhuTM) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuTM < 12.16)
    nilaiSuhuTM = 0;
delay(100);
```

Pada *listing* 3.1 menunjukkan program yang digunakan untuk membaca dan mengkonversi nilai sensor *analog* NTC untuk menghasilkan nilai suhu pada alat. *Syntax #define* `SensorsuhuT` digunakan untuk mendeklarasikan bahwa pin analog (ADC) 0 sampai 5 dipakai untuk membaca nilai analog dari sensor. Selanjutnya dideklarasikan “`ValueSuhuT`”, “`analogSuhuT`”, “`meanSuhuT`”, “`voltSuhuT`”, dan “`nilaiSuhuT`” akan disimpan dalam tipe data float untuk menempatkan data tersebut berupa tipe float sehingga dapat menyimpan data dengan angka desimal. Pada *sketch void loop*, *input* dari sensor akan dibaca pada pin ADC 0 sampai 5. Fungsi `voltSuhuT = (meanSuhuT) * 3.3 / 1023` digunakan untuk mengubah nilai analog yang terbaca dari sensor menjadi nilai tegangan digital 10 bit dan ditampung di data `voltSuhuT`. Selanjutnya, fungsi `nilaiSuhuT4 = (0.0575 * MeanSuhuT4) + 12.145` digunakan untuk mengkonversi nilai tegangan yang telah dirubah sebelumnya menjadi nilai kebisingan dan ditampung pada data `nilaiSuhuT`.

3.6.2 Program Pembacaan Kelembaban

```
#include <SHT85.h>
#include "SHT85.h"
SHT85 sht;
#define SHT85_ADDRESS 0x44
sht.begin(SHT85_ADDRESS);
void setup() {
    analogReference (EXTERNAL);
    referenceVoltage = 3.3;
    sht.begin(SHT85_ADDRESS);
}
void loop() {
    sht.read();
    sht.getHumidity();
    ValueKelembaban = 0;
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        ValueKelembaban += sht.getHumidity();
    }
    meankelembaban = (ValueKelembaban / 5);
    if (meankelembaban < 0)
        meankelembaban = 0;
    delay(100);
```

```
}

```

Pada listing 3.2 menunjukkan program yang digunakan untuk membaca dan mengkonversi nilai sensor SHT-85 untuk menghasilkan nilai kelembaban pada alat. *Syntax* `#include <SHT85.h>` digunakan untuk memasukan *library* sensirion ke dalam sketsa program. *Syntax* `#define SHT85_ADDRESS 0x44` digunakan untuk berkomunikasi dengan sensor SHT-85. Pada *sketch void loop*, Fungsi `sht.getHumidity()` digunakan untuk mengakses pembacaan kelembaban dari SHT-85. Selanjutnya, fungsi `meankelembaban = (ValueKelembaban / 5)` digunakan untuk mengkonversi nilai tegangan yang telah dirubah sebelumnya menjadi nilai kelembaban.

3.6.3 Program Tampilan LCD TFT Nextion

```
#include <Nextion.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <SHT85.h>
#include "SHT85.h"
SHT85 sht;
SoftwareSerial nextionSerial(2, 3);
#define SensorSuhuT1 A0

const float BETA = 3950;
float referenceVoltage;
float ValueSuhuT1, analogSuhuT1, MeanSuhuT1, voltSuhuT1,
nilaiSuhuT1;
int grafikT1;

void setup() {
  analogReference (EXTERNAL);
  referenceVoltage = 3.3;
  nextionSerial.begin(9600);
}
void loop() {
  ValueSuhuT1 = 0;
  analogSuhuT1 = analogRead(SensorSuhuT1);
  for (int i = 0; i < 100; i++) {
```

```
    ValueSuhuT1 += analogSuhuT1;
}
MeanSuhuT1 = (ValueSuhuT1 / 100);
voltSuhuT1 = (MeanSuhuT1 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT1 = (0.0575 * MeanSuhuT1) + 12.145;
if (nilaiSuhuT1 < 12.16)
    nilaiSuhuT1 = 0;
delay(100);
}
int grafikT1 = map (nilaiSuhuT1, 28, 45, 0, 255);
nextionSerial.print("add 3,0," + String(grafikT1));
nextionSerial.print("t11.txt=\");
nextionSerial.print(nilaiSuhuT1, 2);
nextionSerial.print("\");
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);

sht.read();
sht.getHumidity();
sht.getTemperature();
ValueKelembaban = 0;
for (int i = 0; i < 5; i++) {
    ValueKelembaban += sht.getHumidity();
}
meankelembaban = (ValueKelembaban / 5) + 1.3;
if (meankelembaban < 1.31)
    meankelembaban = 0;
delay(100);
nextionSerial.print("t17.txt=\");
nextionSerial.print(meankelembaban,2);
nextionSerial.print("\");
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);
}
```

Pada listing 3.3 menunjukkan program yang digunakan untuk pengiriman dan tampilan *display* LCD Nextion. *Syntax #include <Nextion.h>* digunakan untuk memasukan *library* Nextion ke dalam sketsa program. *Syntax #include <SHT85.h>* digunakan untuk memasukkan *library* sensor SHT- 85 yang digunakan untuk mempermudah pengolahan dan pembacaan sensor. *Syntax #include <SoftwareSerial.h>* digunakan untuk memasukan *library software serial* yang digunakan untuk merubah pin digital menjadi pin TX dan RX yang digunakan untuk komunikasi serial antara arduino dengan *display*, pada baris selanjutnya digunakan `SoftwareSerial nextionSerial (2, 3)` dipakai untuk mendeklarasikan pin digital 2 dan 3 sebagai pin TX dan RX. Pada *sketch void loop*, fungsi `int grafikT1 = map (nilaiSuhuT1, 28, 45, 0, 255);` digunakan untuk membatasi nilai hasil pembacaan suhu kedalam grafik yaitu pada nilai minimum 28 °C berada pada posisi 0 dan pada nilai maksimum 45°C berada pada posisi 255 didalam grafik yang ditampung pada data grafikSuhuT1. Kemudian pada fungsi `nextionSerial.print("add 3,0," + String(grafikT1));` dipakai untuk melakukan pengiriman hasil pembacaan suhu kedalam komponen grafik pada *display*. Selanjutnya pada fungsi `nextionSerial.print("t11.txt=\")` dan `nextionSerial.print(nilaiSuhuT1, 2)` digunakan untuk menempatkan nilai suhu yang terbaca kedalam komponen text pada *display*. Sementara itu, pada fungsi `nextionSerial.print("t17.txt=\")` dan `nextionSerial.print(meankelembaban,2)` digunakan untuk menempatkan nilai kelembaban yang terbaca kedalam komponen text pada *display*.

3.6.4 Program Pengiriman *Bluetooth*

```
#include <Nextion.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial btSerial (4, 5);
#include <SHT85.h>
#include "SHT85.h"
SHT85 sht;
SoftwareSerial nextionSerial(2, 3);
#define SensorSuhuT1 A0

float referenceVoltage;
```

```
float ValueSuhuT1, analogSuhuT1, MeanSuhuT1, voltSuhuT1,
nilaiSuhuT1;
float ValueKelembaban, meankelembaban;
void setup() {
    analogReference (EXTERNAL);
    referenceVoltage = 3.3;
    btSerial.begin(9600);
}
void loop() {
    ValueSuhuT1 = 0;
    analogSuhuT1 = analogRead(SensorSuhuT1);
    for (int i = 0; i < 100; i++) {
        ValueSuhuT1 += analogSuhuT1;
    }
    MeanSuhuT1 = (ValueSuhuT1 / 100);
    voltSuhuT1 = (MeanSuhuT1 * 3.3) / 1023;
    nilaiSuhuT1 = (0.0575 * MeanSuhuT1) + 12.145;
    if (nilaiSuhuT1 < 12.16)
        nilaiSuhuT1 = 0;
    delay(100);
    btSerial.print(nilaiSuhuT1, 2);
    btSerial.print("|");

    sht.read();
    sht.getHumidity();
    sht.getTemperature();
    ValueKelembaban = 0;
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        ValueKelembaban += sht.getHumidity();
    }
    meankelembaban = (ValueKelembaban / 5) + 1.3;
    if (meankelembaban < 1.31)
        meankelembaban = 0;
    btSerial.print(nilaiKelembaban, 2);
    btSerial.print("|");
}
```

Pada listing 3.3 menunjukkan program yang digunakan untuk pengiriman dan tampilan *display* LCD Nextion. *Syntax* `#include <Nextion.h>` digunakan untuk memasukan library Nextion ke dalam sketsa program. *Syntax* `#include <SoftwareSerial.h>` digunakan untuk memasukan library software serial yang digunakan untuk merubah pin digital menjadi pin TX dan RX yang digunakan untuk komunikasi serial antara arduino dengan *display*, pada baris selanjutnya digunakan `SoftwareSerial nextionSerial (4, 5)` dipakai untuk mendeklarasikan pin digital 4 dan 5 sebagai pin TX dan RX. Pada *sketch void loop*, fungsi `btSerial.print (nilaiSuhuT1, 2)` digunakan untuk mengirimkan hasil nilai suhu pada *bluetooth*. Kemudian pada baris selanjutnya fungsi `btSerial.print("|")` digunakan untuk membatasi nilai yang dikirim dari setiap hasil pembacaan.

3.7 Teknik Pengambilan Data dan Pengujian Alat

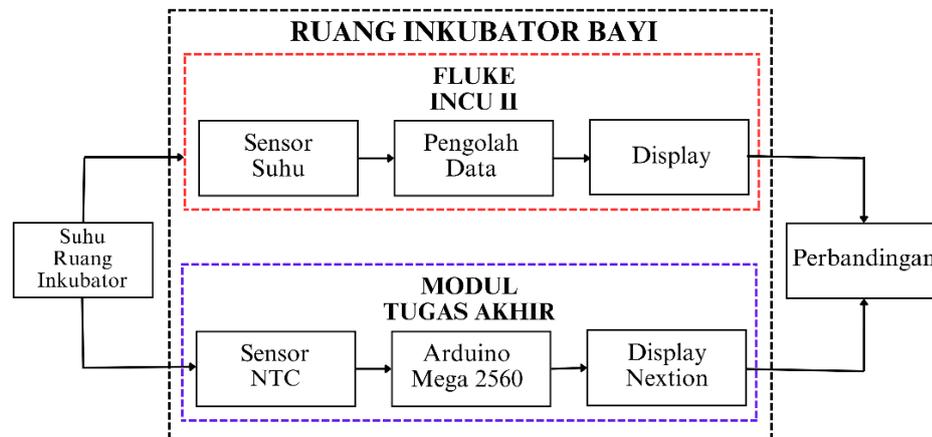
Teknik pengambilan dan pengujian memiliki tujuan untuk memperoleh data sebagai hasil pengujian agar dapat dilakukan analisa dan kesimpulan dari hasil penelitian.

3.7.1 Pengujian Fungsi Hardware Alat

Pengujian fungsi *hardware* bertujuan untuk mengetahui kondisi fisik, fungsi penggunaan komponen, dan kinerja alat telah sesuai dengan rancangan alat. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengecekan dengan melihat kondisi catu daya baterai dari *battery level indicator* pada alat, pengecekan fungsi tombol menu (berupa *touchscreen*) pada *display*, dan fungsi *display* pada alat.

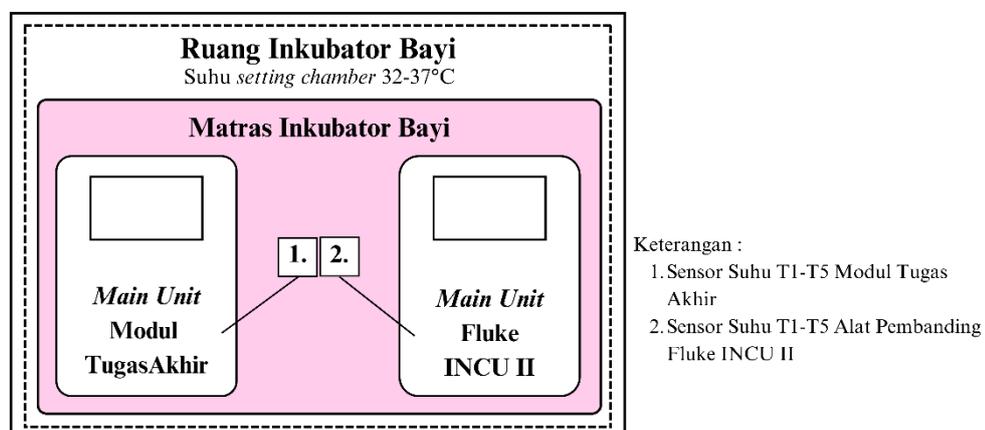
3.7.2 Pengujian Parameter Suhu

Pengambilan data pada parameter suhu dilakukan dengan menggunakan metode komparasi yaitu dengan membandingkan nilai pengukuran yang tertampil pada *display* secara langsung antara alat yang telah dibuat dengan alat pembanding berupa Fluke INCU II *Incubator Tester* seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Blok Diagram Metode Pengujian Alat

Pengambilan data dilakukan ketika suhu di dalam inkubtor telah stabil dengan *setting* suhu 32 °C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C dimana pada setiap suhu dilakukan pengambilan data sebanyak 15 kali saat kondisi suhu sudah stabil. Pengujian dan pengukuran dilakukan di setiap sensor suhu yaitu T1, T2, T3, T4, T5 dan juga TM. Gambar 3.12 merupakan ilustrasi penempatan *main unit* dan sensor pengujian suhu

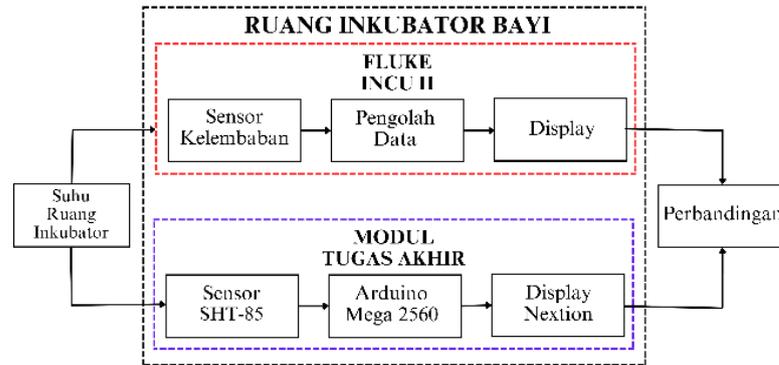


Gambar 3.12 Ilustrasi Pengujian Parameter Suhu

3.7.3 Pengujian Parameter Kelembaban

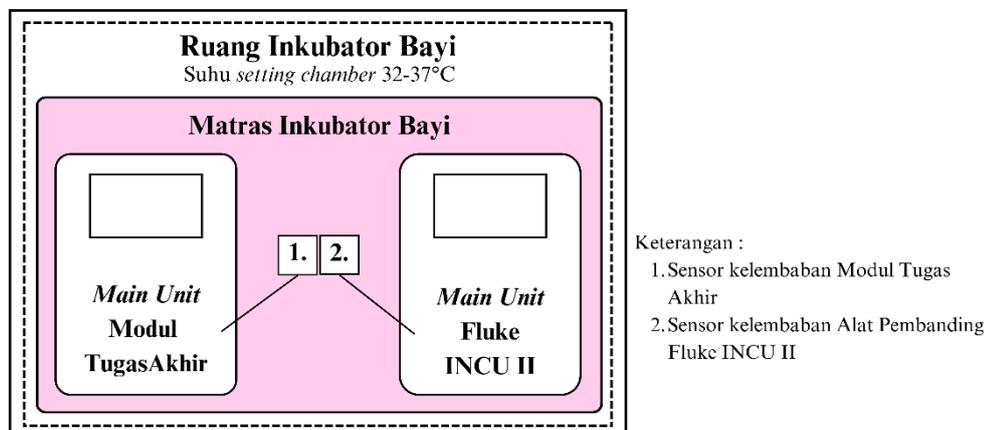
Pengambilan data pada parameter kelembaban dilakukan dengan menggunakan metode komparasi yaitu dengan membandingkan nilai pengukuran yang tertampil pada *display* secara langsung antara alat yang telah dibuat dengan alat pembanding berupa Fluke INCU II *Incubator Tester* seperti pada gambar 3.13 dimana pengambilan data dilakukan ketika suhu di dalam inkubtor telah stabil dengan *setting*

suhu 32 °C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dalam waktu 60 menit. Gambar 3.13 berikut ini merupakan blok diagram metode pengujian sensor kelembaban



Gambar 3.13 Blok Diagram Metode Pengujian Alat

Gambar 3.14 merupakan ilustrasi penempatan *main unit* dan sensor pengujian kelembaban



Gambar 3.14 Ilustrasi Pengujian Parameter Kelembaban

3.8 Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian setiap parameter pengukuran yang telah didapatkan selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk didapatkan nilai rata-rata, nilai MAPE, nilai standar deviasi, dan ketidakpastian pengukuran oleh alat *incubator analyzer* yang dibuat. Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam proses analisis data.

3.8.1 Persamaan Rata-Rata

Perhitungan nilai rata-rata digunakan untuk dapat mengetahui kecenderungan nilai pengukuran yang dihasilkan. Nilai rata-rata merupakan nilai yang dihasilkan dari pembagian nilai keseluruhan data yang dijumlahkan dengan banyaknya data. Persamaan 3-1 dibawah ini menunjukkan persamaan nilai rata-rata yang digunakan dalam proses analisis data.

$$\text{Rata - rata } (\bar{X}) = \frac{\sum X_n}{n} \quad (3-1)$$

Keterangan :

- (\bar{X}) = Rata-rata
- $\sum X_n$ = Jumlah nilai data
- n = Banyaknya data (1,2,3,... n)

3.8.2 Simpangan (e)

Simpangan atau dapat disebut dengan kesalahan absolut atau nilai eror (e) digunakan untuk mengetahui selisih hasil dari nilai pengukuran dengan nilai sesungguhnya. Persamaan dari simpangan dapat ditunjukkan pada persamaan 3-2 berikut ini.

$$\text{Simpangan } (e) = X_n - \bar{X} \quad (3-2)$$

Keterangan :

- X_n = Nilai yang diukur
- \bar{X} = Nilai yang diinginkan

3.8.3 MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) adalah alat statistik yang digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi atau peramalan. Persamaan dari simpangan dapat ditunjukkan pada persamaan 3-3 berikut ini.

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\% \quad (3-3)$$

Keterangan :

- n = Ukuran sampel
- A_i = Nilai data aktual
- F_i = Nilai data peramalan

3.8.4 Standar Deviasi

Perhitungan standar deviasi dilakukan untuk mengetahui nilai rata-rata penyimpangan data dari nilai rata-ratanya, standar deviasi dihitung karena dapat memberikan variasi data sehingga dapat diketahui tingkat kepresisian sensor yang dipakai. Persamaan dari nilai standar deviasi sebagai berikut.

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-4)$$

Keterangan :

\bar{X} = rata-rata

$X_1 \dots X_n$ = nilai data n

N = banyak data (1,2,3...n)

3.8.5 Ketidakpastian Baku Tipe A (UA)

Ketidakpastian baku tipe A merupakan nilai yang dapat memberikan gambaran sebaran nilai besaran ukur dari nilai yang seharusnya. Persamaan ketidakpastian tipe A sebagai berikut.

$$\text{Ketidakpastian tipe A (UA)} = \frac{SD}{\sqrt{n}} \quad (3-5)$$

Keterangan :

SD = Standar Deviasi

N = Banyaknya data

3.9 Alat Pemanding

Proses pengujian dan pengambilan data alat tugas akhir ini memerlukan alat inkubator bayi yang berfungsi sebagai media untuk pengambilan data. Inkubator yang digunakan harus berada dalam kondisi yang baik dan sudah terkalibrasi agar dalam proses pengujian dan pengambilan data tidak menimbulkan masalah. Inkubator bayi yang digunakan untuk pengujian dan pengambilan data alat tugas akhir adalah Medicor BLF 2001.

3.9.1 Alat Pemanding Pengujian Suhu

Berikut ini merupakan inkubator bayi dan alat pemanding yang digunakan dalam pengambilan data parameter suhu.

a. Inkubator bayi

Nama : Inkubator bayi
 Merek : Medicor
 Model/Type : BLF-2001
 No. Seri : CET 00078

b. Alat Pemanding

Nama : *Incubator Analyzer*
 Merek : Fluke Biomedical
 Model/type : *INCUB II Incubator Tester*

Incubator analyzer yang digunakan dalam pengujian memiliki parameter pengukuran temperatur, kelembaban kebisingan, dan aliran udara untuk memastikan kondisi di dalam inkubator bayi sudah sesuai/layak. Gambar 3.15 berikut menunjukkan alat *incubator analyzer* yang digunakan dalam pengujian suhu



Gambar 3.15 Fluke *Biomedical* INCUB II

Tabel 3.5 berikut ini menunjukkan spesifikasi dari alat pemanding yang digunakan dalam pengambilan data parameter suhu.

Tabel 3.5 Spesifikasi Fluke Biomedical INCUB II

Spesifikasi Alat

Ukuran (Tanpa Sensor)	P x L x T : 23 x 21 x 6 cm Berat : 3,9 kg
Tegangan masukan	Masukan adapter : 100 V to 240 V ac Keluaran adapter : 15 V dc
Suhu (<i>Temperature</i>)	Range : 0 °C sampai 50 °C Akurasi : $\pm 0,05$ °C, <i>Display Resolution</i> : 0,01 °C
Kelembaban (<i>Relative Humidity</i>)	Range : 0 % sampai 100 % RH Akurasi : $\pm 3\%$ RH, <i>Display resolution</i> : 0,1 % RH
Aliran Udara (<i>Airflow</i>)	Range : 0,2 – 2,0 m/s Akurasi : $\pm 0,1$ m/s, <i>Display resolution</i> : 0,01 m/s
Kebisingan (<i>Sound</i>)	Range : 30 dBA – 100 dBA Akurasi : ± 5 dBA, <i>Display resolution</i> : 0,1 dBA

3.9.2 Alat Pemanding Pengujian Kelembaban

a. Alat Pemanding

Nama : *Incubator Analyzer*
Merek : Fluke Biomedical
Model/type : *INCU II Incubator Tester*



Gambar 3.16 Fluke *Biomedical* INCU II

Incubator analyzer yang digunakan dalam pengujian pada gambar 3.16 di atas merupakan alat yang digunakan dalam pengujian kelembaban yang dimana pada alat tersebut memiliki kemampuan untuk mengukur parameter kelembaban.

Tabel 3.6 berikut ini menunjukkan spesifikasi dari alat pembanding yang digunakan dalam pengambilan data parameter kelembaban.

Tabel 3.6 Spesifikasi Fluke Biomedical INCU II

Spesifikasi Alat	
Ukuran (Tanpa Sensor)	P x L x T : 23 x 21 x 6 cm Berat : 3,9 kg
Tegangan masukan	Masukan <i>adapter</i> : 100 V to 240 V ac Keluaran <i>adapter</i> : 15 V dc
Suhu (<i>Temperature</i>)	Range : 0 °C sampai 50 °C Akurasi : $\pm 0,05$ °C, <i>Display Resolution</i> : 0,01 °C
Kelembaban (<i>Relative Humidity</i>)	Range : 0 % sampai 100 % RH Akurasi : $\pm 3\%$ RH, <i>Display resolution</i> : 0,1 % RH
Aliran Udara (<i>Airflow</i>)	Range : 0,2 – 2,0 m/s Akurasi : $\pm 0,1$ m/s, <i>Display resolution</i> : 0,01 m/s
Kebisingan (<i>Sound</i>)	Range : 30 dBA – 100 dBA Akurasi : ± 5 dBA, <i>Display resolution</i> : 0,1 dBA

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Alat *Incubator Analyzer*

4.1.1 Spesifikasi Alat

Alat *incubator analyzer* yang telah dibuat memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan oleh tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Spesifikasi Modul TA

Spesifikasi Fisik Alat	
Nama alat	<i>Incubator Analyzer</i>
Dimensi alat (Panjang x Lebar x Tinggi)	230 mm x 210 mm x 60 mm
Berat alat	1,1 kg
Material casing alat	Filamen 3d <i>print</i>
Sumber Tegangan Alat	
<i>Input</i> adapter	220 VAC <i>with</i> 50/60 Hz
<i>Output</i> adapter	12 V dc, 2 A <i>maximum</i>
<i>Rechargeable lithium-ion battery, internal</i>	
Pengukuran Sensor Alat	
Sensor Suhu	Jumlah sensor : 6 sensor NTC 10k <i>Range</i> : 15°C sampai 45°C Akurasi : ±0,5°C Resolusi : 0,05 C
Sensor Kelembaban	Jumlah sensor : 1 sensor SHT85 <i>Range</i> : 0%RH sampai 100%RH Akurasi : ± 1,5%RH Resolusi : 0,01%RH
Sensor <i>Sound Level</i>	Jumlah sensor : 1 sensor SKU:SEN0232 <i>Range</i> : 35 dB sampai 75 dB Akurasi : ± 5 dB

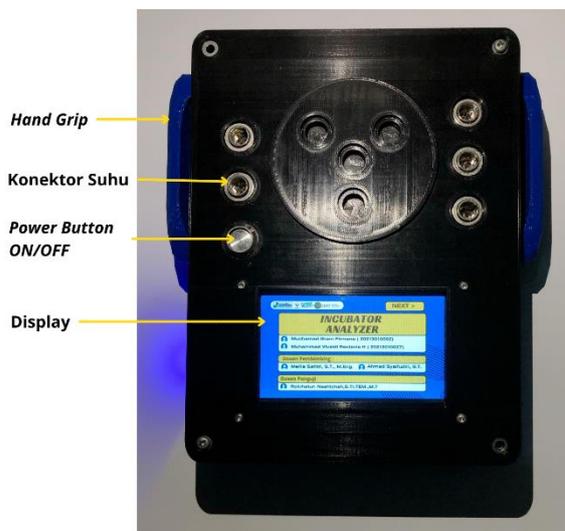
	Resolusi : 0,01 dB
Sensor Aliran Udara	Jumlah sensor : 1 sensor D6F-W01A1 Range : 0 m/s sampai 0,36 m/s Akurasi : $\pm 0,05$ m/s Resolusi : 0,01 m/s

4.1.2 Bagian-Bagian Alat

Alat *incubator analyzer* yang telah dibuat terdiri dari beberapa bagian yang berperan penting dalam pengoperasian alat. Berikut ini merupakan bagian-bagian dari alat *incubator analyzer* yang telah dibuat.

a. Alat Tampak Depan

Gambar 4.1 berikut ini merupakan bagian alat yang telah dibuat tampak dari depan.

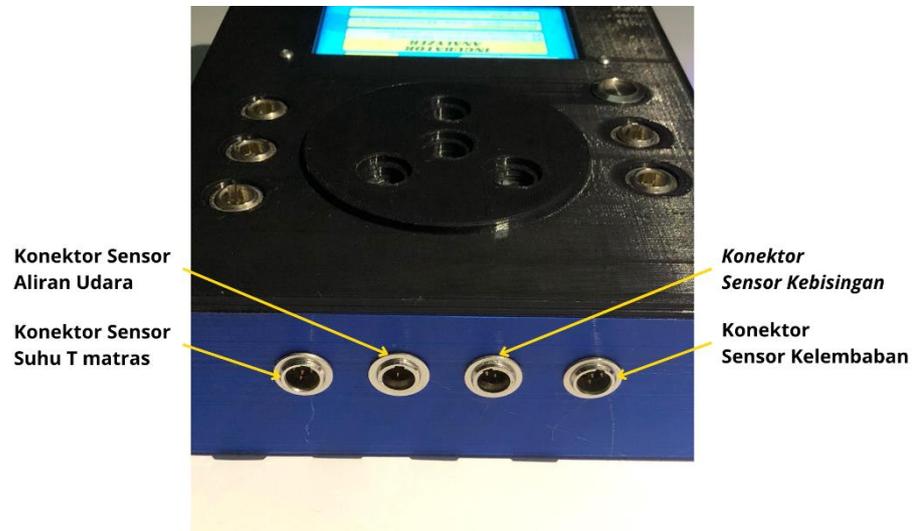


Gambar 4.1 Modul Tugas Akhir Tampak Depan

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa alat dilihat dari depan, alat terdiri dari 5 konektor sensor suhu T1-T5 berupa audio socket mini *xlr male* 10 mm 4 pin yang berfungsi untuk menghubungkan sensor suhu dengan main unit alat, *display* yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran setiap parameter serta menu pengukuran, dan *power button* yang berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan alat.

b. Alat tampak atas

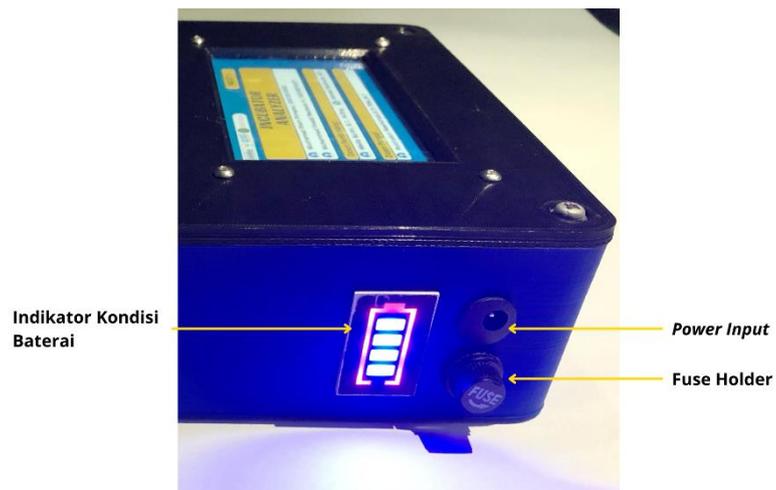
Gambar 4.2 dibawah ini menunjukkan bagian alat *incubator analyzer* yang telah dibuat tampak atas.



Gambar 4.2 Modul Tugas Akhir Tampak Atas

Pada gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa alat dilihat dari atas, alat terdiri dari 1 konektor sensor suhu T6, 1 konektor sensor kelembaban, 1 konektor sensor kebisingan, dan 1 sensor aliran udara berupa *audio socket mini xlr male* 10 mm yang berfungsi untuk menghubungkan masing masing sensor dengan *main unit* alat.

c. Alat tampak samping kanan



Gambar 4.3 Modul Tugas Akhir Tampak Samping Kanan

Gambar 4.3 diatas merupakan bagian alat yang telah dibuat tampak dari samping kanan. Pada alat bagian samping terdiri atas indikator baterai

yang berfungsi untuk mengetahui kondisi arus baterai yang tersedia, *fuse* alat yang berfungsi sebagai pengaman apabila terjadi arus yang berlebih, dan 1 konektor *input dc* yang berfungsi untuk menghubungkan masukan adapter dengan modul *charger* baterai alat.

4.2 Standar operasional prosedur alat

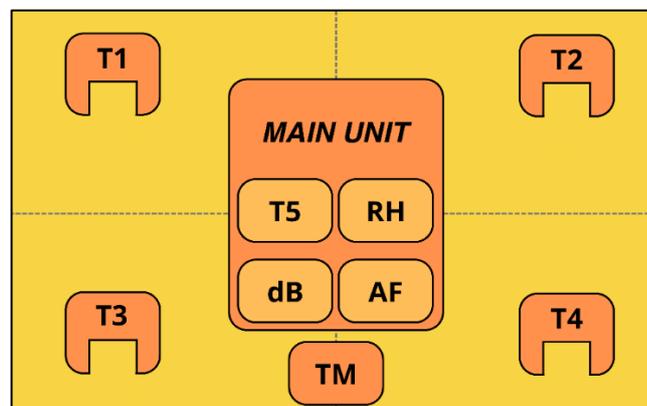
Berikut ini merupakan standar operasional prosedur alat *incubator analyzer* yang telah dibuat.

a. Persiapan Alat

1. Periksa kelengkapan probe sensor dan aksesoris tambahan lainnya
2. Pastikan kondisi baterai terisi penuh sebelum menggunakan alat

b. Pengoperasian Alat

1. Letakkan alat *incubator analyzer* pada ruang inkubator bayi
2. Pasang semua konektor sensor pada alat. Pastikan pemasangan tidak terbalik satu sama lain.
3. Tempatkan sensor diberbagai tempat. Gambar 4.4 berikut ini merupakan ilustrasi penempatan sensor.



Gambar 4.4 Ilustrasi Penempatan *Main Unit* dan Sensor Modul TA

4. Setelah semua sensor dipasang dan ditempatkan sesuai dengan tempatnya, hidupkan alat dengan cara menekan *power button* ke posisi *ON*
5. Pilih *menu* pada *menu choose a test equipment* untuk menentukan alat medis yang akan dilakukan kalibrasi.

- a) *Menu incubator* untuk melakukan pengukuran alat pada inkubator bayi
 - b) *Menu incubator transport* untuk melakukan pengukuran alat pada inkubator bayi *transport*.
 - c) *Menu application monitoring* digunakan untuk melakukan pengukuran atau monitoring dengan menggunakan aplikasi yang terhubung melalui *bluetooth* alat dengan *handphone*. Berikut ini merupakan prosedur monitoring menggunakan aplikasi :
 - 1) Lakukan *scan barcode* yang tersedia pada menu *application monitoring* untuk melakukan instal aplikasi
 - 2) Nyalakan *bluetooth* pada *handphone* dan hubungkan dengan *bluetooth* pada alat *incubator analyzer*
 - 3) Setelah terhubung, masuk pada aplikasi dan pilih *bluetooth* yang sudah terhubung pada *handphone*
 - 4) Pilih menu pengukuran yang ingin ditampilkan
6. Lakukan pengukuran sesuai dengan yang dibutuhkan.
 - a) Pilih *menu "Temperature Calibration"* untuk membaca dan menampilkan nilai suhu T1-T5 dan T Matras pada *incubator analyzer*
 - b) Pilih *menu "Airflow Calibration"* untuk membaca dan menampilkan nilai aliran udara pada *incubator analyzer*
 - c) Pilih *menu "Sound Level Calibration"* untuk membaca dan menampilkan nilai kebisingan pada *incubator analyzer*
 - d) Pilih *menu "Humidity Calibration"* untuk membaca dan menampilkan nilai kelembaban pada *incubator analyzer*
 - e) Pilih *menu "General Test Calibration"* untuk membaca dan menampilkan nilai semua parameter yang terhubung dengan *incubator analyzer*
 7. Jika proses pengukuran atau kalibrasi telah selesai, lepaskan sensor dari kabel konektor dan gulung kabel dengan baik dan benar
 8. Matikan alat dengan menekan tombol power button ke posisi *OFF*
 9. Simpan kembali alat pada tempat semula

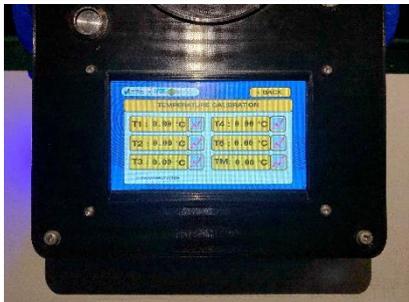
c. Pengisian baterai

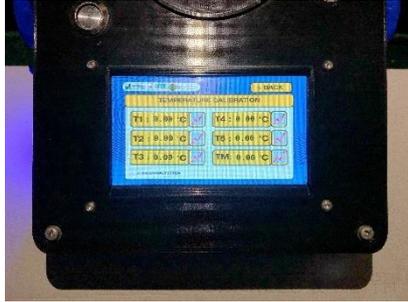
1. Hubungkan adapter dengan sumber tegangan 220 V sebagai *input* dari adapter
2. Hubungkan keluaran adapter pada dc *input* alat *incubator analyzer*

4.3 Hasil Pengujian Fungsi *Hardware* Alat

Pengujian fungsi *hardware* pada alat dilakukan untuk mengetahui kondisi fisik, fungsi komponen, dan kinerja alat sudah sesuai dengan yang dirancang sebelumnya. Pengujian fungsi *hardware* meliputi pengujian fungsi *power button* alat, *display* alat, dan pemilihan menu alat, dan indikator baterai pada alat. Tabel 4.2 berikut merupakan hasil pengujian fungsi *hardware* alat :

Tabel 4.2 Pengujian Fungsi *Hardware* Alat

No	Pengujian	Hasil pengujian yang diharapkan	Hasil yang didapatkan
1.	<i>Power button</i> ON/OFF ditekan	Ketika <i>power button</i> dalam kondisi ON maka alat hidup dengan indikator baterai bekerja dan <i>display</i> akan menampilkan tampilan awal alat	
2.	Menu <i>General Test Calibration</i> ditekan	<i>Display</i> akan menampilkan nilai suhu T1-T5, T Matras, aliran udara, kebisingan, dan kelembaban secara bersamaan	

3.	Menu <i>Temperature Calibration</i> ditekan	<i>Display</i> akan menampilkan nilai suhu T1-T5 dan T Matras dengan satuan C	
4.	Menu <i>Humidity Calibration</i> ditekan	<i>Display</i> akan menampilkan nilai kelembaban dengan satuan % RH	
5.	Menu <i>Sound Level Calibration</i> ditekan	<i>Display</i> akan menampilkan nilai kebisingan dengan satuan decibel (dB)	
6.	Menu <i>Airflow Calibration</i> ditekan	<i>Display</i> akan menampilkan nilai aliran udara dengan satuan m/s.	

4.4 Hasil Pengujian Koneksi dan Pengiriman Modul *Bluetooth*

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan antara *bluetooth* pada alat Modul TA dengan *bluetooth handphone* pada aplikasi. Pengambilan data dan pengujian koneksi pengiriman *bluetooth* dilakukan sebanyak 10 kali pada jarak 5 meter, 10 meter, dan 15 meter. Gambar 4.5 menunjukkan pengujian koneksi dan pengiriman modul *bluetooth*.



Gambar 4.5 Pengujian Koneksi dan Pengiriman Modul *Bluetooth*

4.4.1 Hasil Pengujian Koneksi dan Pengiriman Modul *Bluetooth*

a. Pengujian Koneksi dan Pengiriman *bluetooth* pada jarak 5 meter

Hasil pengujian koneksi dan pengiriman *bluetooth* pada jarak 5 meter ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Koneksi *Bluetooth* Pada Jarak 5 Meter

Jarak (Meter)	Percobaan ke-n	Status (Terkoneksi / Tidak Terkoneksi)
5	1	Terkoneksi
	2	Terkoneksi
	3	Terkoneksi
	4	Terkoneksi
	5	Terkoneksi
	6	Terkoneksi
	7	Terkoneksi
	8	Terkoneksi
	9	Terkoneksi
	10	Terkoneksi
Jumlah Koneksi Berhasil	10	
Jumlah Koneksi Gagal	0	

Dari tabel 4.3 diatas menunjukkan bahwa pengujian koneksi dan pengiriman *bluetooth* pada jarak 5 meter dapat terhubung baik tanpa adanya kegagalan koneksi. Hal ini berarti aplikasi *monitoring* dengan via *bluetooth* dapat berfungsi dengan baik pada jarak 5 meter.

b. Pengujian Koneksi dan Pengiriman *Bluetooth* pada jarak 10 meter

Hasil pengujian koneksi dan pengiriman *bluetooth* pada jarak 10 meter ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Koneksi *Bluetooth* Pada Jarak 10 Meter

Jarak (Meter)	Percobaan ke-n	Status (Terkoneksi / Tidak Terkoneksi)
10	1	Terkoneksi
	2	Terkoneksi
	3	Terkoneksi
	4	Terkoneksi
	5	Terkoneksi
	6	Terkoneksi
	7	Terkoneksi
	8	Terkoneksi
	9	Terkoneksi
	10	Terkoneksi
Jumlah Koneksi Berhasil	10	
Jumlah Koneksi Gagal	0	

Dari tabel 4.4 diatas menunjukkan bahwa pengujian koneksi dan pengiriman *bluetooth* pada jarak 10 meter dalam 10 kali pengambilan data dapat terkoneksi dengan baik sebanyak 10 kali dan tanpa adanya kegagalan dalam proses pengujian *bluetooth*. Hal ini menandakan bahwa aplikasi *monitoring* via *bluetooth* dapat berfungsi dengan baik pada jarak 10 meter pada ruangan terbuka tanpa halangan.

c. Pengujian koneksi dan Pengiriman *Bluetooth* pada jarak 15 meter

Hasil pengujian koneksi dan pengiriman *bluetooth* pada jarak 15 meter ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Koneksi *Bluetooth* Pada Jarak 15 Meter

Jarak (Meter)	Percobaan ke-n	Status (Terkoneksi / Tidak Terkoneksi)
15	1	Tidak Terkoneksi
	2	Terkoneksi
	3	Tidak Terkoneksi
	4	Tidak Terkoneksi
	5	Terkoneksi
	6	Terkoneksi
	7	Tidak Terkoneksi
	8	Tidak Terkoneksi
	9	Terkoneksi
	10	Terkoneksi
Jumlah Koneksi Berhasil	5	
Jumlah Koneksi Gagal	5	

Dari tabel 4.5 diatas menunjukkan bahwa pengujian koneksi dan pengiriman *bluetooth* pada jarak 15 meter dalam 10 kali pengambilan data dapat terkoneksi dengan baik sebanyak 5 kali dan terdapat kegagalan sebanyak 5 kali dalam proses pengujian *bluetooth*. Hal ini menandakan bahwa aplikasi *monitoring* via *bluetooth* dapat berfungsi akan tetapi tidak dapat bekerja secara maksimal dalam penggunaannya.

4.4.2 Analisis Hasil Pengujian Koneksi dan Pengiriman *Bluetooth*

Pengujian koneksi dan pengiriman *bluetooth* dilakukan di ruangan terbuka tanpa halangan dengan memperhatikan jarak antara modul TA dengan *handphone* yang saling terkoneksi dengan *bluetooth* pada 5 meter, 10 meter, dan 15 meter. Untuk mendapatkan hasil secara keseluruhan dapat dengan melakukan perhitungan jumlah

koneksi yang berhasil pada masing masing kondisi jarak terlebih dahulu. Tabel 4.6 berikut ini menunjukkan hasil pengujian secara keseluruhan.

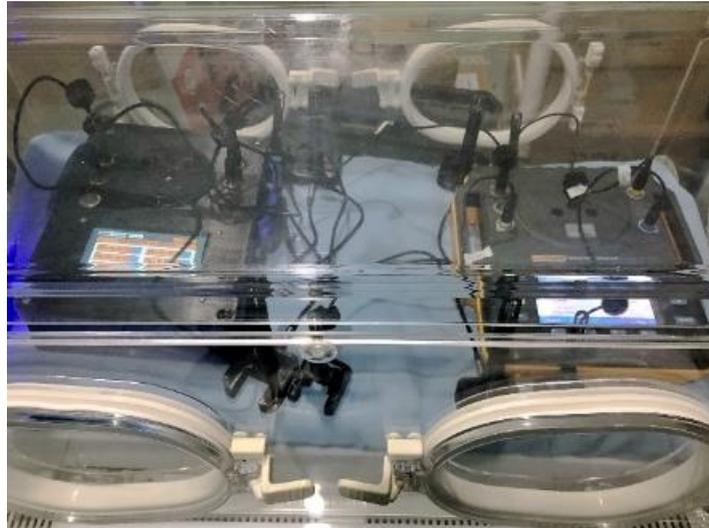
Tabel 4.6 Nilai Rata-Rata Pengujian Koneksi *Bluetooth*

Jarak (meter)	Jumlah Koneksi Berhasil	Jumlah Koneksi Gagal
5	10	0
10	10	0
15	5	5

Dari tabel 4.6 dapat dilihat bahwa pada jarak 5 meter dan 10 meter tidak memiliki kegagalan selama 10 kali pengujian dan pada jarak 15 meter memiliki kegagalan koneksi sebanyak 5 kali selama 10 kali pengujian. Hal ini dapat menunjukkan koneksi dan pengiriman data alat modul TA dapat berfungsi dengan baik jika dioperasikan di ruangan terbuka dan sesuai dengan spesifikasi HC-05 yang efektif bekerja pada *range* 10 meter. Sementara itu, pada jarak 15 meter, aplikasi *handphone* dengan via *Bluetooth* tidak dapat bekerja secara maksimal dalam penggunaannya.

4.4 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui kinerja terhadap alat pembanding dengan melihat nilai MAPE yang dihasilkan pada alat. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui keakurasian dan kepresisian sensor suhu yang digunakan pada alat *incubator analyzer* yang telah dibuat. Pengujian keakurasian pengukuran nilai suhu pada alat yang telah dibuat dilakukan menggunakan inkubator untuk menghasilkan nilai suhu yang dibutuhkan lalu dilakukan perbandingan hasil pengukuran nilai kebisingan alat *incubator analyzer* yang telah dibuat dengan hasil pengukuran kebisingan alat pembanding. Alat pembanding yang digunakan pada pengujian sensor suhu berupa sensor suhu biomedical INCU II. Pengambilan data dilakukan sebanyak 20 kali dalam waktu 20 menit pada masing masing kondisi yaitu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Gambar 4.6 menunjukkan pengujian suhu di dalam inkubator.



Gambar 4.6 Pengujian Suhu Pada Inkubator

4.4.1 Hasil Pengujian Kesesuaian Suhu

a. Pengukuran Suhu T1

Sensor suhu T1 merupakan modul rangkaian sensor suhu yang ditempatkan pada bagian sisi kiri atas pada matras inkubator bayi. Pengujian dan pengambilan data sensor suhu T1 dilakukan pada suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, 37°C. Dibawah ini merupakan hasil dari pengujian sensor suhu T1.

1. Pengukuran Pada Suhu 32 °C

Hasil pengujian sensor suhu T1 pada *setting* suhu 32°C ditunjukkan pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 32°C

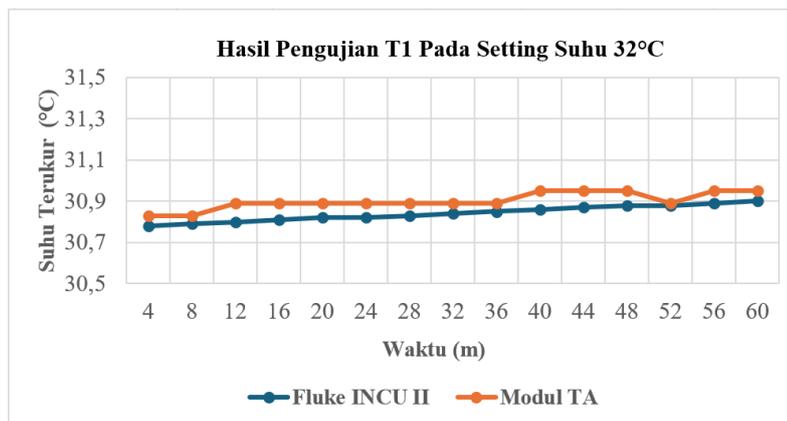
No	<i>Display</i> Pemanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	30,78	30,83
2	30,79	30,83
3	30,8	30,89
4	30,81	30,89
5	30,82	30,89
6	30,82	30,89
7	30,83	30,89

8	30,84	30,89
9	30,85	30,89
10	30,86	30,95
11	30,87	30,95
12	30,88	30,95
13	30,88	30,89
14	30,89	30,95
15	30,9	30,95
Rata-rata	30,841	30,902
Standar Deviasi	0,037	0,040
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,060	
MAPE (%)	0,196	

Tabel 4.7 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T1 di kondisi 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 30,902°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 30,841°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul ta dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,060°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,196%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,040 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,037. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T1 modul TA 0,010 dan nilai alat

pembandingan 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembandingan memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembandingan.



Gambar 4.7 Pengujian T1 Pada *Setting* Suhu 32°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.7 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembandingan dengan modul TA pada T1 di suhu *setting* 32°C. Gambar 4.7 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembandingan dengan modul TA pada suhu 32°C

2. Pengukuran Pada Suhu 33 °C

Hasil pengujian sensor suhu T1 pada *setting* suhu 33°C ditunjukkan pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 33°C

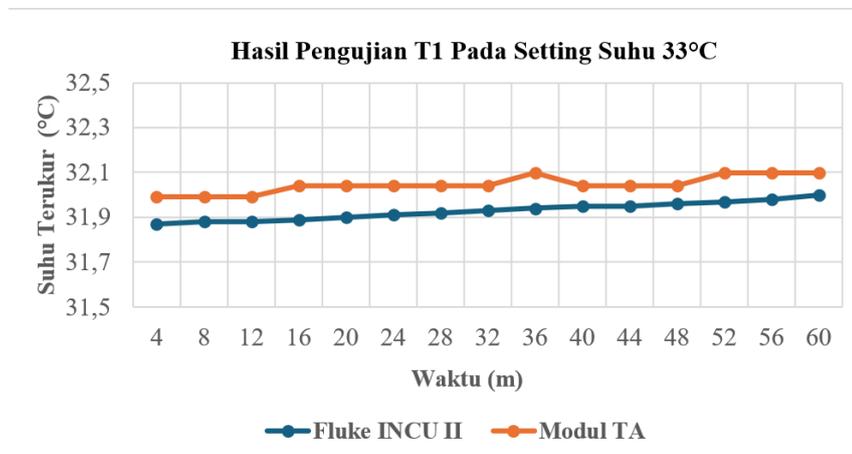
No	<i>Display</i> Pembandingan (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	31,87	31,99
2	31,88	31,99
3	31,88	31,99
4	31,89	32,04
5	31,9	32,04
6	31,91	32,04
7	31,92	32,04
8	31,93	32,04

9	31,94	32,1
10	31,95	32,04
11	31,95	32,04
12	31,96	32,04
13	31,97	32,1
14	31,98	32,1
15	32	32,1
Rata-rata	31,928	32,046
Standar Deviasi	0,039	0,038
Ketidakpastian	0,010	0,010
Koreksi (°C)	0,117	
MAPE (%)	0,367	

Tabel 4.8 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T1 di kondisi 33°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 32,046°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 31,928°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul ta dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,117°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,367%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,038 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,039. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T1 modul TA 0,010 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat

pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.8 Pengujian T1 Pada *Setting* Suhu 33°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.8 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T1 di suhu *setting* 33°C. Gambar 4.8 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 33°C

3. Pengukuran Pada Suhu 34 °C

Hasil pengujian sensor suhu T1 pada *setting* suhu 34°C ditunjukkan pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 34°C

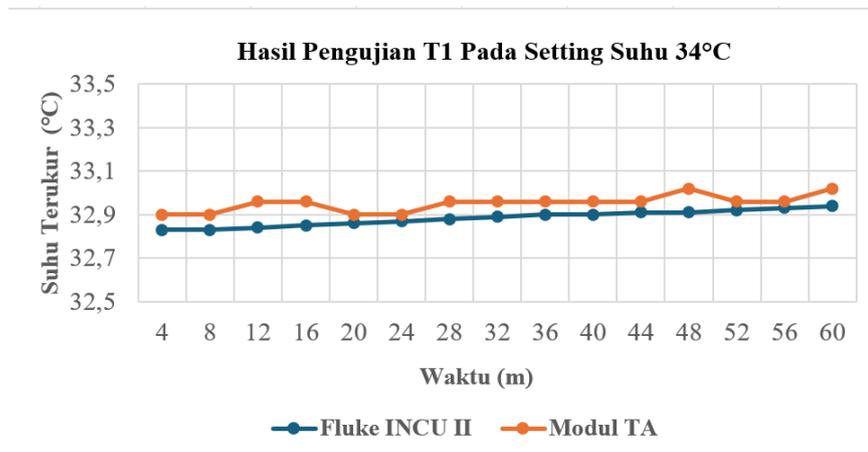
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	32,83	32,9
2	32,83	32,9
3	32,84	32,96
4	32,85	32,96
5	32,86	32,9
6	32,87	32,9
7	32,88	32,96
8	32,89	32,96

9	32,9	32,96
10	32,9	32,96
11	32,91	32,96
12	32,91	33,02
13	32,92	32,96
14	32,93	32,96
15	32,94	33,02
Rata-rata	32,884	32,952
Standar Deviasi	0,036	0,038
Ketidakpastian	0,009	0,009
Koreksi (°C)	0,068	
MAPE (%)	0,206	

Tabel 4.9 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T1 di kondisi 34°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul ta memiliki rata-rata pembacaan 32,952°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 32,884°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul ta dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,068°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,206%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,038 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,036. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T1 modul ta 0,009 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat

pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.9 Pengujian T1 Pada *Setting* Suhu 34°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.9 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T1 di suhu *setting* 34°C. Gambar 4.9 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 34°C

4. Pengukuran Pada Suhu 35 °C

Hasil pengujian sensor suhu T1 pada *setting* suhu 35°C ditunjukkan pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 35°C

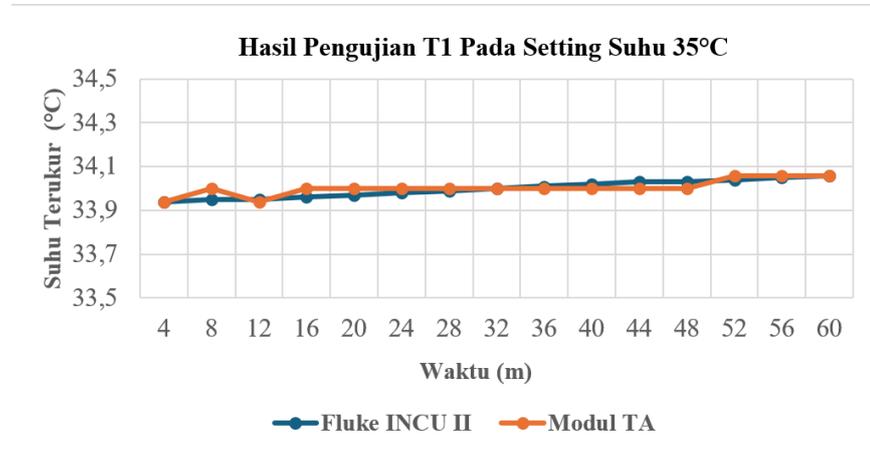
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	33,94	33,94
2	33,95	34
3	33,95	33,94
4	33,96	34
5	33,97	34
6	33,98	34
7	33,99	34
8	34	34

9	34,01	34
10	34,02	34
11	34,03	34
12	34,03	34
13	34,04	34,06
14	34,05	34,06
15	34,06	34,06
Rata-rata	33,998	34,004
Standar Deviasi	0,039	0,035
Ketidakpastian	0,010	0,009
Koreksi (°C)	0,005	
MAPE (%)	0,015	

Tabel 4.10 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T1 di kondisi 35°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 34,004°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 33,998°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,005°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,015%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,035 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,039. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T1 modul TA 0,009 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat

pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.10 Pengujian T1 Pada *Setting* Suhu 35°C

Gambar 4.10 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 35°C. Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.10 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T1 di suhu *setting* 35°C

5. Pengukuran Pada Suhu 36 °C

Hasil pengujian sensor suhu T1 pada *setting* suhu 36°C ditunjukkan pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 36°C

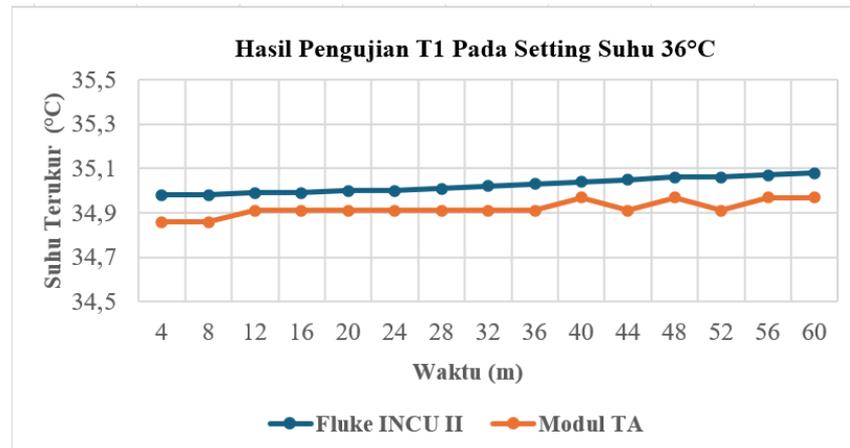
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	34,98	34,86
2	34,98	34,86
3	34,99	34,91
4	34,99	34,91
5	35	34,91
6	35	34,91
7	35,01	34,91

8	35,02	34,91
9	35,03	34,91
10	35,04	34,97
11	35,05	34,91
12	35,06	34,97
13	35,06	34,91
14	35,07	34,97
15	35,08	34,97
Rata-rata	35,024	34,919
Standar Deviasi	0,034	0,035
Ketidakpastian	0,008	0,009
Koreksi (°C)	0,104	
MAPE (%)	0,298	

Tabel 4.11 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T1 di kondisi 36°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 34,919°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 35,024°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,104°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,298%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,035 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,034. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T1 modul TA 0,009 dan nilai alat

pembandingan 0,008. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembandingan memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembandingan.



Gambar 4.11 Pengujian T1 Pada *Setting* Suhu 36°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.11 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembandingan dengan modul TA pada T1 di suhu *setting* 36°C. Gambar 4.11 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembandingan dengan modul TA pada suhu 36°C

6. Pengukuran Pada Suhu 37 °C

Hasil pengujian sensor suhu T1 pada *setting* suhu 37°C ditunjukkan pada tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian T1 Pada Suhu 37°C

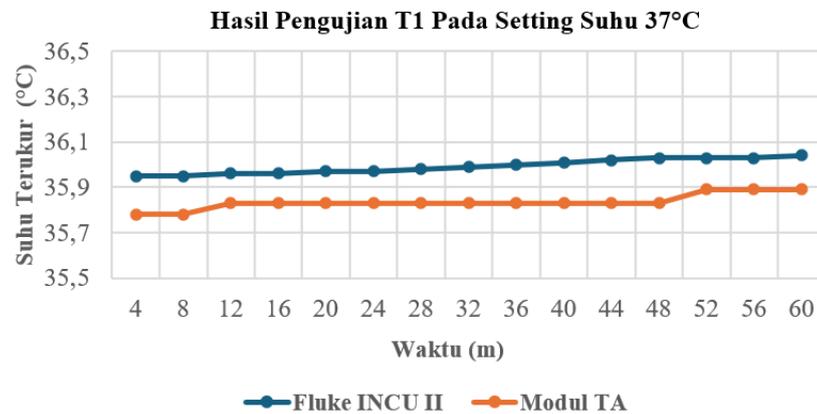
No	<i>Display</i> Pembandingan (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	35,95	35,78
2	35,95	35,78
3	35,96	35,83
4	35,96	35,83
5	35,97	35,83
6	35,97	35,83
7	35,98	35,83

8	35,99	35,83
9	36	35,83
10	36,01	35,83
11	36,02	35,83
12	36,03	35,83
13	36,03	35,89
14	36,03	35,89
15	36,04	35,89
Rata-rata	35,992	35,835
Standar Deviasi	0,032	0,033
Ketidakpastian	0,008	0,008
Koreksi (°C)	0,157	
MAPE (%)	0,437	

Tabel 4.12 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T1 di kondisi 37°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 35,835°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 35,992°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,157°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,437%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,033 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,032. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T1 modul TA 0,008 dan nilai alat

pembandingan 0,008. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembandingan memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembandingan.



Gambar 4.12 Pengujian T1 Pada *Setting* Suhu 37°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.12 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembandingan dengan modul TA pada T1 di suhu *setting* 37°C. Gambar 4.12 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembandingan dengan modul TA pada suhu 37°C

Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai suhu T1 dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi *setting* suhu terlebih dahulu. Tabel 4.13 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE nilai suhu T1.

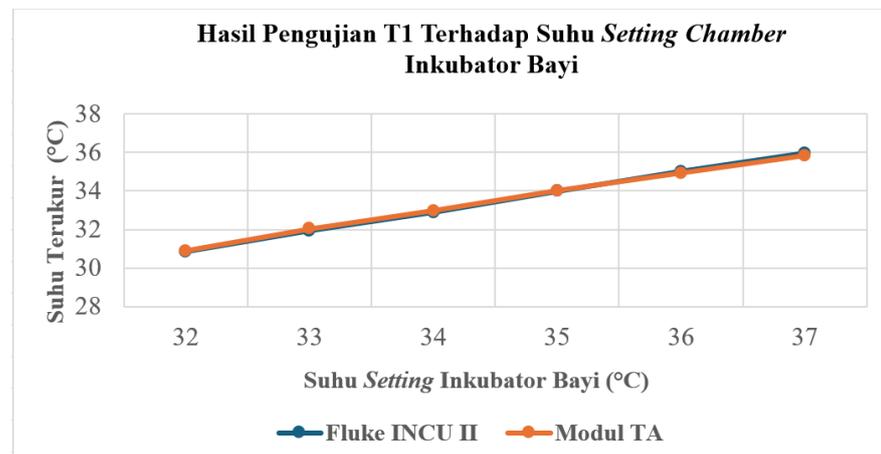
Tabel 4.13 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T1

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata rata Alat Pembandingan (°C)	Rata-Rata modul TA (°C)	Koreksi (°C)	MAPE (%)
32	30,841	30,902	0,060	0,196
33	31,929	32,046	0,117	0,367
34	32,907	32,976	0,068	0,206
35	33,998	34	0,005	0,015
36	35,024	34,919	0,104	0,298
37	35,979	35,828	0,157	0,437

Rata-Rata	0,085	0,253
-----------	-------	-------

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rata-rata MAPE keseluruhan sebesar 0,253% dengan rata-rata koreksi keseluruhan sebesar 0,085°C. nilai MAPE tertinggi didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 37°C sebesar 0,437% dengan koreksi pembacaan 0,157°C. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 35°C sebesar 0,015% dengan koreksi pembacaan 0,005°C. Hal ini menunjukkan MAPE pada pengujian suhu masih dalam toleransi sebesar $\pm 1,5^\circ\text{C}$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Gambar 4.13 berikut menunjukkan hubungan antara suhu *setting* inkubator bayi dengan suhu yang terukur pada T1 Modul TA dengan alat pembanding.



Gambar 4.13 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T1

Tabel 4.14 berikut ini merupakan rata-rata nilai standar deviasi modul TA dengan alat pembanding Sensor Suhu T1

Tabel 4.14 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T1

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pembeding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA
32	0,037	0,040
33	0,039	0,038
34	0,036	0,038
35	0,039	0,035
36	0,034	0,035
37	0,032	0,033
Rata-Rata	0,036	0,037

Pada data tabel diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pembeding 0,036 sedangkan rata-rata standar deviasi pada modul TA 0,037. Hal ini menunjukkan bahwa nilai standar deviasi antara alat pembeding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan modul TA sudah menghasilkan variasi pengukuran yang rendah pada kondisi suhu *setting* tertentu.

Tabel 4.15 dibawah ini merupakan rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pembeding

Tabel 4.15 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T1

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Ketidakpastian Alat Pembeding	Rata-Rata Ketidakpastian modul TA
32	0,009	0,010
33	0,010	0,010
34	0,009	0,009
35	0,010	0,009
36	0,008	0,009
37	0,008	0,008
Rata-Rata	0,009	0,009

Pada tabel 4.15 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding sebesar 0,009 dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA sebesar 0,009. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian pengukuran antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding dan memiliki nilai akurasi pengukuran yang cukup tinggi.

b. Pengukuran Suhu T2

Sensor suhu T2 merupakan modul rangkaian sensor suhu yang ditempatkan pada bagian sisi kanan atas pada matras inkubator bayi. Pengujian dan pengambilan data sensor suhu T2 dilakukan pada suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Dibawah ini merupakan hasil dari pengujian sensor suhu T2.

1. Pengukuran Pada Suhu 32 °C

Hasil pengujian sensor suhu T2 pada *setting* suhu 32°C ditunjukkan pada tabel 4.15 berikut.

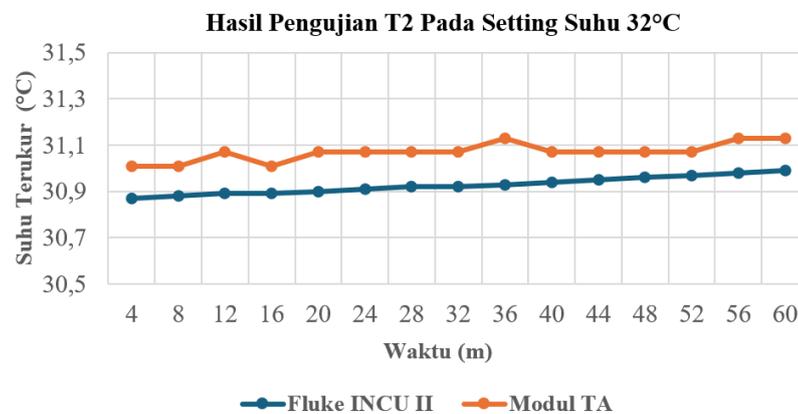
Tabel 4.16 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 32°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	30,87	31,01
2	30,88	31,01
3	30,89	31,07
4	30,89	31,01
5	30,9	31,07
6	30,91	31,07
7	30,92	31,07
8	30,92	31,07
9	30,93	31,13
10	30,94	31,07
11	30,95	31,07

12	30,96	31,07
13	30,97	31,07
14	30,98	31,13
15	30,99	31,13
Rata-rata	30,926	31,07
Standar Deviasi	0,035	0,039
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,143	
MAPE (%)	0,463	

Tabel 4.16 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T2 di kondisi 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 31,07°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 30,926°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,143°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,463%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T2 modul TA 0,039 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,035. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T2 modul ta 0,010 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.14 Pengujian T2 Pada *Setting* Suhu 32°C

Gambar 4.14 diatas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 32°C. Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.16 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T2 di suhu *setting* 32°C.

2. Pengukuran Pada Suhu 33 °C

Hasil pengujian sensor suhu T2 pada *setting* suhu 33°C ditunjukkan pada tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 33°C

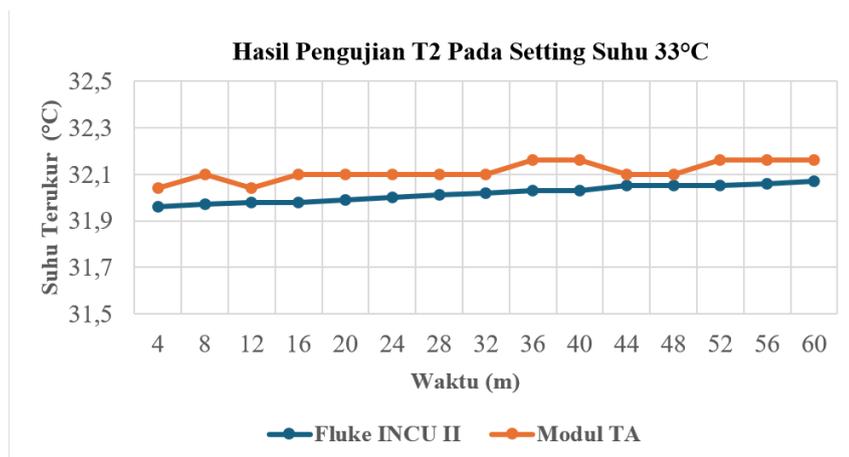
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	31,96	32,04
2	31,97	32,1
3	31,98	32,04
4	31,98	32,1
5	31,99	32,1
6	32	32,1
7	32,01	32,1
8	32,02	32,1
9	32,03	32,16
10	32,03	32,16

11	32,05	32,1
12	32,05	32,1
13	32,05	32,16
14	32,06	32,16
15	32,07	32,16
Rata-rata	32,016	32,112
Standar Deviasi	0,035	0,040
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,095	
MAPE (%)	0,297	

Tabel 4.17 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T2 di kondisi 33°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 32,112°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 32,016°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,095°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,297%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T2 modul TA 0,040 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,035. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T2 modul TA 0,010 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.17 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T2 di suhu *setting* 33°C. Gambar 4.15 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 33°C.



Gambar 4.15 Pengujian T2 Pada *Setting* Suhu 33°C

3. Pengukuran Pada Suhu 34 °C

Hasil pengujian sensor suhu T2 pada *setting* suhu 34°C ditunjukkan pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 34°C

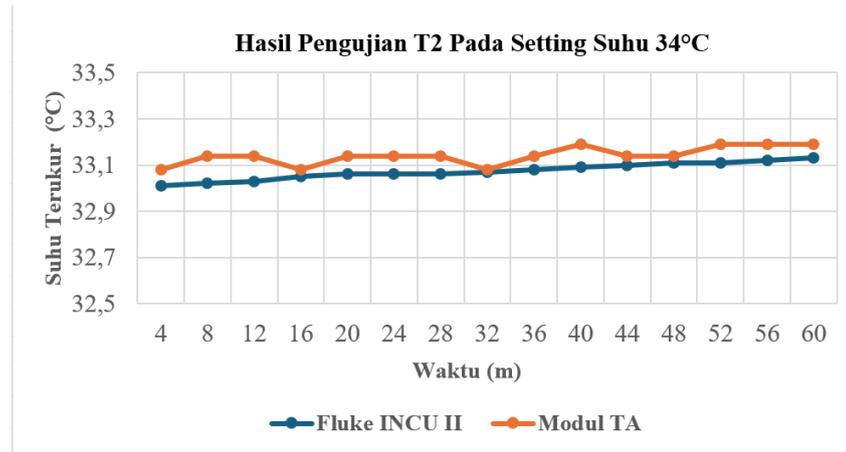
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	33,01	33,08
2	33,02	33,14
3	33,03	33,14
4	33,05	33,08
5	33,06	33,14
6	33,06	33,14
7	33,06	33,14
8	33,07	33,08
9	33,08	33,14
10	33,09	33,19

11	33,1	33,14
12	33,11	33,14
13	33,11	33,19
14	33,12	33,19
15	33,13	33,19
Rata-rata	33,073	33,141
Standar Deviasi	0,036	0,038
Ketidakpastian	0,009	0,009
Koreksi (°C)	0,068	
MAPE (%)	0,205	

Tabel 4.18 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T2 di kondisi 34°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 33,141°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 33,073°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,068°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,205%.MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T2 modul TA 0,038 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,036. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T2 modul TA 0,009 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.18 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T2 di suhu *setting* 34°C. Gambar 4.16 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 34°C



Gambar 4.16 Pengujian T2 Pada *Setting* Suhu 34°C

4. Pengukuran Pada Suhu 35 °C

Hasil pengujian sensor suhu T2 pada *setting* suhu 35°C ditunjukkan pada tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 35°C

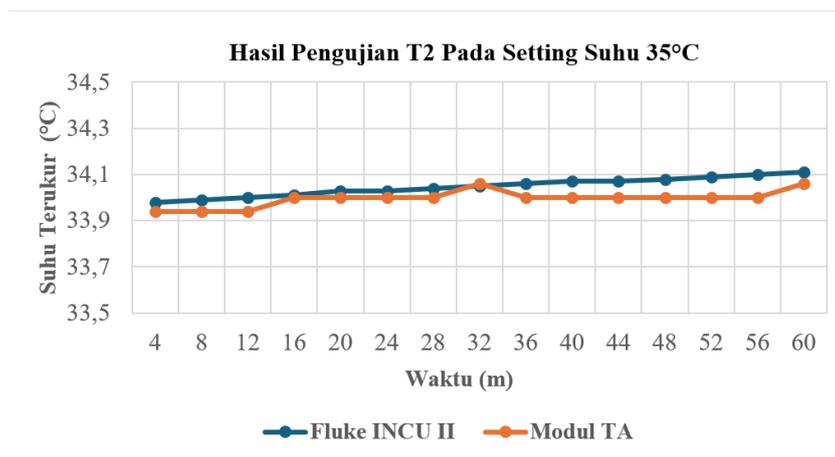
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	33,98	33,94
2	33,99	33,94
3	34	33,94
4	34,01	34
5	34,03	34
6	34,03	34
7	34,04	34
8	34,05	34,06
9	34,06	34
10	34,07	34

11	34,07	34
12	34,08	34
13	34,09	34
14	34,1	34
15	34,11	34,06
Rata-rata	34,047	33,996
Standar Deviasi	0,040	0,035
Ketidakpastian	0,010	0,009
Koreksi (°C)	0,051	
MAPE (%)	0,150	

Tabel 4.19 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T2 di kondisi 35°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 33,996°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 34,047°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,051°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,150%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T2 modul TA 0,035 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,040. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T2 modul TA 0,009 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.19 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T2 di suhu *setting* 35°C. Gambar 4.17 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 35°C



Gambar 4.17 Pengujian T2 Pada *Setting* Suhu 35°C

5. Pengukuran Pada Suhu 36 °C

Hasil pengujian sensor suhu T2 pada *setting* suhu 36°C ditunjukkan pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 36°C

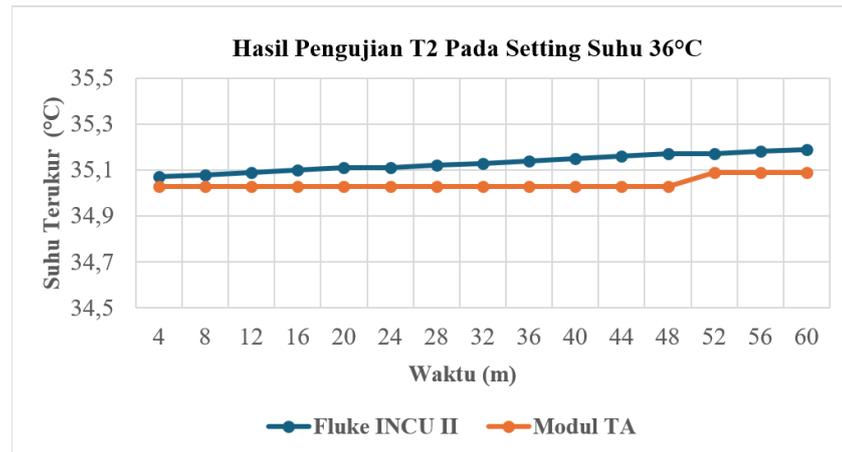
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	35,07	35,03
2	35,08	35,03
3	35,09	35,03
4	35,1	35,03
5	35,11	35,03
6	35,11	35,03
7	35,12	35,03
8	35,13	35,03
9	35,14	35,03
10	35,15	35,03

11	35,16	35,03
12	35,17	35,03
13	35,17	35,09
14	35,18	35,09
15	35,19	35,09
Rata-rata	35,131	35,042
Standar Deviasi	0,037	0,024
Ketidakpastian	0,009	0,006
Koreksi (°C)	0,089	
MAPE (%)	0,254	

Tabel 4.20 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T2 di kondisi 36°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 35,042°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 35,131°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,089°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,254%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T2 modul TA 0,024 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,037. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T2 modul TA 0,006 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul ta dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.20 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T2 di suhu *setting* 36°C. Gambar 4.18 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 36°C



Gambar 4.18 Pengujian T2 Pada *Setting* Suhu 36°C

6. Pembacaan Pada Suhu 37 °C

Hasil pengujian sensor suhu T2 pada *setting* suhu 37°C ditunjukkan pada tabel 4.21 berikut.

Tabel 4.21 Hasil Pengujian T2 Pada Suhu 37°C

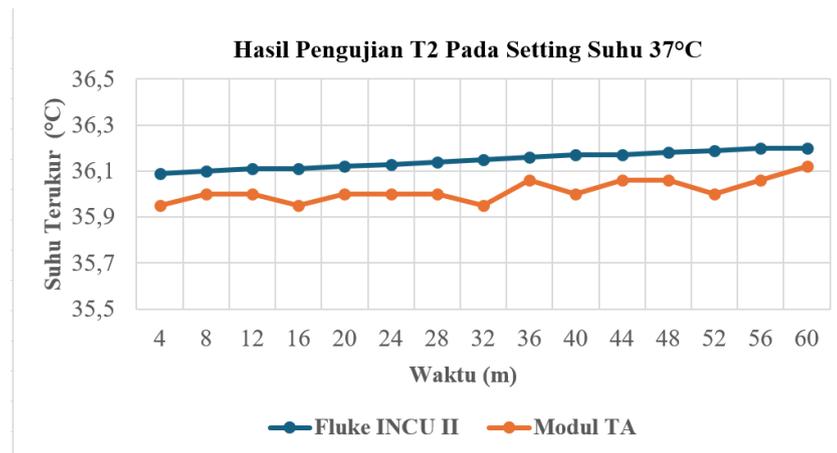
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	36,09	35,95
2	36,1	36
3	36,11	36
4	36,11	35,95
5	36,12	36
6	36,13	36
7	36,14	36
8	36,15	35,95
9	36,16	36,06
10	36,17	36

11	36,17	36,06
12	36,18	36,06
13	36,19	36
14	36,2	36,06
15	36,2	36,12
Rata-rata	36,148	36,014
Standar Deviasi	0,036	0,048
Ketidakpastian	0,009	0,012
Koreksi (°C)	0,134	
MAPE (%)	0,370	

Tabel 4.21 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T2 di kondisi 37°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 36,014°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 36,148°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,134°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,370%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T2 modul TA 0,048 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,036. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T2 modul TA 0,012 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.21 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T2 di suhu *setting* 37°C. Gambar 4.19 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 37°C



Gambar 4.19 Pengujian T2 Pada *Setting* Suhu 37°C

Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai suhu T2 dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi setting suhu terlebih dahulu. Tabel 4.21 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE nilai suhu T2.

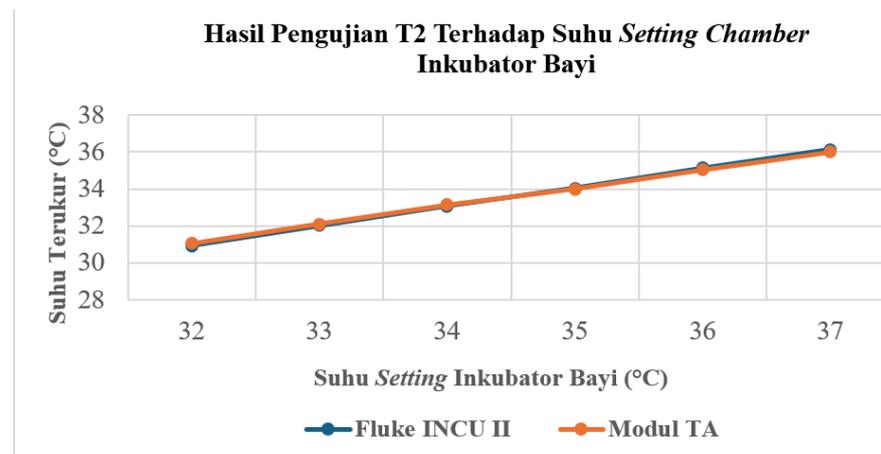
Tabel 4.22 Hasil Rata-Rata,Koreksi, dan MAPE Sensor T2

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata rata Alat Pembanding (°C)	Rata-Rata modul TA (°C)	Koreksi (°C)	MAPE (%)
32	30,926	31,07	0,143	0,463
33	32,016	32,112	0,095	0,297
34	33,073	33,141	0,068	0,205
35	34,047	33,996	0,051	0,150
36	35,131	35,042	0,089	0,254
37	36,148	36,014	0,134	0,370
Rata-Rata			0,096	0,290

Dari tabel 4.22 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata MAPE keseluruhan sebesar 0,290% dengan rata-rata koreksi keseluruhan sebesar

0,096°C. Nilai MAPE tertinggi didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 37°C sebesar 0,370% dengan koreksi pembacaan 0,134°C. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 35°C sebesar 0,015% dengan koreksi pembacaan 0,134°C. Hal ini menunjukkan MAPE pada pengujian suhu masih dalam toleransi sebesar $\pm 1,5^\circ\text{C}$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Gambar 4.20 berikut menunjukkan hubungan antara suhu *setting* inkubator bayi dengan suhu yang terukur pada T1 Modul TA dengan alat pembanding.



Gambar 4.20 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T2

Selain nilai MAPE dan koreksi perbandingan, pada pengujian ini juga dapat dianalisis nilai perhitungan standar deviasi untuk menilai variasi data pengukuran dan juga perhitungan ketidakpastian pengukuran pada modul TA dan alat pembanding. Tabel 4.23 berikut ini adalah tabel yang menunjukkan nilai rata-rata standar deviasi modul TA dengan alat pembanding

Tabel 4.23 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T2

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pemanding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA
32	0,037	0,039
33	0,035	0,040
34	0,037	0,038
35	0,040	0,035
36	0,037	0,024
37	0,036	0,048
Rata-Rata	0,040	0,041

Pada data tabel 4.23 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pemanding 0,040 sedangkan rata-rata standar deviasi pada modul TA 0,041. Hal ini menunjukkan bahwa nilai standar deviasi antara alat pemanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan modul TA sudah menghasilkan variasi pengukuran yang rendah pada kondisi suhu *setting* tertentu.

Tabel 4.24 berikut ini merupakan nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pemanding.

Tabel 4.24 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T2

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Ketidakpastian Alat Pemanding	Rata-Rata Ketidakpastian modul TA
32	0,009	0,010
33	0,009	0,010
34	0,009	0,009
35	0,010	0,009
36	0,009	0,006
37	0,009	0,012
Rata-Rata	0,010	0,024

Pada tabel 4.24 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding sebesar 0,010 dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA sebesar 0,024. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian pengukuran antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding dan memiliki nilai akurasi pengukuran yang cukup tinggi.

c. Pengukuran Suhu T3

Sensor suhu T3 merupakan modul rangkaian sensor suhu yang ditempatkan pada bagian sisi kiri bawah pada matras inkubator bayi. Pengujian dan pengambilan data sensor suhu T3 dilakukan pada suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Dibawah ini merupakan hasil dari pengujian sensor suhu T3.

1. Pengukuran Pada Suhu 32 °C

Hasil pengujian sensor suhu T3 pada *setting* suhu 32°C ditunjukkan pada tabel 4.25 berikut.

Tabel 4.25 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 32°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	30,95	31,07
2	30,96	31,07
3	30,96	31,07
4	30,97	31,07
5	30,98	31,13
6	31	31,07
7	31	31,13
8	31,01	31,13
9	31,03	31,13
10	31,03	31,18
11	31,04	31,18
12	31,05	31,13

13	31,06	31,13
14	31,07	31,18
15	31,08	31,18
Rata-rata	31,012	31,123
Standar Deviasi	0,042	0,044
Ketidakpastian	0,011	0,011
Koreksi (°C)	0,110	
MAPE (%)	0,356	

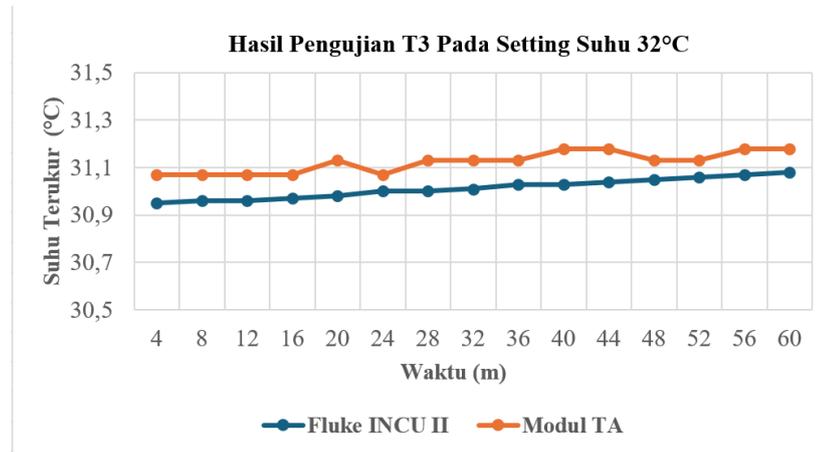
Tabel 4.25 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T3 di kondisi 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 31,123°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 31,012°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,110°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,356%.

MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,044 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,042. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T3 modul ta 0,011 dan nilai alat pembanding 0,011. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.25 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan

antara alat pembanding dengan modul TA pada T3 di suhu setting 32°C. Gambar 4.21 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 32°C



Gambar 4.21 Pengujian T3 Pada *Setting* Suhu 32°C

2. Pengukuran Pada Suhu 33 °C

Hasil pengujian sensor suhu T3 pada *setting* suhu 33°C ditunjukkan pada tabel 4.26 berikut.

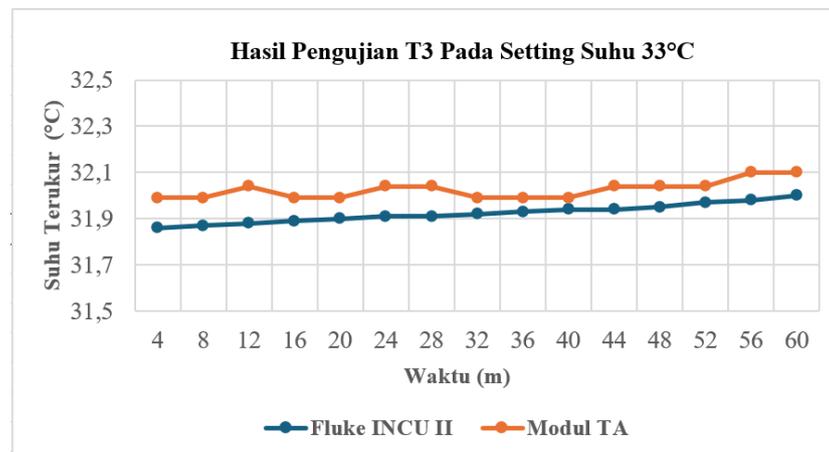
Tabel 4.26 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 33°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	31,86	31,99
2	31,87	31,99
3	31,88	32,04
4	31,89	31,99
5	31,9	31,99
6	31,91	32,04
7	31,91	32,04
8	31,92	31,99
9	31,93	31,99
10	31,94	31,99
11	31,94	32,04
12	31,95	32,04

13	31,97	32,04
14	31,98	32,1
15	32	32,1
Rata-rata	31,923	32,024
Standar Deviasi	0,040	0,038
Ketidakpastian	0,010	0,010
Koreksi (°C)	0,101	
MAPE (%)	0,317	

Tabel 4.26 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T3 di kondisi 33°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 32,024°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 31,923°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,101°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,317%.

MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C. Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T3 modul TA 0,038 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,040. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T3 modul TA 0,010 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.22 Pengujian T3 Pada *Setting* Suhu 33°C

Gambar 4.22 diatas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 32°C. Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.26 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T3 di suhu *setting* 33°C.

3. Pengukuran Pada Suhu 34 °C

Hasil pengujian sensor suhu T3 pada *setting* suhu 34°C ditunjukkan pada tabel 4.27 berikut.

Tabel 4.27 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 34°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	32,99	33,08
2	33	33,08
3	33,01	33,14
4	33,01	33,14
5	33,02	33,08
6	33,03	33,14
7	33,05	33,14
8	33,06	33,14
9	33,07	33,08
10	33,08	33,14

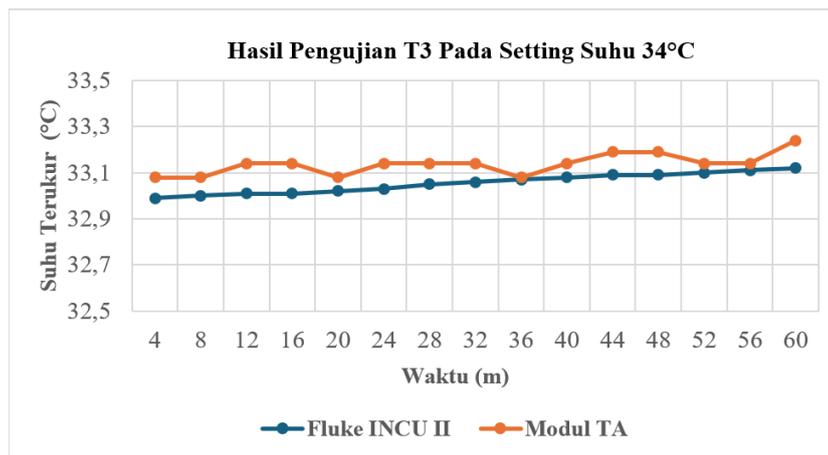
11	33,09	33,19
12	33,09	33,19
13	33,1	33,14
14	33,11	33,14
15	33,12	33,24
Rata-rata	33,055	33,137
Standar Deviasi	0,041	0,045
Ketidakpastian	0,010	0,011
Koreksi (°C)	0,082	
MAPE (%)	0,248	

Tabel 4.27 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T3 di kondisi 34°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 33,137°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 33,055°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,082°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,248%.

MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,045 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,041. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T3 modul TA 0,011 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.27 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T3 di suhu *setting* 34°C. Gambar 4.23 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 34°C



Gambar 4.23 Pengujian T3 Pada *Setting* Suhu 34°C

4. Pengukuran Pada Suhu 35 °C

Hasil pengujian sensor suhu T3 pada *setting* suhu 35°C ditunjukkan pada tabel 4.28 berikut.

Tabel 4.28 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 35°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	33,87	33,88
2	33,88	33,88
3	33,88	33,94
4	33,89	33,94
5	33,9	33,94
6	33,91	33,94
7	33,92	34
8	33,93	34
9	33,94	34
10	33,94	33,94

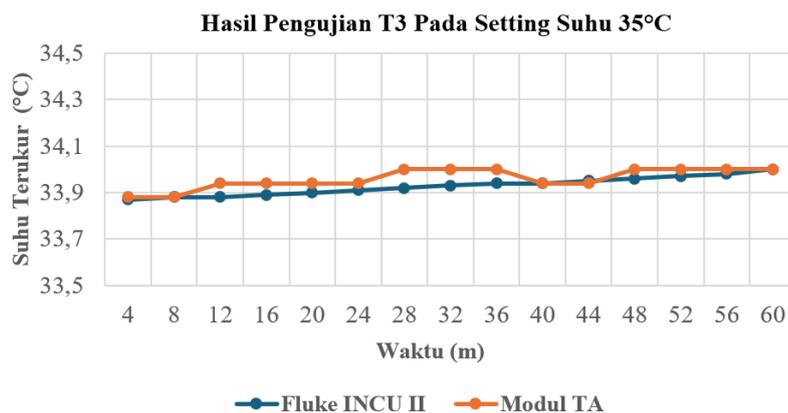
11	33,95	33,94
12	33,96	34
13	33,97	34
14	33,98	34
15	34	34
Rata-rata	33,928	33,96
Standar Deviasi	0,039	0,043
Ketidakpastian	0,010	0,011
Koreksi (°C)	0,032	
MAPE (%)	0,094	

Tabel 4.28 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T3 di kondisi 35°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 33,96°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 33,928°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,032°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,094%.

MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T3 modul TA 0,043 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,039. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T3 modul TA 0,011 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.28 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T3 di suhu *setting* 35°C. Gambar 4.24 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 35°C



Gambar 4.24 Pengujian T3 Pada *Setting* Suhu 35°C

5. Pengukuran Pada Suhu 36 °C

Hasil pengujian sensor suhu T3 pada *setting* suhu 36°C ditunjukkan pada tabel 4.29 berikut.

Tabel 4.29 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 36°C

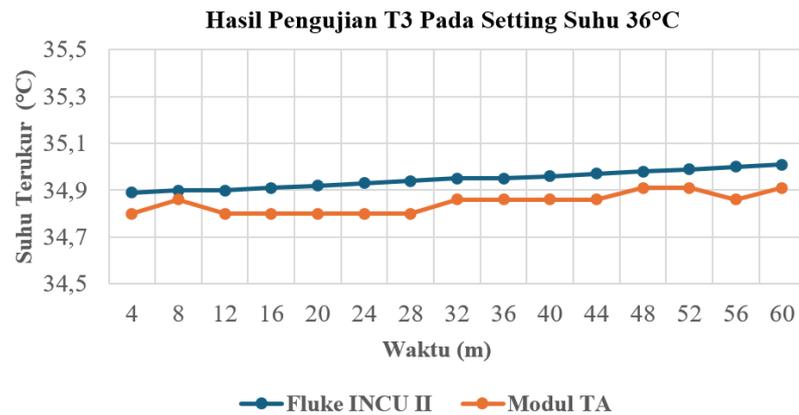
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	34,89	34,8
2	34,9	34,86
3	34,9	34,8
4	34,91	34,8
5	34,92	34,8
6	34,93	34,8
7	34,94	34,8
8	34,95	34,86
9	34,95	34,86
10	34,96	34,86

11	34,97	34,86
12	34,98	34,91
13	34,99	34,91
14	35	34,86
15	35,01	34,91
Rata-rata	34,946	34,846
Standar Deviasi	0,038	0,043
Ketidakpastian	0,009	0,011
Koreksi (°C)	0,100	
MAPE (%)	0,286	

Tabel 4.29 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T3 di kondisi 36°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 34,846°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 34,946°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,100°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,286%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T3 modul TA 0,043 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,038. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T3 modul TA 0,011 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.29 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T3 di suhu *setting* 36°C. Gambar 4.25 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 36°C



Gambar 4.25 Pengujian T3 Pada *Setting* Suhu 36°C

6. Pengukuran Pada Suhu 37 °C

Hasil pengujian sensor suhu T3 pada *setting* suhu 37°C ditunjukkan pada tabel 4.30 berikut.

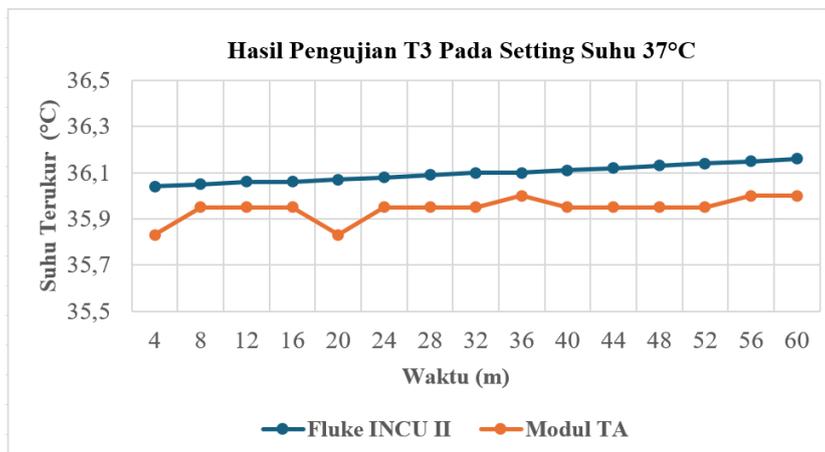
Tabel 4.30 Hasil Pengujian T3 Pada Suhu 37°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	36,04	35,83
2	36,05	35,95
3	36,06	35,95
4	36,06	35,95
5	36,07	35,83
6	36,08	35,95
7	36,09	35,95
8	36,1	35,95
9	36,1	36
10	36,11	35,95

11	36,12	35,95
12	36,13	35,95
13	36,14	35,95
14	36,15	36
15	36,16	36
Rata-rata	36,097	35,944
Standar Deviasi	0,037	0,050
Ketidakpastian	0,009	0,013
Koreksi (°C)	0,153	
MAPE (%)	0,424	

Tabel 4.30 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T3 di kondisi 37°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 35,944°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 36,097°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,153°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,424%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T3 modul TA 0,050 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,037. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T3 modul TA 0,013 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.26 Pengujian T3 Pada *Setting* Suhu 37°C

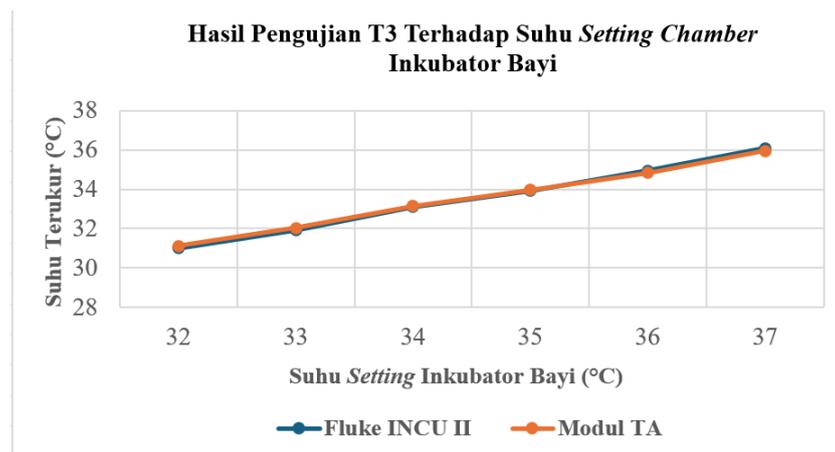
Gambar 4.26 diatas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 37°C. Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.30 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul ta pada T3 di suhu *setting* 37°C.

Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai suhu T3 dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi *setting* suhu terlebih dahulu. Tabel 4.31 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE nilai suhu T3.

Tabel 4.31 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T3

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata rata Alat Pembanding (°C)	Rata-Rata modul TA (°C)	Koreksi (°C)	MAPE (%)
32	31,012	31,123	0,110	0,356
33	31,923	32,024	0,101	0,317
34	33,055	33,137	0,082	0,248
35	33,928	33,96	0,032	0,094
36	34,946	34,846	0,100	0,286
37	36,097	35,944	0,153	0,424
Rata-Rata			0,096	0,288

Dari tabel 4.31 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata MAPE keseluruhan sebesar 0,288% dengan rata-rata koreksi keseluruhan sebesar 0,096°C. nilai MAPE tertinggi didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 37°C sebesar 0,424% dengan koreksi pembacaan 0,153°C. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 35°C sebesar 0,094% dengan koreksi pembacaan 0,032°C. Hal ini menunjukkan MAPE pada pengujian suhu masih dalam toleransi sebesar $\pm 1,5^\circ\text{C}$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.



Gambar 4.27 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T3

Selain nilai MAPE dan koreksi perbandingan, pada pengujian ini juga dapat dianalisis nilai perhitungan standar deviasi untuk menilai variasi data pengukuran dan juga perhitungan ketidakpastian pengukuran pada modul TA dan alat pembanding. Tabel 4.32 berikut ini adalah tabel yang menunjukkan nilai rata-rata standar deviasi modul TA dengan alat pembanding

Tabel 4.32 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T3

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pembanding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA

32	0,042	0,044
33	0,040	0,038
34	0,041	0,045
35	0,039	0,043
36	0,038	0,043
37	0,037	0,050
Rata-Rata	0,040	0,044

Pada data tabel 4.32 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pembanding 0,040 sedangkan rata-rata standar deviasi pada modul TA 0,044. Hal ini menunjukkan bahwa nilai standar deviasi antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan modul TA sudah menghasilkan variasi pengukuran yang rendah pada kondisi suhu *setting* tertentu.

Tabel 4.33 berikut ini merupakan nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pembanding.

Tabel 4.33 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T3

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Ketidakpastian Alat Pembanding	Rata-Rata Ketidakpastian modul TA
32	0,011	0,011
33	0,010	0,010
34	0,010	0,011
35	0,010	0,011
36	0,009	0,011
37	0,009	0,013
Rata-Rata	0,010	0,011

Pada tabel 4.33 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding sebesar 0,010 dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA sebesar 0,011. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian pengukuran antara alat pembanding dengan

modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding dan memiliki nilai akurasi pengukuran yang cukup tinggi.

d. Pengukuran Suhu T4

Sensor suhu T4 merupakan modul rangkaian sensor suhu yang ditempatkan pada bagian sisi kanan bawah pada matras inkubator bayi. Pengujian dan pengambilan data sensor suhu T4 dilakukan pada suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Dibawah ini merupakan hasil dari pengujian sensor suhu T4.

1. Pengukuran Pada Suhu 32 °C

Hasil pengujian sensor suhu T4 pada *setting* suhu 32°C ditunjukkan pada tabel 4.34 berikut.

Tabel 4.34 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 32°C

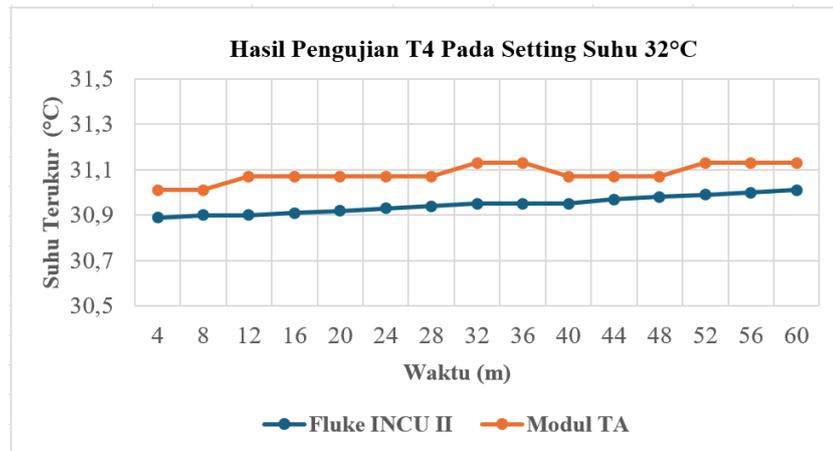
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	30,89	31,01
2	30,9	31,01
3	30,9	31,07
4	30,91	31,07
5	30,92	31,07
6	30,93	31,07
7	30,94	31,07
8	30,95	31,13
9	30,95	31,13
10	30,95	31,07
11	30,97	31,07
12	30,98	31,07
13	30,99	31,13
14	31	31,13
15	31,01	31,13

Rata-rata	30,946	31,082
Standar Deviasi	0,038	0,040
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,136	
MAPE (%)	0,439	

Tabel 4.34 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T4 di kondisi 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 31,082°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 30,946°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,136°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,439%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T4 modul TA 0,040 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,038. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T4 modul TA 0,010 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.34 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T4 di suhu *setting* 32°C. Gambar 4.28 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 32°C



Gambar 4.28 Pengujian T4 Pada *Setting* Suhu 32°C

2. Pengukuran Pada Suhu 33 °C

Hasil pengujian sensor suhu T4 pada *setting* suhu 33°C ditunjukkan pada tabel 4.35 berikut.

Tabel 4.35 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 33°C

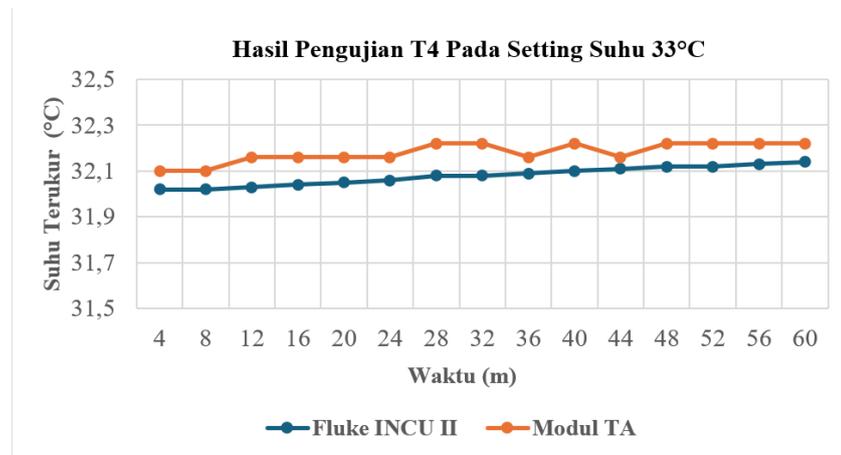
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	32,02	32,1
2	32,02	32,1
3	32,03	32,16
4	32,04	32,16
5	32,05	32,16
6	32,06	32,16
7	32,08	32,22
8	32,08	32,22
9	32,09	32,16
10	32,1	32,22
11	32,11	32,16
12	32,12	32,22
13	32,12	32,22
14	32,13	32,22
15	32,14	32,22

Rata-rata	32,079	32,18
Standar Deviasi	0,040	0,043
Ketidakpastian	0,010	0,011
Koreksi (°C)	0,100	
MAPE (%)	0,313	

Tabel 4.35 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T4 di kondisi 33°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 32,18°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 32,079°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,100°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,313%.

MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T1 modul TA 0,043 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,040. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T1 modul TA 0,011 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding. Gambar 4.29 di bawah merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 33°C. Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.35 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T4 di suhu *setting* 33°C.

Gambar 4.29 Pengujian T4 Pada *Setting* Suhu 33°C

3. Pengukuran Pada Suhu 34 °C

Hasil pengujian sensor suhu T4 pada *setting* suhu 34°C ditunjukkan pada tabel 4.33 berikut.

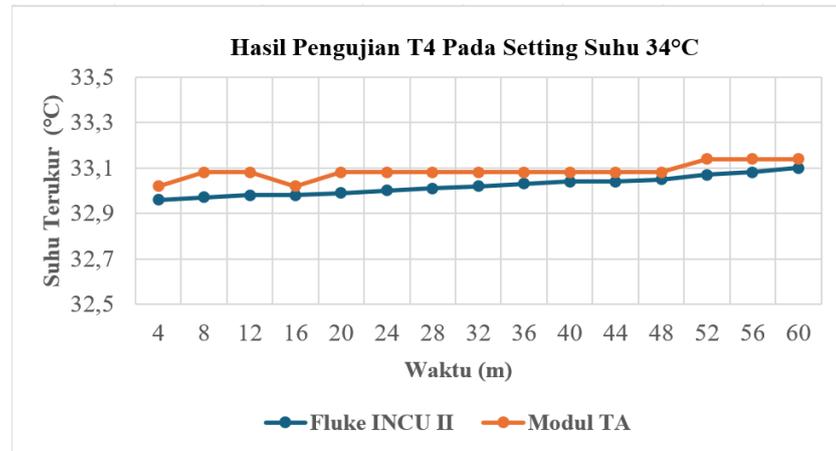
Tabel 4.36 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 34°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	32,96	33,02
2	32,97	33,08
3	32,98	33,08
4	32,98	33,02
5	32,99	33,08
6	33	33,08
7	33,01	33,08
8	33,02	33,08
9	33,03	33,08
10	33,04	33,08
11	33,04	33,08
12	33,05	33,08
13	33,07	33,14
14	33,08	33,14
15	33,1	33,14

Rata-rata	33,021	33,084
Standar Deviasi	0,042	0,035
Ketidakpastian	0,010	0,091
Koreksi (°C)	0,062	
MAPE (%)	0,189	

Tabel 4.36 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T4 di kondisi 34°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 33,084°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 33,021°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,062°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,189%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T4 modul TA 0,035 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,042. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T4 modul TA 0,091 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding. Gambar 4.30 merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 34°C. Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.36 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T4 di suhu *setting* 34°C.



Gambar 4.30 Pengujian T4 Pada *Setting* Suhu 34°C

4. Pengukuran Pada Suhu 35 °C

Hasil pengujian sensor suhu T4 pada *setting* suhu 35°C ditunjukkan pada tabel 4.37 berikut.

Tabel 4.37 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 35°C

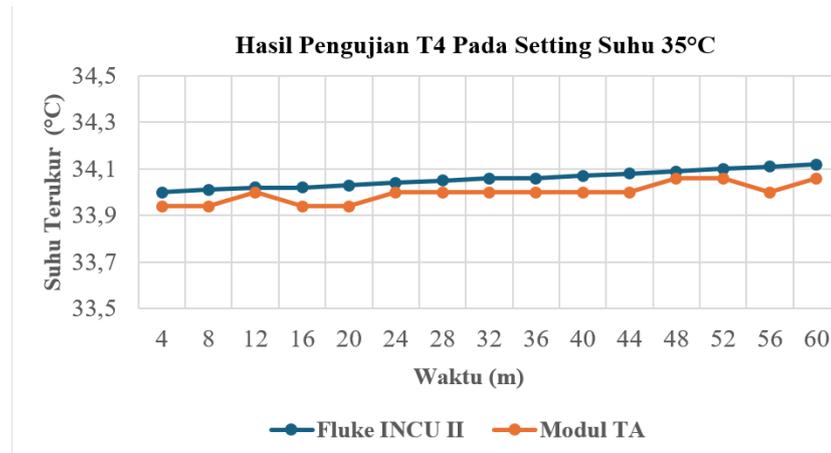
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	34	33,94
2	34,01	33,94
3	34,02	34
4	34,02	33,94
5	34,03	33,94
6	34,04	34
7	34,05	34
8	34,06	34
9	34,06	34
10	34,07	34
11	34,08	34
12	34,09	34,06
13	34,1	34,06
14	34,11	34
15	34,12	34,06

Rata-rata	34,057	33,996
Standar Deviasi	0,037	0,042
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,061	
MAPE (%)	0,180	

Tabel 4.37 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T4 di kondisi 35°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 33,996°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 34,057°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,061°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,180%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T4 modul TA 0,042 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,037. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T4 modul TA 0,010 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.37 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T4 di suhu *setting* 35°C. Gambar 4.31 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 35°C



Gambar 4.31 Pengujian T4 Pada *Setting* Suhu 35°C

5. Pengukuran Pada Suhu 36 °C

Hasil pengujian sensor suhu T4 pada *setting* suhu 36°C ditunjukkan pada tabel 4.38 berikut.

Tabel 4.38 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 36°C

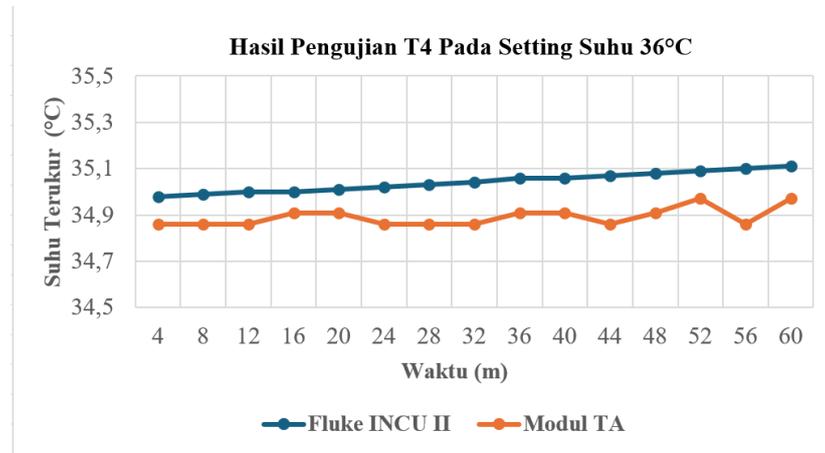
No	<i>Display</i> Pemanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	34,98	34,86
2	34,99	34,86
3	35	34,86
4	35	34,91
5	35,01	34,91
6	35,02	34,86
7	35,03	34,86
8	35,04	34,86
9	35,06	34,91
10	35,06	34,91
11	35,07	34,86
12	35,08	34,91
13	35,09	34,97
14	35,1	34,86
15	35,11	34,97

Rata-rata	35,042	34,891
Standar Deviasi	0,042	0,039
Ketidakpastian	0,010	0,010
Koreksi (°C)	0,151	
MAPE (%)	0,431	

Tabel 4.38 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T4 di kondisi 36°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 34,891°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 35,042°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,151°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,431%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T4 modul TA 0,039 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,042. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T4 modul TA 0,010 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.38 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T4 di suhu *setting* 36°C. Gambar 4.32 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 36°C



Gambar 4.32 Pengujian T4 Pada *Setting* Suhu 36°C

6. Pembacaan Pada Suhu 37 °C

Hasil pengujian sensor suhu T4 pada *setting* suhu 37°C ditunjukkan pada tabel 4.39 berikut.

Tabel 4.39 Hasil Pengujian T4 Pada Suhu 37°C

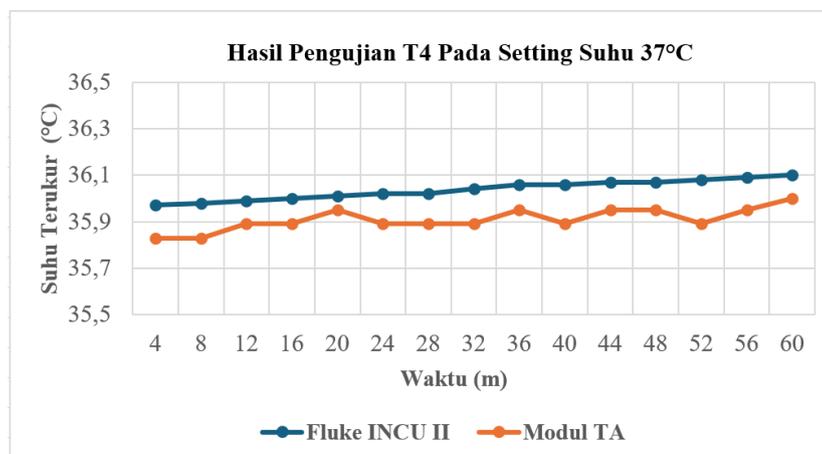
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	35,97	35,83
2	35,98	35,83
3	35,99	35,89
4	36	35,89
5	36,01	35,95
6	36,02	35,89
7	36,02	35,89
8	36,04	35,89
9	36,06	35,95
10	36,06	35,89
11	36,07	35,95
12	36,07	35,95
13	36,08	35,89
14	36,09	35,95
15	36,1	36

Rata-rata	36,037	35,909
Standar Deviasi	0,041	0,047
Ketidakpastian	0,010	0,012
Koreksi (°C)	0,128	
MAPE (%)	0,354	

Tabel 4.39 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T4 di kondisi 37°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 35,909°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 36,037°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,128°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,354%.

MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T4 modul TA 0,047 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,041. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T4 modul TA 0,012 dan nilai alat pembanding 0,010. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding. Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.39 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T4 di suhu *setting* 37°C. Gambar 4.33 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 36°C



Gambar 4.33 Pengujian T4 Pada *Setting* Suhu 37°C

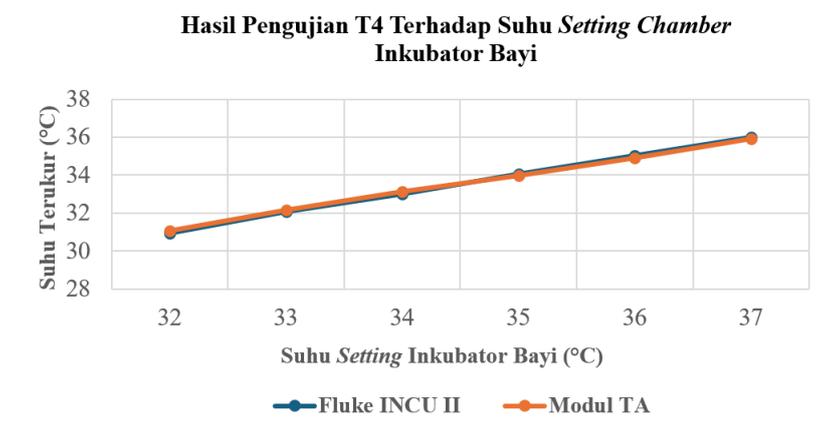
Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai suhu T4 dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi *setting* suhu terlebih dahulu. Tabel 4.40 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE nilai suhu T4

Tabel 4.40 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T4

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata rata Alat Pemanding (°C)	Rata-Rata modul TA (°C)	Koreksi (°C)	MAPE (%)
32	30,946	31,082	0,100	0,313
33	32,079	32,18	0,101	0,317
34	33,021	33,084	0,062	0,189
35	34,057	33,996	0,061	0,180
36	35,042	34,891	0,151	0,431
37	36,037	35,909	0,128	0,424
Rata-Rata			0,106	0,318

Dari tabel 4.40 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata MAPE keseluruhan sebesar 0,354% dengan rata-rata koreksi keseluruhan sebesar 0,096°C. nilai MAPE tertinggi didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 36°C sebesar 0,431% dengan koreksi pembacaan 0,153°C. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 35°C sebesar 0,180% dengan koreksi pembacaan

0,062°C. Hal ini menunjukkan MAPE pada pengujian suhu masih dalam toleransi sebesar $\pm 1,5^\circ\text{C}$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^\circ\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^\circ\text{C}$.



Gambar 4.34 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T4

Selain nilai MAPE dan koreksi perbandingan, pada pengujian ini juga dapat dianalisis nilai perhitungan standar deviasi untuk menilai variasi data pengukuran dan juga perhitungan ketidakpastian pengukuran pada modul TA dan alat pembanding. Tabel 4.41 berikut ini adalah tabel yang menunjukkan nilai rata-rata standar deviasi modul TA dengan alat pembanding

Tabel 4.41 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T4

<i>Setting Suhu</i> Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pembanding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA
32	0,038	0,040
33	0,040	0,043
34	0,042	0,035
35	0,037	0,042
36	0,042	0,039
37	0,041	0,047

Rata-Rata	0,040	0,041
-----------	-------	-------

Pada data tabel 4.41 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pembanding 0,040 sedangkan rata-rata standar deviasi pada modul TA 0,041. Hal ini menunjukkan bahwa nilai standar deviasi antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan modul TA sudah menghasilkan variasi pengukuran yang rendah pada kondisi suhu *setting* tertentu.

Tabel 4.42 berikut ini merupakan nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pembanding.

Tabel 4.42 Rata Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T4

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Ketidakpastian Alat Pembanding	Rata-Rata Ketidakpastian modul TA
32	0,009	0,010
33	0,010	0,011
34	0,010	0,009
35	0,009	0,010
36	0,010	0,010
37	0,010	0,012
Rata-Rata	0,010	0,010

Pada tabel diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding sebesar 0,010 dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA sebesar 0,245. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian pengukuran antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding dan memiliki akurasi yang tinggi.

e. Pengukuran Suhu T5

Sensor suhu T5 merupakan modul rangkaian sensor suhu yang ditempatkan pada bagian atas *main unit* pada matras inkubator bayi.

Pengujian dan pengambilan data sensor suhu T5 dilakukan pada suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Dibawah ini merupakan hasil dari pengujian sensor suhu T5.

1. Pengukuran Pada Suhu 32 °C

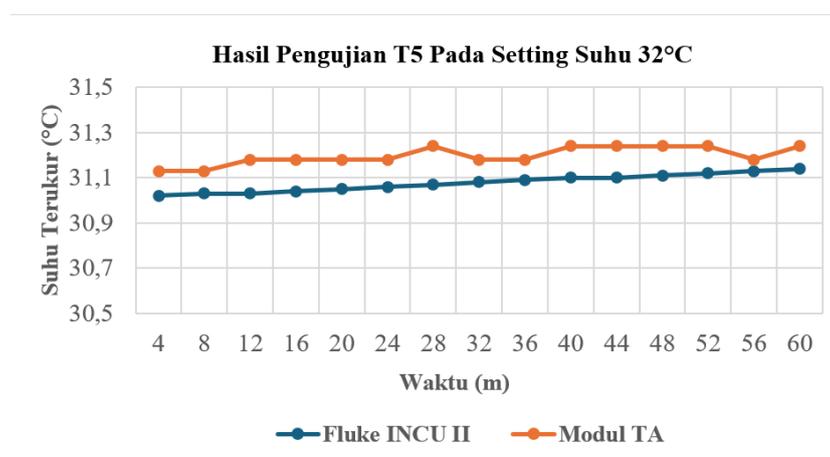
Hasil pengujian sensor suhu T5 pada *setting* suhu 32°C ditunjukkan pada tabel 4.43 berikut.

Tabel 4.43 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 32°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	31,02	31,13
2	31,03	31,13
3	31,03	31,18
4	31,04	31,18
5	31,05	31,18
6	31,06	31,18
7	31,07	31,24
8	31,08	31,18
9	31,09	31,18
10	31,1	31,24
11	31,1	31,24
12	31,11	31,24
13	31,12	31,24
14	31,13	31,18
15	31,14	31,24
Rata-rata	31,078	31,197
Standar Deviasi	0,038	0,039
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,119	
MAPE (%)	0,383	

Tabel 4.43 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T5 di kondisi 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 31,197°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 31,078°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,119°C dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,383%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T5 modul TA 0,039 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,038. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian T5 modul TA 0,010 dan nilai alat pembanding 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.35 Pengujian T5 Pada *Setting* Suhu 32 °C

Gambar 4.35 merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 32°C.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.43 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T5 di suhu *setting* 32°C.

2. Pengukuran Pada Suhu 33 °C

Hasil pengujian sensor suhu T5 pada *setting* suhu 33°C ditunjukkan pada tabel 4.44 berikut.

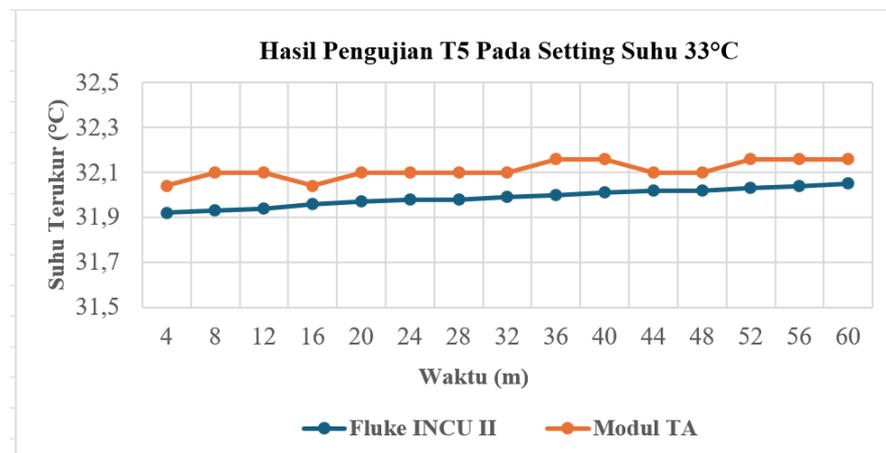
Tabel 4.44 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 33°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	31,92	32,04
2	31,93	32,1
3	31,94	32,1
4	31,96	32,04
5	31,97	32,1
6	31,98	32,1
7	31,98	32,1
8	31,99	32,1
9	32	32,16
10	32,01	32,16
11	32,02	32,1
12	32,02	32,1
13	32,03	32,16
14	32,04	32,16
15	32,05	32,16
Rata-rata	31,989	32,112
Standar Deviasi	0,040	0,040
Ketidakpastian	0,010	0,010
Koreksi (°C)	0,122	
MAPE (%)	0,383	

Tabel 4.44 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T5 di kondisi 33°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki

rata-rata pembacaan $32,112^{\circ}\text{C}$ dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan $31,989^{\circ}\text{C}$. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,122^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,383\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T5 modul TA $0,040$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,040$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian T5 modul TA $0,010$ dan nilai alat pembanding $0,010$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.36 Pengujian T5 Pada *Setting* Suhu 33°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.44 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T5 di suhu *setting* 33°C .

Gambar 4.36 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 33°C

3. Pengukuran Pada Suhu 34 °C

Hasil pengujian sensor suhu T5 pada *setting* suhu 34°C ditunjukkan pada tabel 4.41 berikut.

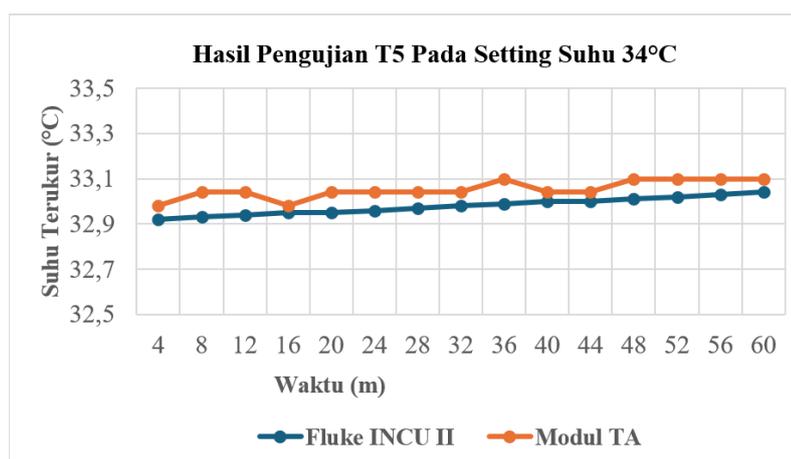
Tabel 4.41 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 34°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	32,92	32,98
2	32,93	33,04
3	32,94	33,04
4	32,95	32,98
5	32,95	33,04
6	32,96	33,04
7	32,97	33,04
8	32,98	33,04
9	32,99	33,1
10	33	33,04
11	33	33,04
12	33,01	33,1
13	33,02	33,1
14	33,03	33,1
15	33,04	33,1
Rata-rata	32,979	33,052
Standar Deviasi	0,037	0,040
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,072	
MAPE (%)	0,220	

Tabel 4.41 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T5 di kondisi 34°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki

rata-rata pembacaan $33,052^{\circ}\text{C}$ dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan $32,979^{\circ}\text{C}$. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,072^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,220\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T5 modul TA $0,040$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,037$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian T5 modul TA $0,010$ dan nilai alat pembanding $0,009$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.37 Pengujian T5 Pada *Setting* Suhu 34°C

Gambar 4.37 diatas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 37°C Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.41 dapat diubah

menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T3 di suhu *setting* 37°C.

4. Pengukuran Pada Suhu 35 °C

Hasil pengujian sensor suhu T5 pada *setting* suhu 35°C ditunjukkan pada tabel 4.42 berikut.

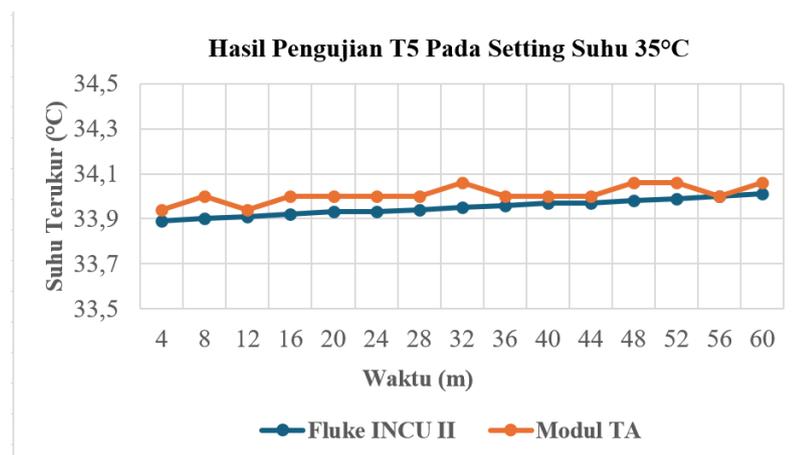
Tabel 4.42 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 35°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	33,89	33,94
2	33,9	34
3	33,91	33,94
4	33,92	34
5	33,93	34
6	33,93	34
7	33,94	34
8	33,95	34,06
9	33,96	34
10	33,97	34
11	33,97	34
12	33,98	34,06
13	33,99	34,06
14	34	34
15	34,01	34,06
Rata-rata	33,95	34,008
Standar Deviasi	0,036	0,039
Ketidakpastian	0,009	0,010
Koreksi (°C)	0,058	
MAPE (%)	0,170	

Tabel 4.42 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T5 di kondisi 35°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki

rata-rata pembacaan $34,008^{\circ}\text{C}$ dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan $33,95^{\circ}\text{C}$. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,058^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,170\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T5 modul TA $0,039$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,036$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian T5 modul TA $0,010$ dan nilai alat pembanding $0,009$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.38 Pengujian T5 Pada *Setting* Suhu 35°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.42 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada T5 di suhu *setting* 35°C .

Gambar 4.38 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 35°C

5. Pengukuran Pada Suhu 36 °C

Hasil pengujian sensor suhu T5 pada *setting* suhu 36°C ditunjukkan pada tabel 4.43 berikut.

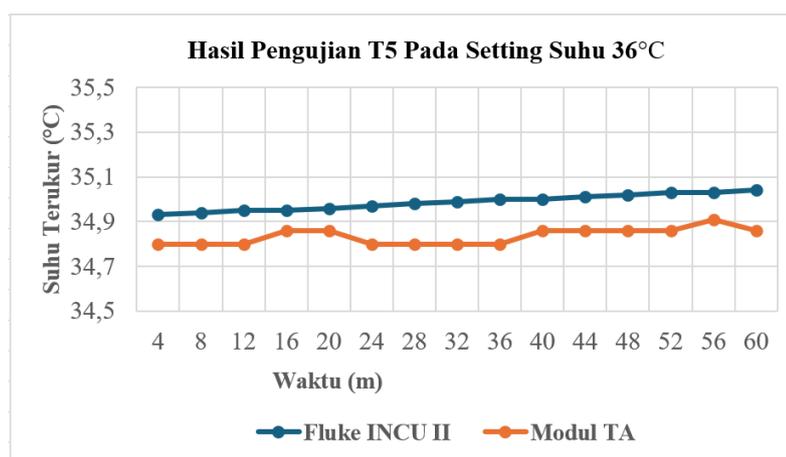
Tabel 4.43 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 36°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	34,93	34,8
2	34,94	34,8
3	34,95	34,8
4	34,95	34,86
5	34,96	34,86
6	34,97	34,8
7	34,98	34,8
8	34,99	34,8
9	35	34,8
10	35	34,86
11	35,01	34,86
12	35,02	34,86
13	35,03	34,86
14	35,03	34,91
15	35,04	34,86
Rata-rata	34,986	34,835
Standar Deviasi	0,035	0,036
Ketidakpastian	0,009	0,009
Koreksi (°C)	0,151	
MAPE (%)	0,432	

Tabel 4.43 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T5 di kondisi 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki

rata-rata pembacaan $34,835^{\circ}\text{C}$ dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan $34,986^{\circ}\text{C}$. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,151^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,432\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T5 modul TA $0,036$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,035$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian T5 modul TA $0,009$ dan nilai alat pembanding $0,009$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.39 Pengujian T5 Pada *Setting* Suhu 36°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.43 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul ta pada T5 di suhu *setting* 36°C .

Gambar 4.39 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul ta pada suhu 36°C.

6. Pengukuran Pada Suhu 37 °C

Hasil pengujian sensor suhu T5 pada *setting* suhu 37°C ditunjukkan pada tabel 4.44 berikut.

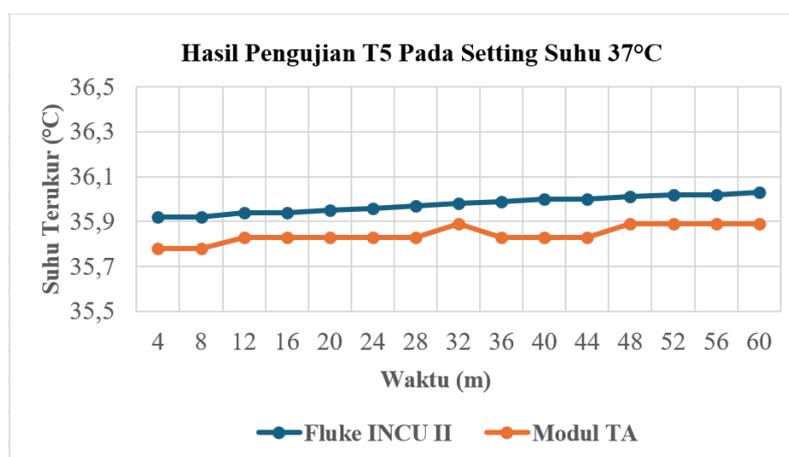
Tabel 4.44 Hasil Pengujian T5 Pada Suhu 37°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	35,92	35,78
2	35,92	35,78
3	35,94	35,83
4	35,94	35,83
5	35,95	35,83
6	35,96	35,83
7	35,97	35,83
8	35,98	35,89
9	35,99	35,83
10	36	35,83
11	36	35,83
12	36,01	35,89
13	36,02	35,89
14	36,02	35,89
15	36,03	35,89
Rata-rata	35,976	35,843
Standar Deviasi	0,037	0,038
Ketidakpastian	0,009	0,009
Koreksi (°C)	0,133	
MAPE (%)	0,370	

Tabel 4.44 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu T5 di kondisi 37°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki

rata-rata pembacaan $35,843^{\circ}\text{C}$ dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan $35,976^{\circ}\text{C}$. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,133^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,370\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi T5 modul TA $0,038$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,037$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian T5 modul TA $0,009$ dan nilai alat pembanding $0,009$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.40 Pengujian T5 Pada *Setting* Suhu 37°C

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.44 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul ta pada T5 di suhu *setting* 37°C .

Gambar 4.40 di atas merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul ta pada suhu 37°C

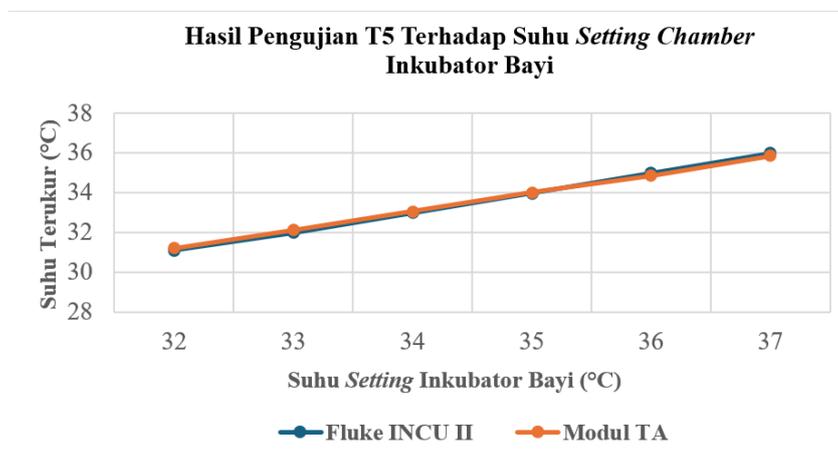
Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai suhu T5 dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi *setting* suhu terlebih dahulu. Tabel 4.45 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE nilai suhu T5

Tabel 4.45 Hasil Rata-Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor T5

Setting Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata rata Alat Pembanding (°C)	Rata-Rata modul TA (°C)	Koreksi (°C)	MAPE (%)
32	31,078	31,197	0,119	0,383
33	31,989	32,112	0,122	0,383
34	32,979	33,052	0,072	0,220
35	33,95	34,008	0,058	0,170
36	34,986	34,835	0,151	0,432
37	35,976	35,843	0,133	0,370
Rata-Rata			0,109	0,326

Dari tabel 4.45 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata MAPE keseluruhan sebesar 0,326% dengan rata-rata koreksi keseluruhan sebesar 0,109°C. nilai MAPE tertinggi didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 36°C sebesar 0,432% dengan koreksi pembacaan 0,151°C. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 35°C sebesar 0,170% dengan koreksi pembacaan 0,058°C. Hal ini menunjukkan MAPE pada pengujian suhu masih dalam toleransi sebesar $\pm 1,5^\circ\text{C}$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Gambar 4.41 berikut menunjukkan hubungan antara suhu *setting* inkubator bayi dengan suhu yang terukur pada T5 Modul TA dengan alat pembanding.



Gambar 4.41 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu T5

Selain nilai MAPE dan koreksi perbandingan, pada pengujian ini juga dapat dianalisis nilai perhitungan standar deviasi untuk menilai variasi data pengukuran dan juga perhitungan ketidakpastian pengukuran pada modul TA dan alat pembanding. Tabel 4.46 berikut merupakan rata-rata nilai standar deviasi modul TA dengan alat pembanding pada sensor T5.

Tabel 4.46 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor T5

Setting Inkubator Bayi (°C)	Suhu	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pembanding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA
32		0,038	0,039
33		0,040	0,040
34		0,037	0,040
35		0,036	0,039
36		0,035	0,036
37		0,037	0,038
Rata-Rata		0,037	0,039

Pada data tabel 4.46 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pembanding 0,037 sedangkan rata-rata standar deviasi

pada modul TA 0,039. Hal ini menunjukkan bahwa nilai standar deviasi antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan modul TA sudah menghasilkan variasi pengukuran yang rendah pada kondisi suhu *setting* tertentu.

Tabel 4.47 berikut ini merupakan nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pembanding.

Tabel 4.47 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor T5

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Ketidakpastian Alat Pembanding	Rata-Rata Ketidakpastian modul TA
32	0,009	0,010
33	0,010	0,010
34	0,009	0,010
35	0,009	0,010
36	0,009	0,009
37	0,009	0,009
Rata-Rata	0,009	0,010

Pada tabel 4.47 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding sebesar 0,009 dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA sebesar 0,010. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian pengukuran antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding dan memiliki nilai akurasi pengukuran yang cukup tinggi.

f. Pengukuran Suhu TM

Sensor suhu TM merupakan modul rangkaian sensor suhu yang ditempatkan menempel pada matras inkubator bayi. Pengujian dan pengambilan data sensor suhu TM dilakukan pada suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Dibawah ini merupakan hasil dari pengujian sensor suhu TM.

1. Pengukuran Pada Suhu 32 °C

Hasil pengujian sensor suhu TM pada *setting* suhu 32°C ditunjukkan pada tabel 4.48 berikut.

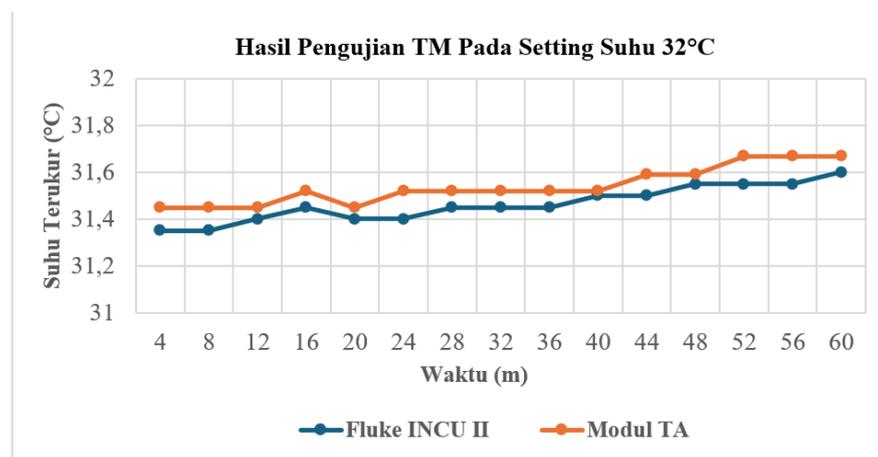
Tabel 4.48 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 32°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	31,35	31,45
2	31,35	31,45
3	31,4	31,45
4	31,45	31,52
5	31,4	31,45
6	31,4	31,52
7	31,45	31,52
8	31,45	31,52
9	31,45	31,52
10	31,5	31,52
11	31,5	31,59
12	31,55	31,59
13	31,55	31,67
14	31,55	31,67
15	31,6	31,67
Rata-rata	31,463	31,540
Standar Deviasi	0,076	0,080
Ketidakpastian	0,019	0,020
Koreksi (°C)	0,077	
MAPE (%)	0,245	

Tabel 4.48 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu TM di kondisi 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 31,540°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 31,463°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul

TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,077^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,245\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi TM modul TA $0,080$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,076$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian TM modul TA $0,020$ dan nilai alat pembanding $0,019$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.42 Pengujian TM Pada *Setting* Suhu 32°C

Gambar 4.42 merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 32°C . Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.48 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada TM di suhu *setting* 32°C

2. Pengukuran Pada Suhu 33 °C

Hasil pengujian sensor suhu TM pada *setting* suhu 33°C ditunjukkan pada tabel 4.49 berikut.

Tabel 4.49 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 33°C

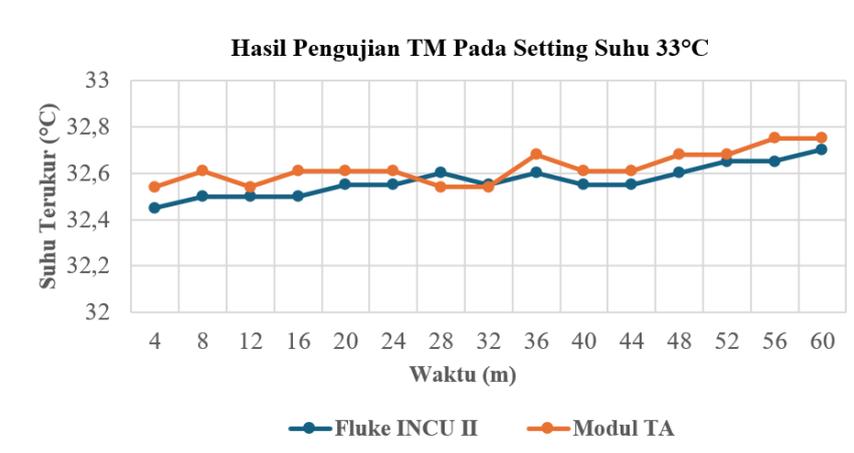
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	32,45	32,54
2	32,5	32,61
3	32,5	32,54
4	32,5	32,61
5	32,55	32,61
6	32,55	32,61
7	32,6	32,54
8	32,55	32,54
9	32,6	32,68
10	32,55	32,61
11	32,55	32,61
12	32,6	32,68
13	32,65	32,68
14	32,65	32,75
15	32,7	32,75
Rata-rata	32,566	32,624
Standar Deviasi	0,067	0,070
Ketidakpastian	0,017	0,018
Koreksi (°C)	0,057	
MAPE (%)	0,176	

Tabel 4.49 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu TM di kondisi 33°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 32,624°C dan alat pembanding memiliki rata-rata

pembacaan $32,566^{\circ}\text{C}$. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,057^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,176\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi TM modul TA $0,070$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,067$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian TM modul TA $0,018$ dan nilai alat pembanding $0,017$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada TM di suhu *setting* 33°C . Gambar 4.43 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 33°C



Gambar 4.43 Pengujian TM Pada *Setting* Suhu 33°C

3. Pengukuran Pada Suhu 34 °C

Hasil pengujian sensor suhu TM pada *setting* suhu 34°C ditunjukkan pada tabel 4.50 berikut.

Tabel 4.50 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 34°C

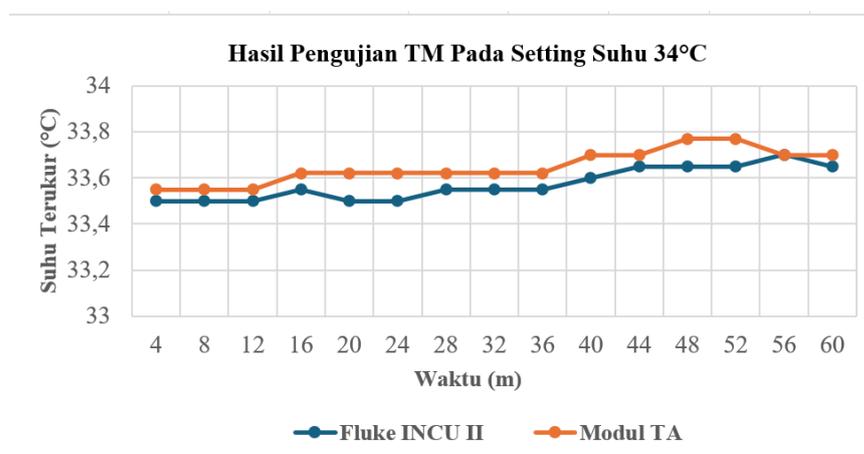
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	33,5	33,55
2	33,5	33,55
3	33,5	33,55
4	33,55	33,62
5	33,5	33,62
6	33,5	33,62
7	33,55	33,62
8	33,55	33,62
9	33,55	33,62
10	33,6	33,7
11	33,65	33,7
12	33,65	33,77
13	33,65	33,77
14	33,7	33,7
15	33,65	33,7
Rata-rata	33,573	33,647
Standar Deviasi	0,070	0,072
Ketidakpastian	0,018	0,018
Koreksi (°C)	0,074	
MAPE (%)	0,220	

Tabel 4.50 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu TM di kondisi 34°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 33,647°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 33,573°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul

TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,074^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,220\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi TM modul TA $0,072$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,070$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian TM modul TA $0,018$ dan nilai alat pembanding $0,018$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada TM di suhu *setting* 34°C . Gambar 4.44 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 34°C



Gambar 4.44 Pengujian TM Pada *Setting* Suhu 34°C

4. Pengukuran Pada Suhu 35 °C

Hasil pengujian sensor suhu TM pada *setting* suhu 35°C ditunjukkan pada tabel 4.51 berikut.

Tabel 4.51 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 35°C

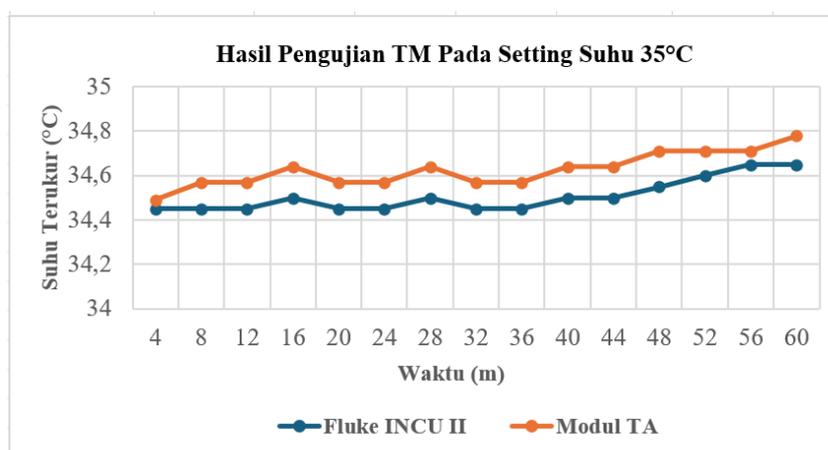
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	34,45	34,49
2	34,45	34,57
3	34,45	34,57
4	34,5	34,64
5	34,45	34,57
6	34,45	34,57
7	34,5	34,64
8	34,45	34,57
9	34,45	34,57
10	34,5	34,64
11	34,5	34,64
12	34,55	34,71
13	34,6	34,71
14	34,65	34,71
15	34,65	34,78
Rata-rata	34,506	34,625
Standar Deviasi	0,072	0,077
Ketidakpastian	0,018	0,019
Koreksi (°C)	0,118	
MAPE (%)	0,343	

Tabel 4.51 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu TM di kondisi 35°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 34,625°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 34,506°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul

TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,118^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,343\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi TM modul TA $0,077$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,072$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian TM modul TA $0,019$ dan nilai alat pembanding $0,018$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.51 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul ta pada TM di suhu *setting* 35°C . Gambar 4.45 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul ta pada suhu 35°C



Gambar 4.45 Pengujian TM Pada *Setting* Suhu 35°C

5. Pengukuran Pada Suhu 36 °C

Hasil pengujian sensor suhu TM pada *setting* suhu 36°C ditunjukkan pada tabel 4.52 berikut.

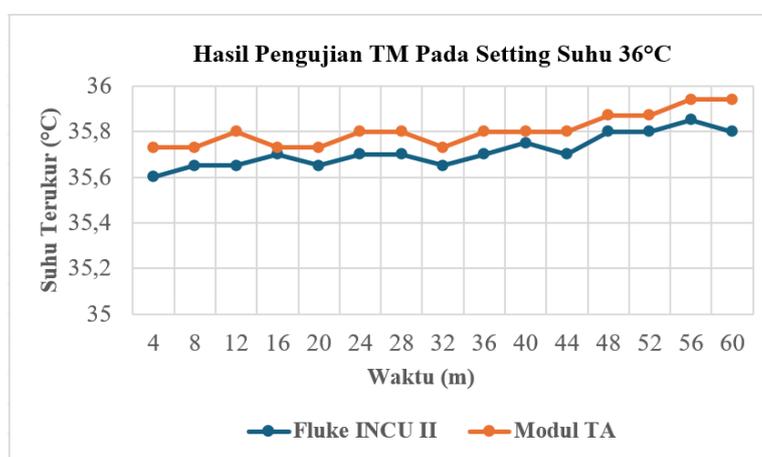
Tabel 4.52 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 36°C

No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	35,6	35,73
2	35,65	35,73
3	35,65	35,8
4	35,7	35,73
5	35,65	35,73
6	35,7	35,8
7	35,7	35,8
8	35,65	35,73
9	35,7	35,8
10	35,75	35,8
11	35,7	35,8
12	35,8	35,87
13	35,8	35,87
14	35,85	35,94
15	35,8	35,94
Rata-rata	35,713	35,804
Standar Deviasi	0,071	0,072
Ketidakpastian	0,018	0,018
Koreksi (°C)	0,091	
MAPE (%)	0,255	

Tabel 4.52 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu TM di kondisi 36°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 35,804°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 35,713°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul

TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,091^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,255\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi TM modul TA $0,072$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,071$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian TM modul TA $0,018$ dan nilai alat pembanding $0,001$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.



Gambar 4.46 Pengujian TM Pada *Setting* Suhu 36°C

Gambar 4.46 merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul TA pada suhu 36°C . Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.52 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul TA pada TM di suhu *setting* 36°C .

6. Pengukuran Pada Suhu 37 °C

Hasil pengujian sensor suhu TM pada *setting* suhu 37°C ditunjukkan pada tabel 4.53 berikut.

Tabel 4.53 Hasil Pengujian TM Pada Suhu 37°C

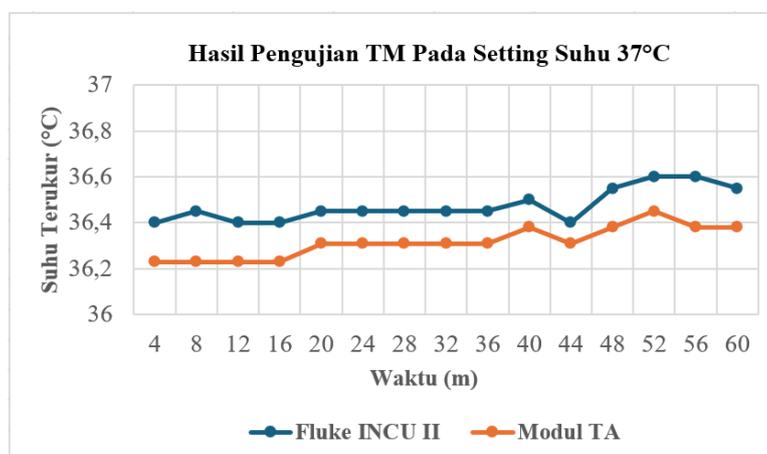
No	<i>Display</i> Pembanding (°C)	<i>Display</i> modul TA (°C)
1	36,4	36,23
2	36,45	36,23
3	36,4	36,23
4	36,4	36,23
5	36,45	36,31
6	36,45	36,31
7	36,45	36,31
8	36,45	36,31
9	36,45	36,31
10	36,5	36,38
11	36,4	36,31
12	36,55	36,38
13	36,6	36,45
14	36,6	36,38
15	36,55	36,38
Rata-rata	36,473	36,316
Standar Deviasi	0,070	0,067
Ketidakpastian	0,018	0,017
Koreksi (°C)	0,156	
MAPE (%)	0,430	

Tabel 4.53 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor suhu TM di kondisi 37°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 36,316°C dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 36,473°C. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul

TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar $0,156^{\circ}\text{C}$ dan didapatkan nilai MAPE sebesar $0,430\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA $0,05^{\circ}\text{C}$ dan resolusi alat pembanding $0,01^{\circ}\text{C}$.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi TM modul TA $0,067$ dan nilai standar deviasi alat pembanding $0,070$. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0 . Sedangkan pada nilai ketidakpastian TM modul TA $0,017$ dan nilai alat pembanding $0,018$. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding.

Dari pengambilan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.53 dapat diubah menjadi grafik untuk memperlihatkan hubungan pembacaan antara alat pembanding dengan modul ta pada TM di suhu setting 37°C . Gambar 4.47 berikut ini merupakan gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara alat pembanding dengan modul ta pada suhu 37°C



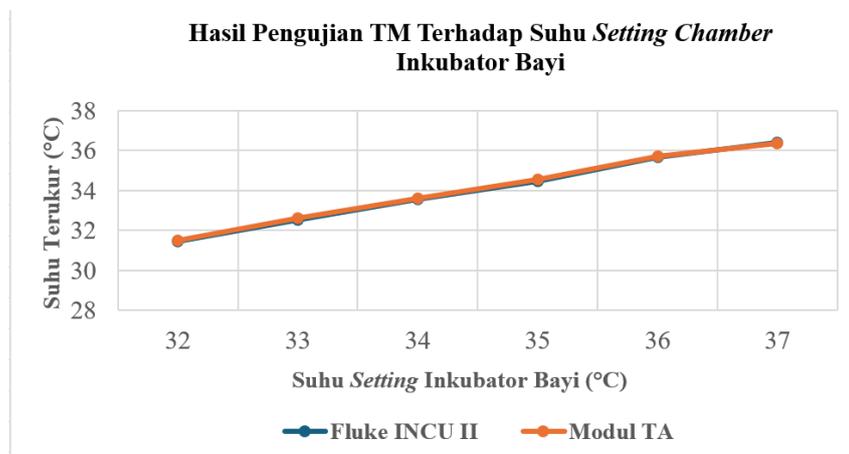
Gambar 4.47 Pengujian TM Pada *Setting* Suhu 37°C

Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai suhu TM dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi *setting* suhu terlebih dahulu. Tabel 4.54 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE nilai suhu TM

Tabel 4.54 Rata Rata, Koreksi, dan MAPE Sensor TM

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata rata Alat Pemanding (°C)	Rata-Rata modul TA (°C)	Koreksi (°C)	MAPE (%)
32	31,463	31,540	0,077	0,245
33	32,566	32,624	0,057	0,176
34	33,573	33,647	0,074	0,220
35	34,506	34,625	0,118	0,343
36	35,713	35,804	0,091	0,255
37	36,473	36,316	0,156	0,430
Rata-Rata			0,095	0,278

Dari tabel 4.54 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata MAPE keseluruhan sebesar 0,278% dengan rata-rata koreksi keseluruhan sebesar 0,095°C. nilai MAPE tertinggi didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 37°C sebesar 0,430% dengan koreksi pembacaan 0,156°C. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 33°C sebesar 0,176% dengan koreksi pembacaan 0,057°C. Hal ini menunjukkan MAPE pada pengujian suhu masih dalam toleransi sebesar $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pemanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pemanding 0,01°C. Gambar 4.48 berikut menunjukkan hubungan antara suhu *setting* inkubator bayi dengan suhu yang terukur pada TM Modul TA dengan alat pemanding.



Gambar 4.48 Hasil Rata-Rata Pengujian Sensor Suhu TM

Selain nilai MAPE dan koreksi perbandingan, pada pengujian ini juga dapat dianalisis nilai perhitungan standar deviasi untuk menilai variasi data pengukuran dan juga perhitungan ketidakpastian pengukuran pada modul TA dan alat pembanding. Tabel 4.55 berikut ini adalah tabel yang menunjukkan standar deviasi Modul TA dan alat pembanding pada TM.

Tabel 4.55 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor TM

<i>Setting</i> Inkubator (°C)	Suhu Bayi	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pembanding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA
32		0,076	0,080
33		0,067	0,070
34		0,070	0,072
35		0,072	0,077
36		0,071	0,072
37		0,070	0,067
Rata-Rata		0,071	0,073

Pada data tabel 4.55 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pembanding 0,071 sedangkan rata-rata standar deviasi pada modul TA 0,073. Hal ini menunjukkan bahwa nilai standar deviasi antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil

sehingga dapat dikatakan modul TA sudah menghasilkan variasi pengukuran yang rendah pada kondisi suhu setting tertentu.

Tabel 4.56 berikut ini merupakan nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pembanding.

Tabel 4.56 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor TM

<i>Setting</i> Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-Rata Ketidakpastian Alat Pembanding	Rata-Rata Ketidakpastian modul TA
32	0,019	0,020
33	0,017	0,018
34	0,018	0,018
35	0,018	0,019
36	0,018	0,018
37	0,018	0,017
Rata-Rata	0,018	0,018

Pada tabel 4.56 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding sebesar 0,018 dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA sebesar 0,018. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian pengukuran antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding dan memiliki nilai akurasi pengukuran yang cukup tinggi.

4.4.2 Analisis Data Pengujian Kesesuaian Suhu

Pengujian kesesuaian pengukuran suhu modul TA dengan alat pembanding dilakukan dengan memperhatikan kondisi setting ruang inkubator bayi yaitu pada 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai suhu dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi setting suhu terlebih dahulu. Tabel 4.57 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE suhu.

Tabel 4.57 Rata-Rata Koreksi dan MAPE Sensor Suhu

Sensor Suhu	Koreksi (°C)	MAPE (%)
T1	0,085	0,253
T2	0,096	0,290
T3	0,096	0,288
T4	0,106	0,318
T5	0,109	0,326
TM	0,095	0,278
Rata-Rata	0,098	0,292

Dari tabel 4.57 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai MAPE tertinggi didapatkan pada sensor suhu T5 sebesar 0,326% dengan koreksi pembacaan 0,109°C. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada sensor suhu T1 sebesar 0,253% dengan koreksi pembacaan 0,085°C. Hal ini menunjukkan MAPE pada setiap sensor suhu masih dalam toleransi sebesar $\pm 1,5^\circ\text{C}$ MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,05°C dan resolusi alat pembanding 0,01°C.

Selain nilai MAPE dan koreksi perbandingan, pada pengujian ini juga dapat dianalisis nilai perhitungan standar deviasi untuk menilai variasi data pengukuran dan juga perhitungan ketidakpastian pengukuran pada modul TA dan alat pembanding. Tabel 4.58 berikut ini adalah tabel yang menunjukkan nilai rata-rata standar deviasi modul TA dengan alat pembanding

Tabel 4.58 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Sensor Suhu

Sensor Suhu	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pembanding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA
T1	0,036	0,037
T2	0,037	0,037
T3	0,040	0,044
T4	0,040	0,041

T5	0,037	0,039
TM	0,071	0,073
Rata-Rata	0,036	0,037

Pada data tabel 4.58 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pembanding dengan rata-rata standar deviasi pada modul TA memiliki selisih nilai yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa variasi pengukuran modul TA dengan alat pembanding mendekati. Tabel 4.59 berikut ini merupakan nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pembanding.

Tabel 4.59 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Sensor Suhu

Sensor Suhu	Rata-Rata Ketidakpastian Alat Pembanding	Rata-Rata Ketidakpastian modul TA
T1	0,009	0,009
T2	0,009	0,009
T3	0,010	0,011
T4	0,010	0,024
T5	0,009	0,010
TM	0,018	0,018
Rata-Rata	0,011	0,014

Pada tabel 4.59 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA mendekati 0. Hal ini menunjukkan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding.

4.5 Hasil Pengujian Sensor Kelembaban

Dilakukannya uji sensor kelembaban bertujuan untuk mengetahui kinerja terhadap alat pembanding dengan melihat nilai MAPE yang dihasilkan pada alat. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui keakurasian dan kepresisian sensor suhu yang digunakan pada alat *incubator analyzer* yang telah dibuat. Pengujian keakurasian pengukuran nilai kelembaban pada alat yang telah dibuat dilakukan

menggunakan inkubator lalu dilakukan perbandingan hasil pengukuran nilai kelembaban alat *incubator analyzer* yang telah dibuat dengan hasil pengukuran kelembaban alat pembanding. Alat pembanding yang digunakan pada pengujian sensor kelembaban berupa sensor kelembaban fluke biomedical INCU II. Gambar 4.49 menunjukkan pengujian kelembaban di dalam inkubator.



Gambar 4.49 Pengujian Kelembaban Pada Inkubator

a. Pengukuran Pada Suhu 32 °C

Pengujian kelembaban pada suhu 32°C dilakukan dengan cara menempatkan sensor kelembaban dengan sensor alat pembanding, lalu inkubator di *setting* di suhu 32°C. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan rentang waktu ± 60 menit dan pengujian dilakukan ketika *display* menampilkan suhu yang telah tercapai. Tabel 4.60 berikut menunjukkan hasil pengukuran kelembaban pada *setting* 32°C.

Tabel 4.60 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 32°C

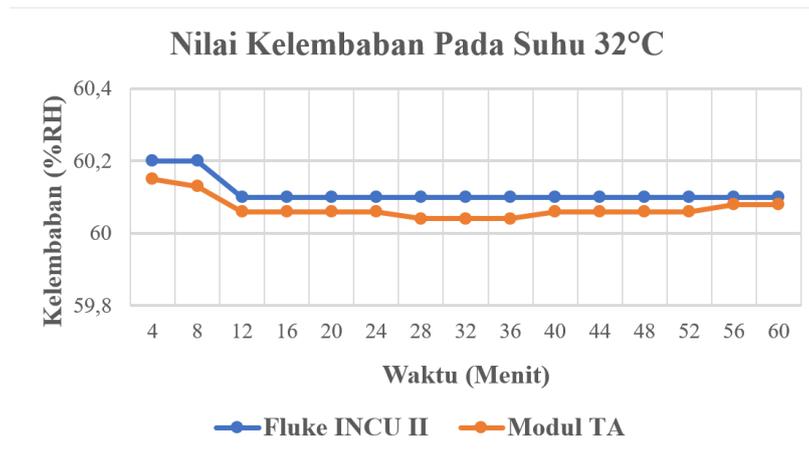
No	<i>Display</i> Pembanding (RH)	<i>Display</i> modul TA (RH)
1	60,2	60,15
2	60,2	60,13
3	60,1	60,06
4	60,1	60,06
5	60,1	60,06
6	60,1	60,06
7	60,1	60,04

8	60,1	60,04
9	60,1	60,04
10	60,1	60,06
11	60,1	60,06
12	60,1	60,06
13	60,1	60,06
14	60,1	60,08
15	60,1	60,08
Rata-rata	60,113	60,069
Standar Deviasi	0,035	0,021
Ketidakpastian	0,009	0,008
Koreksi (RH)	0,044	
MAPE (%)	0,073	

Tabel 4.60 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor kelembaban pada suhu 32°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 60,069 RH dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 60,113 RH. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,044 RH dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,073%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,1% RH dan resolusi alat pembanding 0,01% RH.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi sensor kelembaban modul TA 0,021 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,035. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian modul TA 0,008 dan nilai alat

pembandingan 0,009. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembandingan memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembandingan. Gambar 4.50 di bawah ini menunjukkan grafik pembacaan kelembaban pada suhu 32°C



Gambar 4.50 Pengujian Kelembaban Suhu 32°C

b. Pengukuran Pada Suhu 33 °C

Pengujian kelembaban pada suhu 33°C dilakukan dengan cara menempatkan sensor kelembaban dengan sensor alat pembandingan, lalu inkubator di *setting* di suhu 33°C. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan rentang waktu ± 60 menit dan pengujian dilakukan ketika *display* menampilkan suhu yang telah tercapai. Tabel 4.61 berikut menunjukkan hasil pengukuran kelembaban pada *setting* 33°C.

Tabel 4.61 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 33°C

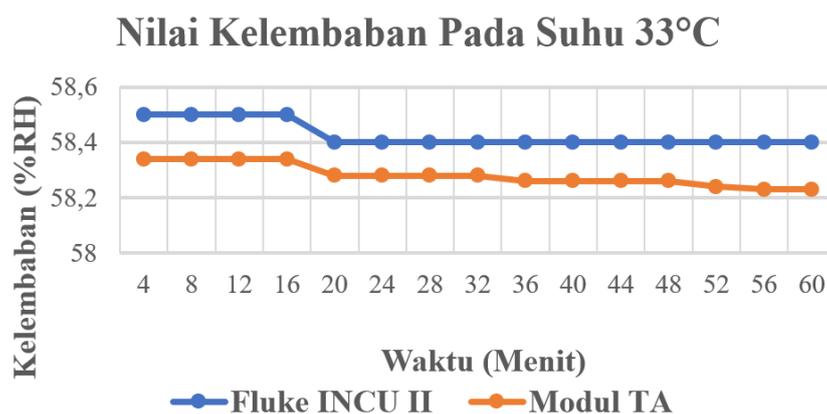
No	<i>Display</i> Pembandingan (RH)	<i>Display</i> modul TA (RH)
1	58,5	58,34
2	58,5	58,34
3	58,5	58,34
4	58,5	58,34
5	58,4	58,28
6	58,4	58,28
7	58,4	58,28

8	58,4	58,28
9	58,4	58,26
10	58,4	58,26
11	58,4	58,26
12	58,4	58,26
13	58,4	58,24
14	58,4	58,23
15	58,4	58,23
Rata-rata	58,426	58,281
Standar Deviasi	0,045	0,040
Ketidakpastian	0,011	0,010
Koreksi (RH)	0,145	
MAPE (%)	0,248	

Tabel 4.61 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor kelembaban pada suhu 33°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 58,281 RH dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 58,426 RH. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,145 RH dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,248%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,1% RH dan resolusi alat pembanding 0,01% RH.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi sensor kelembaban modul TA 0,040 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,045. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian modul TA 0,010 dan nilai alat

pembandingan 0,011. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembandingan memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembandingan. Gambar 4.51 di bawah ini menunjukkan grafik pembacaan kelembaban pada suhu 33°C



Gambar 4.51 Pengujian Kelembaban Suhu 33°C

c. Pengukuran Pada Suhu 34 °C

Pengujian kelembaban pada suhu 34°C dilakukan dengan cara menempatkan sensor kelembaban dengan sensor alat pembandingan, lalu inkubator di *setting* di suhu 34°C. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan rentang waktu ± 60 menit dan pengujian dilakukan ketika *display* menampilkan suhu yang telah tercapai. Tabel 4.62 berikut menunjukkan hasil pengukuran kelembaban pada setting 34°C.

Tabel 4.62 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 34°C

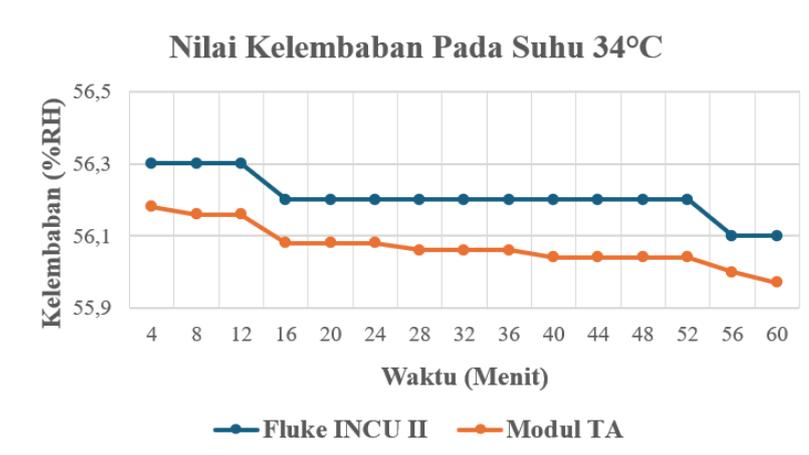
No	<i>Display</i> Pembandingan (RH)	<i>Display</i> modul TA (RH)
1	56,3	56,18
2	56,3	56,16
3	56,3	56,16
4	56,2	56,08
5	56,2	56,08
6	56,2	56,08
7	56,2	56,06

8	56,2	56,06
9	56,2	56,06
10	56,2	56,04
11	56,2	56,04
12	56,2	56,04
13	56,2	56,04
14	56,1	56
15	56,1	55,97
Rata-rata	56,206	56,07
Standar Deviasi	0,059	0,058
Ketidakpastian	0,015	0,015
Koreksi (RH)	0,136	
MAPE (%)	0,243	

Tabel 4.62 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor kelembaban pada suhu 34°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 56,07 RH dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 56,206 RH. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,136 RH dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,243%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,1% RH dan resolusi alat pembanding 0,01% RH.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi sensor kelembaban modul TA 0,05818685 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,015. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian modul TA 0,015

dan nilai alat pembanding 0,015. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding. Gambar 4.52 di bawah ini menunjukkan grafik pembacaan kelembaban pada suhu 34°C



Gambar 4.52 Pengujian Kelembaban Suhu 34°C

d. Pengukuran Pada Suhu 35 °C

Pengujian kelembaban pada suhu 35°C dilakukan dengan cara menempatkan sensor kelembaban dengan sensor alat pembanding, lalu inkubator di *setting* di suhu 35°C. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan rentang waktu ± 60 menit dan pengujian dilakukan ketika *display* menampilkan suhu yang telah tercapai. Tabel 4.63 berikut menunjukkan hasil pengukuran kelembaban pada setting 35°C.

Tabel 4.63 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 35°C

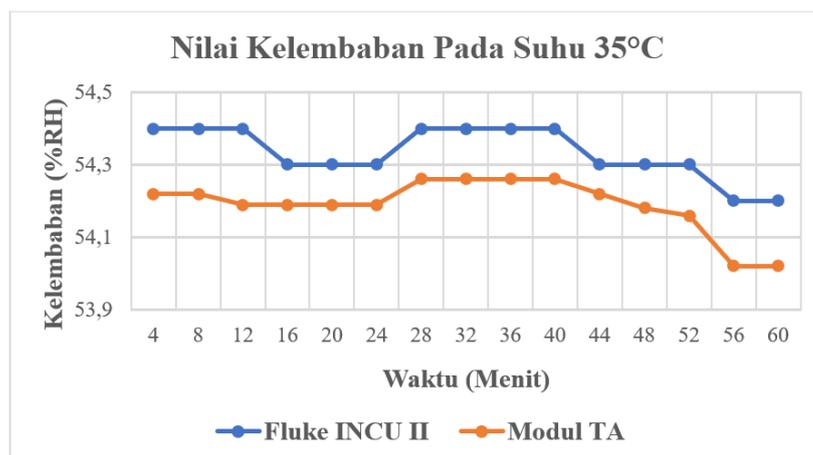
No	<i>Display</i> Pembanding (RH)	<i>Display</i> modul TA (RH)
1	54,4	54,22
2	54,4	54,22
3	54,4	54,19
4	54,3	54,19
5	54,3	54,19
6	54,3	54,19
7	54,4	54,26

8	54,4	54,26
9	54,4	54,26
10	54,4	54,26
11	54,3	54,22
12	54,3	54,18
13	54,3	54,16
14	54,2	54,02
15	54,2	54,02
Rata-rata	54,333	54,189
Standar Deviasi	0,072	0,076
Ketidakpastian	0,018	0,019
Koreksi (RH)	0,144	
MAPE (%)	0,265	

Tabel 4.63 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor kelembaban pada suhu 35°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 54,189 RH dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 54,333 RH. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,144 RH dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,265%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,1% RH dan resolusi alat pembanding 0,01% RH.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi sensor kelembaban modul TA 0,076 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,072. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian modul TA 0,019 dan nilai alat

pembandingan 0,018. Hasil nilai ketidakpastian modul TA dan alat pembandingan memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembandingan. Gambar 4.53 di bawah ini menunjukkan grafik pembacaan kelembaban modul TA dengan alat pembandingan pada *setting* suhu 35°C.



Gambar 4.53 Pengujian kelembaban Suhu 35°C

e. Pengukuran Pada Suhu 36 °C

Pengujian kelembaban pada suhu 36°C dilakukan dengan cara menempatkan sensor kelembaban dengan sensor alat pembandingan, lalu inkubator di *setting* di suhu 36°C. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan rentang waktu ± 60 menit dan pengujian dilakukan ketika *display* menampilkan suhu yang telah tercapai. Tabel 4.64 berikut menunjukkan hasil pengukuran kelembaban pada *setting* 36°C.

Tabel 4.64 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 36°C

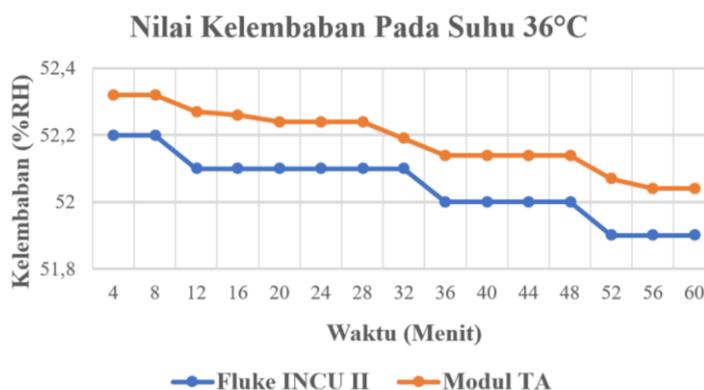
No	<i>Display</i> Pembandingan (RH)	<i>Display</i> modul TA (RH)
1	52,2	52,32
2	52,2	52,32
3	52,1	52,27
4	52,1	52,26
5	52,1	52,24
6	52,1	52,24

7	52,1	52,24
8	52,1	52,19
9	52	52,14
10	52	52,14
11	52	52,14
12	52	52,14
13	51,9	52,07
14	51,9	52,04
15	51,9	52,04
Rata-rata	52,046	52,186
Standar Deviasi	0,099	0,093
Ketidakpastian	0,025	0,024
Koreksi (RH)	0,139	
MAPE (%)	0,267	

Tabel 4.64 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor kelembaban pada suhu 36°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 52,186 RH dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 52,046 RH. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,139 RH dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,267%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,1% RH dan resolusi alat pembanding 0,01% RH.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi sensor kelembaban modul TA 0,093 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,099. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0.

Sedangkan pada nilai ketidakpastian modul TA 0,024 dan nilai alat pembanding 0,025. Hasil nilai ketidakpastian modul ta dan alat pembanding memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembanding. Gambar 4.54 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 36°C



Gambar 4.54 Pengujian Kelembaban Suhu 36°C

f. Pengukuran Pada Suhu 37 °C

Pengujian kelembaban pada suhu 37°C dilakukan dengan cara menempatkan sensor kelembaban dengan sensor alat pembanding, lalu inkubator di *setting* di suhu 37°C. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali dengan rentang waktu ± 60 menit dan pengujian dilakukan ketika *display* menampilkan suhu yang telah tercapai. Tabel 4.65 berikut menunjukkan hasil pengukuran kelembaban pada setting 37°C.

Tabel 4.65 Hasil Pengujian Kelembaban Pada Suhu 37°C

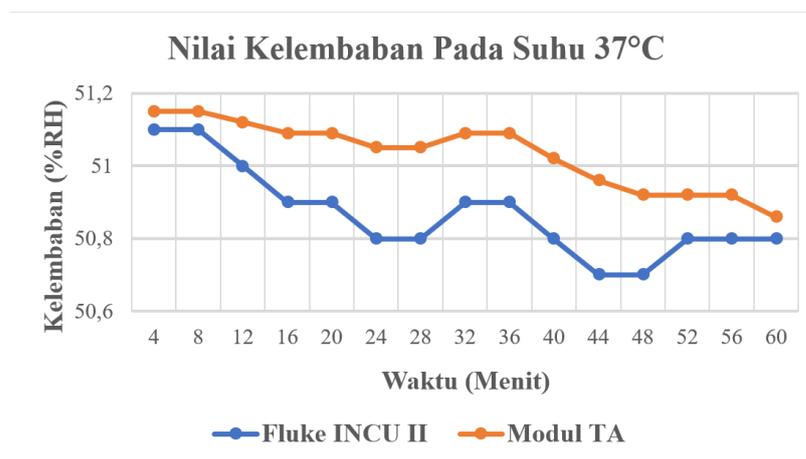
No	Display Pembanding (RH)	Display modul TA (RH)
1	51,1	51,15
2	51,1	51,15
3	51	51,12
4	50,9	51,09
5	50,9	51,09
6	50,8	51,05
7	50,8	51,05

8	50,9	51,09
9	50,9	51,09
10	50,8	51,02
11	50,7	50,96
12	50,7	50,92
13	50,8	50,92
14	50,8	50,92
15	50,8	50,86
Rata-rata	50,866	51,032
Standar Deviasi	0,123	0,093
Ketidakpastian	0,031	0,024
Koreksi (RH)	0,165	
MAPE (%)	0,325	

Tabel 4.65 diatas menunjukkan hasil pengujian sensor kelembaban pada suhu 37°C. Berdasarkan data yang telah diambil, modul TA memiliki rata-rata pembacaan 51,032 RH dan alat pembanding memiliki rata-rata pembacaan 50,866 RH. Dari hasil pembacaan suhu tersebut nilai modul TA dan alat pembanding memiliki selisih atau koreksi pembacaan sebesar 0,165 RH dan didapatkan nilai MAPE sebesar 0,325%. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,1% RH dan resolusi alat pembanding 0,01% RH.

Dari data yang telah di peroleh, nilai standar deviasi sensor kelembaban modul TA 0,093 dan nilai standar deviasi alat pembanding 0,123. Hasil dari standar deviasi tersebut dapat dikatakan memiliki selisih nilai yang kecil dan dapat dikatakan bahwa modul TA sudah menghasilkan nilai variasi pengukuran yang rendah yakni nilai deviasi mendekati 0. Sedangkan pada nilai ketidakpastian modul TA 0,024 dan nilai alat

pembandingan 0,031. Hasil nilai ketidakpastian modul ta dan alat pembandingan memiliki selisih yang kecil yang menandakan kinerja modul TA mendekati alat pembandingan. Gambar 4.55 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 37°C.



Gambar 4.55 Pengujian Kelembaban Suhu 37°C

4.5.1 Analisis Data Pengujian Kesesuaian Kelembaban

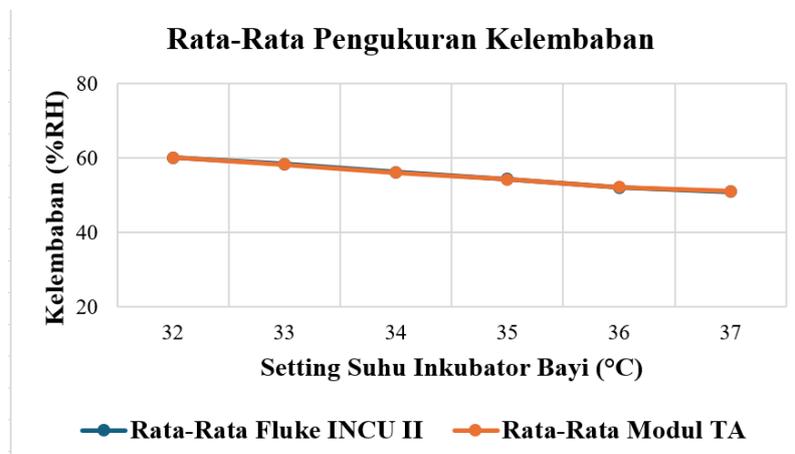
Pengujian kesesuaian pengukuran kelembaban modul TA dengan alat pembandingan dilakukan dengan memperhatikan kondisi setting ruang inkubator bayi yaitu pada 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Untuk mendapatkan nilai rata-rata koreksi dan MAPE nilai kelembaban dapat dengan menghitung rata rata koreksi dan MAPE pada masing masing kondisi setting suhu terlebih dahulu. Tabel 4.66 berikut ini merupakan hasil rata -rata koreksi dan MAPE nilai kelembaban.

Tabel 4.66 Rata-Rata Pengukuran, Koreksi, dan MAPE Kelembaban

Setting Suhu Inkubator Bayi (°C)	Rata-rata Alat Pembandingan (RH)	Rata-rata modul TA (RH)	Koreksi (RH)	MAPE (%)
32	60,113	60,069	0,044	0,073
33	58,426	58,281	0,145	0,248
34	56,206	56,07	0,136	0,243
35	54,333	54,189	0,144	0,265
36	52,046	52,186	0,139	0,267
37	50,866	51,032	0,165	0,325

Rata-Rata	0,129	0,237
-----------	-------	-------

Dari tabel 4.66 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata MAPE keseluruhan sebesar 0,237% dengan rata-rata koreksi keseluruhan sebesar 0,129111 RH. Nilai MAPE tertinggi didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 37°C sebesar 0,325% dengan koreksi pembacaan 0,165 RH. Sementara itu, nilai MAPE terendah didapatkan pada kondisi *setting* suhu ruang inkubator bayi 32°C sebesar 0,073% dengan koreksi pembacaan 0,044 RH. hal ini menunjukkan MAPE pada pengujian kelembaban masih dalam toleransi sebesar $\pm 10\%$. MAPE pada pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan pembacaan yang terlalu cepat pada modul TA dengan alat pembanding sehingga terjadi kesalahan dalam mengambil data, serta resolusi pembacaan suhu yang berbeda dimana resolusi pembacaan modul TA 0,1% RH dan resolusi alat pembanding 0,01% RH. Gambar 4.56 berikut ini menunjukkan grafik hubungan suhu *setting* inkubator terhadap pengukuran kelembaban pada modul TA dan alat pembanding.



Gambar 4.56 Hasil Pengujian Kelembaban

Selain nilai MAPE dan koreksi perbandingan, pada pengujian ini juga dapat dianalisis nilai perhitungan standar deviasi untuk menilai variasi data pengukuran dan juga perhitungan ketidakpastian pengukuran pada modul ta dan alat pembanding. Tabel 4.67 berikut ini adalah tabel yang menunjukkan nilai rata-rata standar deviasi modul TA dengan alat pembanding

Tabel 4.67 Rata-Rata Nilai Standar Deviasi Kelembaban

<i>Setting</i> Inkubator Bayi (°C)	Suhu	Rata-Rata Standar Deviasi Alat Pembanding	Rata-Rata Standar Deviasi modul TA
	32	0,035	0,021
	33	0,045	0,040
	34	0,059	0,058
	35	0,072	0,076
	36	0,099	0,093
	37	0,123	0,093
	Rata-Rata	0,072	0,063

Pada data tabel 4.67 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata standar deviasi pada alat pembanding 0,072 sedangkan rata-rata standar deviasi pada modul TA 0,063. Hal ini menunjukkan bahwa nilai standar deviasi antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan modul TA sudah menghasilkan variasi pengukuran yang rendah pada kondisi suhu setting tertentu. Tabel 4.68 berikut ini merupakan nilai ketidakpastian pengukuran modul TA dengan alat pembanding.

Tabel 4.68 Rata-Rata Nilai Ketidakpastian Pengukuran Kelembaban

<i>Setting</i> Inkubator Bayi (°C)	Suhu	Ketidakpastian Alat Pembanding	Ketidakpastian modul TA
	32	0,009	0,002
	33	0,001	0,008
	34	0,011	0,010
	35	0,018	0,019
	36	0,025	0,024
	37	0,031	0,024
	Rata-Rata	0,011	0,014

Pada tabel 4.68 diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai ketidakpastian pengukuran alat pembanding sebesar 0,011 dan rata-rata ketidakpastian pengukuran modul TA sebesar 0,014. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian pengukuran antara alat pembanding dengan modul TA memiliki selisih nilai yang kecil sehingga dapat dikatakan bahwa modul TA mendekati kinerja alat pembanding dan memiliki nilai akurasi pengukuran yang cukup tinggi.

4.6 Pembahasan

Dari data yang diperoleh dapat dianalisis bahwa, pengujian sensor suhu T1, T2, T3, T4, T5, TM telah dilakukan sebanyak 15 kali pengambilan data pada *setting* suhu 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Pada pengujian tersebut diperoleh nilai kesalahan *relative* atau persentase MAPE terbesar sebesar 0,326% pada sensor suhu T5 dan persentase MAPE terkecil sebesar 0,253 % pada sensor suhu T1. Nilai kesalahan *relative* atau MAPE ini menentukan kedekatan dan kesesuaian pengukuran antara modul TA dengan alat pembanding, dapat juga merepresentasikan nilai akurasi pengukuran dari sensor yang digunakan pada alat. Nilai yang berhasil didapatkan memiliki perbedaan dengan penelitian Imam Mustaqim yang mendapatkan nilai *error* terbesar sebesar 0,518% dan nilai *error* terkecil sebesar 0,302%. Sementara itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Vijay Anant Athvale;dkk didapatkan hasil penelitian yaitu memiliki *error* terbesar sebesar 2,617% dan terkecil sebesar 0,037%. [7]

Selain nilai MAPE, dari hasil pengujian juga didapatkan nilai standar deviasi dan ketidakpastian pengukuran dimana nilai standar deviasi sendiri merespresentasikan besarnya variasi yang dihasilkan pada pengukuran suhu sedangkan nilai ketidakpastian menunjukkan seberapa dekat nilai pengukuran dengan nilai yang seharusnya. Apabila nilai standar deviasi yang dihasilkan kecil maka pembacaan atau pengukuran sensor semakin baik karena menghasilkan nilai pengukuran yang seragam atau variasi pengukuran yang rendah. Pada pengukuran suhu didapatkan nilai standar deviasi terbesar sebesar 0,073 dan nilai standar deviasi terkecil sebesar 0,037 dengan nilai ketidakpastian pengukuran terbesar sebesar 0,024 dan terkecil sebesar 0,009. Nilai yang didapatkan memiliki perbedaan dengan nilai standar deviasi yang diperoleh pada penelitian Imam Mustaqim, dimana nilai standar

deviasi terbesar sebesar 0,18887 dan terkecil sebesar 0,03762 dengan nilai ketidakpastian terbesar sebesar 0,05973 dan ketidakpastian pengukuran terkecil sebesar 0,0119 [10].

Berdasarkan hal tersebut nilai kesalahan *relative* atau MAPE, standar deviasi, dan ketidakpastian pengukuran pada penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis memiliki nilai kesalahan *relative* atau MAPE yang lebih kecil yang lebih kecil dari penelitian sebelumnya. Hasil ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti metode pengambilan data yang berbeda, penggunaan alat pembanding yang berbeda, dan penggunaan sensor yang berbeda. Penelitian yang dilakukan Imam Mustaqim menggunakan sensor DS18B20 dengan metode pengambilan data menggunakan inkubator bayi sebagai penghasil suhu dan Fluke INCU II sebagai alat pembanding yang di masukkan ke dalam inkubator bayi, sedangkan penelitian oleh Vijay Anant Athvale;dkk menggunakan sensor LM35 dengan pengambilan data sebanyak 20 kali. Pada penelitian yang dilakukan penulis Imam Mustaqim memiliki persamaan berupa penggunaan alat pembanding dan metode pengujiannya. Namun pada penelitian ini, sensor suhu yang digunakan berbeda. Sementara itu, pada penelitian yang dilakukan penulis Vijay Anant Athvale;dkk memiliki perbedaan dengan penelitian penulis berupa perbedaan sensor yang digunakan.

Pada pengujian sensor kelembaban dilakukan sebanyak 15 kali pengambilan data pada *setting* kondisi suhu ruang inkubator bayi 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C, dan 37°C. Diperoleh nilai kesalahan *relative* atau MAPE terbesar sebesar 0,325% pada kondisi *setting* suhu 37°C dan MAPE terkecil sebesar 0,073% pada kondisi *setting* suhu 32°C. Nilai MAPE ini menentukan kedekatan dan kesesuaian pengukuran antara modul TA dengan alat pembanding, dapat juga merepresentasikan nilai akurasi pengukuran dari sensor yang digunakan pada alat. Nilai yang didapatkan memiliki perbedaan dengan hasil penelitian Novita Kuserdianti yang didapatkan nilai *error* terbesar sebesar 0,796% dan nilai *error* terkecil sebesar 0,077% [9].

Selain nilai MAPE juga didapatkan nilai standar deviasi dan ketidakpastian pengukuran. Nilai standar deviasi terbesar sebesar 0,093 pada *setting* kondisi suhu 37°C dan nilai standar deviasi terkecil sebesar 0,021 pada kondisi *setting* suhu 32°C. Nilai standar deviasi ini menggambarkan besarnya variasi yang dihasilkan pada

pengukuran kelembaban. Apabila nilai standar deviasi yang dihasilkan kecil maka pembacaan atau pengukuran sensor semakin baik karena menghasilkan nilai pengukuran yang seragam atau variasi pengukuran yang rendah. Nilai ketidakpastian pengukuran terbesar sebesar 0,002 dan ketidakpastian pengukuran terkecil sebesar 0,001. Pada ketidakpastian pengukuran memberikan gambaran seberapa dekat nilai pengukuran dengan nilai yang seharusnya. Nilai yang didapatkan juga memiliki perbedaan dengan hasil penelitian Novita Kuserdianti yang memiliki nilai standar deviasi terbesar sebesar 0,2475 dan terkecil sebesar 0,0152 serta nilai ketidakpastian pengukuran terbesar sebesar 0,078 dan terkecil sebesar 0,014.

Berdasarkan hal tersebut nilai kesalahan *relative* atau MAPE, standar deviasi, dan ketidakpastian pengukuran yang dihasilkan penelitian ini memiliki nilai yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti penggunaan sensor yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Novita Kuserdianti menggunakan sensor SHT-11 dengan metode pengambilan data sebanyak 10 kali pada *setting* kondisi suhu ruang inkubator bayi 32°C, 33°C, 34°C, 35°C, 36°C dan 37°C.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari berdasarkan pengujian data yang telah dilakukan oleh penulis, dapat disimpulkan bahwa:

1. Modul alat *incubator analyzer* yang dibuat telah sesuai dengan tujuan penelitian dimana sensor suhu dan kelembaban dapat bekerja dan mengukur besaran nilai parameter yang diukur dengan baik, hasil pengukuran juga telah ditampilkan pada *display touchscreen* dan dapat ditampilkan pada aplikasi *handphone* sehingga dapat melakukan kalibrasi tanpa melihat *display* alat secara langsung.
2. Hasil penelitian pada pengujian sensor suhu memiliki nilai persentase MAPE terbesar sebesar 0,326% dan terkecil sebesar 0,253% sedangkan penelitian terdahulu [10] memiliki nilai persentase *error* terbesar sebesar 0,5185% dan terkecil sebesar 0,3042%.
3. Hasil penelitian pada pengujian sensor kelembaban memiliki nilai persentase MAPE terbesar sebesar 0,3257% dan terkecil sebesar 0,073% sedangkan penelitian terdahulu [9] memiliki nilai persentase *error* terbesar sebesar 0,32696% dan terkecil sebesar 0,253701%.
4. Hasil penelitian pengujian koneksi *bluetooth* dapat terkoneksi dengan stabil pada jarak 5 meter dan 10 meter.

5.2 SARAN

Dalam pembuatan modul alat *incubator analyzer* ini, penulis menyadari bahwa memiliki kekurangan yang dapat diperbaiki pada penelitian berikutnya. Penulis memberikan beberapa saran yang dapat digunakan untuk referensi pengembangan dan penyempurnaan penelitian berikutnya mengenai *incubator analyzer* sebagai berikut:

1. Menambahkan sensor suhu untuk mengkalibrasi sensor skin pada inkubator

2. Menambahkan penyimpanan data berupa alat yang dilakukan kalibrasi (merek, *type/model*, dan nomer seri alat) dan hasil kalibrasi *incubator analyzer*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Padila and I. Agustien, “Suhu Tubuh Bayi Prematur di Inkubator Dinding Tunggal dengan Inkubator Dinding Tunggal Disertai Sungkup,” *J. Keperawatan Silampari*, vol. 2, no. 2, pp. 113–122, 2019, doi: 10.31539/jks.v2i2.651.
- [2] L. Kamila and F. Elisa, “Perawatan Metode Kanguru (PMK) Sebagai Pengganti Inkubator Untuk Bayi Prematur,” *J. Soshum Insentif*, pp. 92–98, 2020, doi: 10.36787/jsi.v3i1.227.
- [3] R. Atma Ivory, N. Kholis, and F. Baskoro, “Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, pp. 185–194, 2021.
- [4] A. F. Ariani, “Perancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Inkubator Bayi Serta Ukur Berat Badan Berbasis IoT,” *J. Mosfet*, vol. 1, no. 2, pp. 17–21, 2021, doi: 10.31850/jmosfet.v1i2.1248.
- [5] A. A. Charisa, B. Utomo, and S. Syaifudin, “Incubator Analyzer Portabel Berbasis Pemrograman Visual Dilengkapi Penyimpanan ke Sd Card,” *J. Teknokes*, vol. 12, no. 2, pp. 29–35, 2019, doi: 10.35882/teknokes.v12i2.5.
- [6] V. N. Azkiyak, S. Syaifudin, and D. Titisari, “Incubator Analyzer Using Bluetooth Android Display (Humidity & Air Flow),” *Indones. J. Electron. Electromed. Eng. Med. informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 71–77, 2020, doi: 10.35882/ijeemi.v1i2.5.
- [7] V. A. Athavale, A. Pati, A. K. M. B. Hossain, and S. Luthfiyah, “INCU Analyzer for Infant Incubator Based on Android Application Using Bluetooth Communication to Improve Calibration Monitoring,” *J. Teknokes*, vol. 15, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: 10.35882/teknokes.v15i1.1.
- [8] H. N. A. Samputri, S. Syaifudin, and D. Titisari, “Incubator Analyzer Menggunakan Aplikasi Android,” *J. Teknokes*, vol. 12, no. 1, pp. 14–20, 2019, doi: 10.35882/teknokes.v12i1.3.
- [9] Novita Kuserdianti, “Incubator Analyzer Berbasis Arduino Uno Parameter Kelembaban Dan Aliran Udara,” 2020.

- [10] I. Mustaqim, “Incubator Analyzer Parameter Temperatur Dengan 6 Titik Pengukuran Dan Kebisingan Berbasis Arduino,” 2020.
- [11] F. Marwita, A. Ariman, M. Febriansyah, and I. Iswoko, “Rancang Bangun Alat Ukur Kondisi Ruang Inkubator Bayi berbasis Komputer PC dan Aplikasi Android,” *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 30, no. 2, pp. 59–66, 2021, doi: 10.37277/stch.v30i2.843.
- [12] A. Latif, H. A. Widodo, R. A. Atmoko, T. N. Phong, and E. T. Helmy, “Temperature and humidity controlling system for baby incubator,” *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 3, pp. 190–193, 2021, doi: 10.18196/jrc.2376.
- [13] Alkestore, “Inkubator Bayi Hostech BIN-3000B.” <https://www.alkestore.co.id/product/inkubator-bayi-hostech-bin-3000b/> (accessed Apr. 22, 2024).
- [14] A. Irawan, “Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian,” *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i2.44750.
- [15] I. N. Handayani, I. D. Gede, and H. Wisana, “Alat Ukur Parameter Fisik Inkubator Bayi : Suhu , Kelembaban , Aliran Udara dan Tingkat Kebisingan,” vol. 12, no. 1, pp. 148–155, 2023.
- [16] Fluke, “INCU II Incubator Radiant Warmer Analyzer.” <https://www.flukebiomedical.com/products/biomedical-test-equipment/incubator-radiant-warmer-analyzers/incu-ii-incubator-radiant-warmer-analyzer> (accessed Apr. 22, 2024).
- [17] D. Fermana, “Macam-macam Thermistor.” <https://www.birolistrik.com/5528/pengertian-thermistor-fungsi-jenis-cara-kerja> (accessed Apr. 22, 2024).
- [18] “THERMISTOR SEBAGAI SENSOR SUHU,” pp. 8–11.
- [19] “Karakteristik PTC dan NTC.” <https://margionoabdil.blogspot.com/2015/01/prinsip-kerja-sensor-dengan-perubahan.html?m=1> (accessed Apr. 22, 2024).
- [20] “Sensirion SHT-85.” <https://sensirion.com/products/catalog/SHT85/> (accessed Nov. 22, 2023).
- [21] “ARDUINO.” <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560> (accessed Nov. 22, 2023).

LAMPIRAN

A. Lampiran *Listing Program*

1. *Listing Program* Arduino

```
#include <Nextion.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial nextionSerial(2, 3);
#include <SHT85.h>
#include "SHT85.h"
SHT85 sht;
#define HC05TX      4
#define HC05RX      5
SoftwareSerial btSerial(HC05TX, HC05RX);

#define SensorSuhuT1    A0
#define SensorSuhuT2    A1
#define SensorSuhuT3    A2
#define SensorSuhuT4    A3
#define SensorSuhuT5    A4
#define SensorSuhuTM    A5
#define SHT85_ADDRESS  0x44
#define SensorKebisinganPin A6
#define SensorAirFlowpin  A7
const float BETA = 3950;
float referenceVoltage;
float ValueSuhuT1, analogSuhuT1, MeanSuhuT1, voltSuhuT1, nilaiSuhuT1;
float ValueSuhuT2, analogSuhuT2, MeanSuhuT2, voltSuhuT2, nilaiSuhuT2;
float ValueSuhuT3, analogSuhuT3, MeanSuhuT3, voltSuhuT3, nilaiSuhuT3;
float ValueSuhuT4, analogSuhuT4, MeanSuhuT4, voltSuhuT4, nilaiSuhuT4;
float ValueSuhuT5, analogSuhuT5, MeanSuhuT5, voltSuhuT5, nilaiSuhuT5;
float ValueSuhuTM, analogSuhuTM, MeanSuhuTM, voltSuhuTM, nilaiSuhuTM;
```

```

float ValueKelembaban, meankelembaban;
float ValuesuhuSHT, meansuhuSHT;
float ValuedBmeter, analogdB, meandBmeter, voltdBmeter, nilaidBmeter;
float ValueAirFlow, analogAirFlow, meanAirFlow, voltAirFlow;
int grafikT1, grafikT2, grafikT3, grafikT4, grafikT5, grafikTM, grafikSound;

void setup() {
  analogReference (EXTERNAL);
  referenceVoltage = 3.3;
  Serial.begin(9600);
  nextionSerial.begin(9600);
  btSerial.begin(9600);
  sht.begin(SHT85_ADDRESS);
  pinMode(HC05TX, INPUT_PULLUP);
}

void loop() {
  SUHUT1();
  SUHUT2();
  SUHUT3();
  SUHUT4();
  SUHUT5();
  SUHUTM();
  kelembaban();
  kebisingan();
  AirFlow();
  iotpengirim();
  Display();
  grafikNextion();
  delay(1200);
}

void SUHUT1() {
  ValueSuhuT1 = 0;
  analogSuhuT1 = analogRead(SensorSuhuT1);

```

```

for (int i = 0; i < 100; i++) {
ValueSuhuT1 += analogSuhuT1;
}
MeanSuhuT1 = (ValueSuhuT1 / 100);
voltSuhuT1 = (MeanSuhuT1 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT1 = (0.0575 * MeanSuhuT1) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuT1 < 12.16)
nilaiSuhuT1 = 0;
delay(100);
}
void SUHUT2() {
ValueSuhuT2 = 0;
analogSuhuT2 = analogRead(SensorSuhuT2);
for (int i = 0; i < 50; i++) {
ValueSuhuT2 += analogSuhuT2;
}
MeanSuhuT2 = ValueSuhuT2 / 50;
voltSuhuT2 = (MeanSuhuT2 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT2 = (17.825 * voltSuhuT2) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuT2 < 12.151)
nilaiSuhuT2 = 0;
delay(100);
}
void SUHUT3() {
ValueSuhuT3 = 0;
analogSuhuT3 = analogRead(SensorSuhuT3);
for (int i = 0; i < 5; i++) {
ValueSuhuT3 += analogSuhuT3;
}
MeanSuhuT3 = ValueSuhuT3 / 5;
voltSuhuT3 = (MeanSuhuT3 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT1 = (0.0575 * MeanSuhuT1) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuT3 < 12.151)

```

```
nilaiSuhuT3 = 0;
delay(100);
}
void SUHUT4() {
ValueSuhuT4 = 0;
analogSuhuT4 = analogRead(SensorSuhuT4);
for (int i = 0; i < 10; i++) {
ValueSuhuT4 += analogSuhuT4;
}
MeanSuhuT4 = ValueSuhuT4 / 10;
voltSuhuT4 = (MeanSuhuT4 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT4 = (17.825 * voltSuhuT4) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuT4 < 12.151)
nilaiSuhuT4 = 0;
delay(100);
}
void SUHUT5() {
ValueSuhuT5 = 0;
analogSuhuT5 = analogRead(SensorSuhuT5);
for (int i = 0; i < 5; i++) {
ValueSuhuT5 += analogSuhuT5;
}
MeanSuhuT5 = ValueSuhuT5 / 5;
voltSuhuT5 = (MeanSuhuT5 * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuT5 = (17.825 * voltSuhuT5) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuT5 < 12.151)
nilaiSuhuT5 = 0;
delay(100);
}
void SUHUTM() {
ValueSuhuTM = 0;
analogSuhuTM = analogRead(SensorSuhuTM);
for (int i = 0; i < 5; i++) {
```

```

ValueSuhuTM += analogSuhuTM;
}
MeanSuhuTM = ValueSuhuTM / 5;
voltSuhuTM = (MeanSuhuTM * 3.3) / 1023;
nilaiSuhuTM = (17.825 * voltSuhuTM) + 12.145 ;
if (nilaiSuhuTM < 12.151)
nilaiSuhuTM = 0;
delay(100);
}
void kelembaban() {
sht.read();
sht.getHumidity();
sht.getTemperature();
ValueKelembaban = 0;
for (int i = 0; i < 5; i++) {
ValueKelembaban += sht.getHumidity();
}
meankelembaban = (ValueKelembaban / 5) + 1.3;
if (meankelembaban < 1.31)
meankelembaban = 0;
delay(100);
}
void kebisingan() {
ValuedBmeter = 0;
analogdB = analogRead(SensorKebisinganPin);
for ( int i = 0; i < 50; i++) {
ValuedBmeter += analogdB;
}
meandBmeter = ValuedBmeter / 50;
voltdBmeter = (meandBmeter) * 3.3 / 1023;
nilaidBmeter = ((0.7116 *(voltdBmeter * 50))+13.768) - 1.00;
if (nilaidBmeter < 32.65 )
nilaidBmeter = 0;

```

```

delay(100);
}
void AirFlow() {
ValueAirFlow = 0;
analogAirFlow = analogRead(SensorAirFlowpin);
for ( int i = 0; i < 100; i++) {
ValueAirFlow += analogAirFlow;
}
meanAirFlow = ValueAirFlow / 100;
voltAirFlow = (meanAirFlow * 3.3) / 1023;
nilaiAirFlow = ( 0.277 * voltAirFlow) - 0.554;
if (nilaiAirFlow < 0)
nilaiAirFlow = 0;
delay(100);
}
void Display() {
nextionSerial.print("t11.txt=\");
nextionSerial.print(nilaiSuhuT1, 2);
nextionSerial.print("t12.txt=\");
nextionSerial.print(nilaiSuhuT2, 2);
nextionSerial.print("t13.txt=\");
nextionSerial.print(nilaiSuhuT3, 2);
nextionSerial.print("t14.txt=\");
nextionSerial.print(nilaiSuhuT4, 2);
nextionSerial.print("t15.txt=\");
nextionSerial.print(nilaiSuhuT5, 2);
nextionSerial.print("t16.txt=\");
nextionSerial.print(nilaiSuhuTM, 2);
nextionSerial.print("t17.txt=\");
nextionSerial.print(meankelembaban , 2);
nextionSerial.print("t18.txt=\");
nextionSerial.print(nilaidBmeter, 2);
nextionSerial.print("t19.txt=\");

```

```
nextionSerial.print(nilaiAirFlow, 2);
pengirim();
}
void pengirim() {
nextionSerial.print("\n");
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);
}
void iotpengirim() {
btSerial.print(nilaiSuhuT1, 2);
btSerial.print("|");
btSerial.print(nilaiSuhuT2, 2);
btSerial.print("|");
btSerial.print(nilaiSuhuT3, 2);
btSerial.print("|");
btSerial.print(nilaiSuhuT4, 2);
btSerial.print("|");
btSerial.print(nilaiSuhuT5, 2);
btSerial.print("|");
btSerial.print(sht.getTemperature(), 2);
btSerial.print("|");
btSerial.print(meankelembaban);
btSerial.print("|");
btSerial.print(nilaidBmeter);
btSerial.print("|");
btSerial.print(nilaiAirFlow);
btSerial.println("|");
delay(200);
}
void grafikNextion() {
int grafikT1 = map (nilaiSuhuT1, 28, 45, 0, 255);
nextionSerial.print("add 3,0," + String(grafikT1));
```

```
int grafikT2 = map (nilaiSuhuT2, 28, 40, 0, 255);
nextionSerial.print("add 4, 0," + String(grafikT2));
int grafikT3 = map (nilaiSuhuT3, 28, 40, 0, 255);
nextionSerial.print("add 5, 0," + String(grafikT3));
int grafikT4 = map (nilaiSuhuT4, 28, 40, 0, 255);
nextionSerial.print("add 6, 0," + String(grafikT4));
int grafikT5 = map (nilaiSuhuT5, 28, 40, 0, 255);
nextionSerial.print("add 7, 0," + String(grafikT5));
int grafikTM = map (nilaiSuhuTM, 28, 40, 0, 255);
nextionSerial.print("add 8, 0," + String(grafikTM));
int grafikSound = map (nilaidBmeter, 28, 75, 0, 255);
nextionSerial.print("add 9, 0," + String(grafikSound));
pengirimgrafik();
}
void pengirimgrafik() {
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);
nextionSerial.write(0xff);
}
```

2. Program Aplikasi *Monitoring*

```

when GENERALTEST .PermissionGranted
  permissionName
do call GENERALTEST .AskForPermission
  permissionName Permission BluetoothScan

when ListPicker1 .BeforePicking
do set ListPicker1 .Elements to BluetoothClient1 .AddressesAndNames

when ListPicker1 .AfterPicking
do set ListPicker1 .Selection to call BluetoothClient1 .Connect
  address ListPicker1 .Selection
  if BluetoothClient1 .IsConnected
  then set Label30 .Text to "CONNECTED"
  set Label30 .BackgroundColor to yellow

when Button5 .Click
do if BluetoothClient1 .IsConnected
  then call BluetoothClient1 .Disconnect
  set Label30 .Text to "-"
  set Label30 .BackgroundColor to red

when Button1 .Click
do open another screen screenName MENU

```

```

initialize global input to ""
initialize global name to create empty list

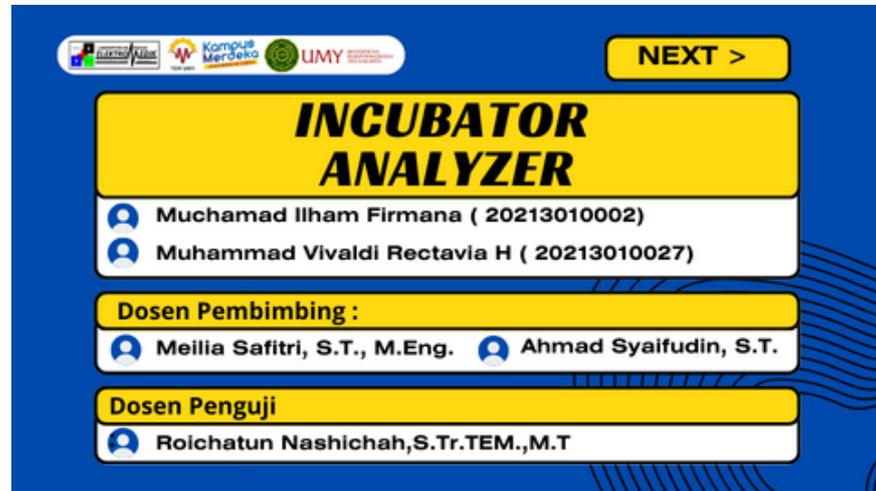
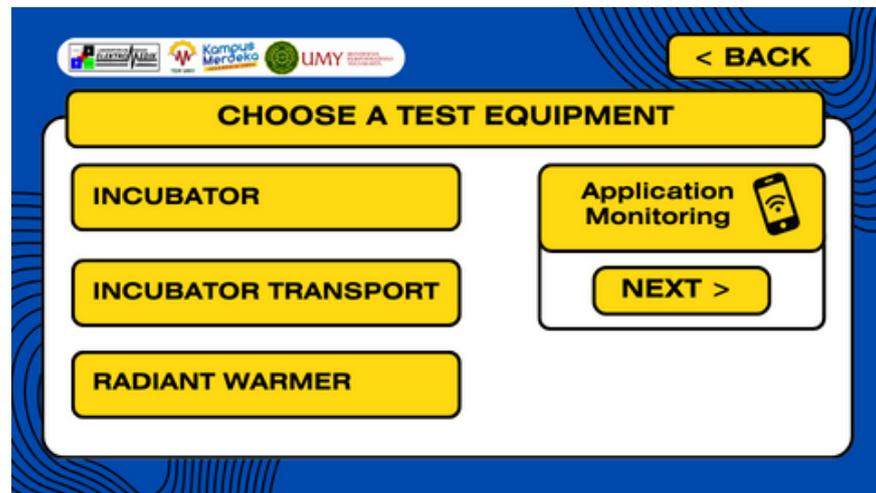
when Clock1 .Timer
do if BluetoothClient1 .IsConnected and call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive > 0
  then initialize local P to call BluetoothClient1 .ReceiveText
    numberOfBytes call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive
  in initialize local oke to split text get P
    at "!"
  in if length of list list get oke > 9
    then set Label2 .Text to select list item list get oke
      index 1
    set Label5 .Text to select list item list get oke
      index 2
    set Label8 .Text to select list item list get oke
      index 3
    set Label11 .Text to select list item list get oke
      index 4
    set Label14 .Text to select list item list get oke
      index 5
    set Label17 .Text to select list item list get oke
      index 6
    set Label20 .Text to select list item list get oke
      index 7
    set Label23 .Text to select list item list get oke
      index 8
    set Label26 .Text to select list item list get oke
      index 9

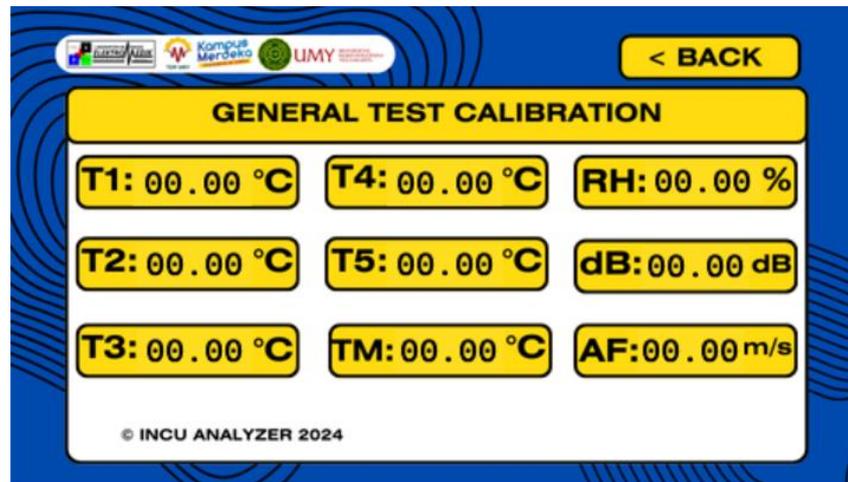
```

B. Tampilan *Display* dan *Aplikasi*

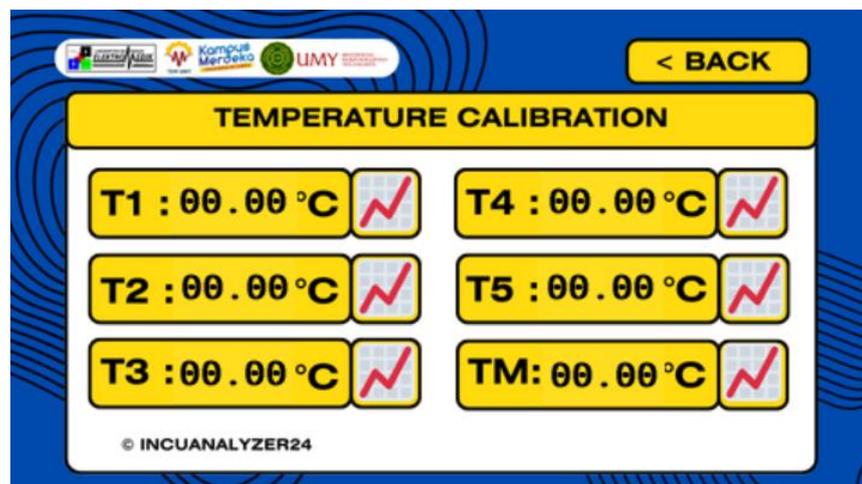
1. Tampilan *Display* Alat

a. Tampilan Awal Alat

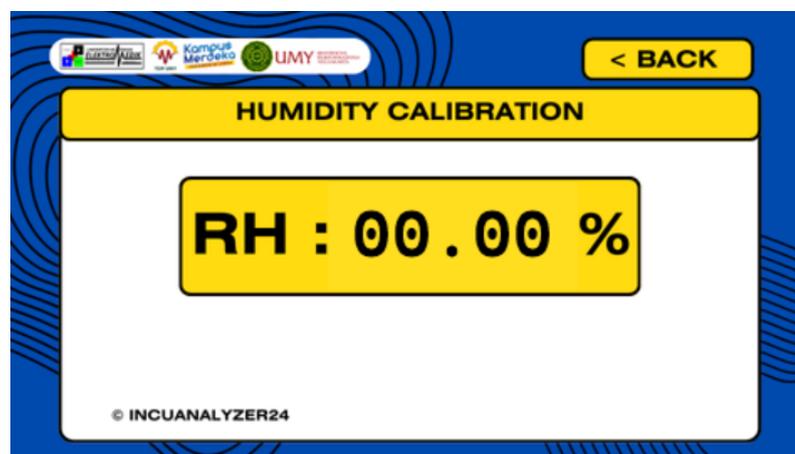
b. Tampilan Menu “*Choose a Test Equipment*”c. Tampilan Menu “*General Test Calibration*”



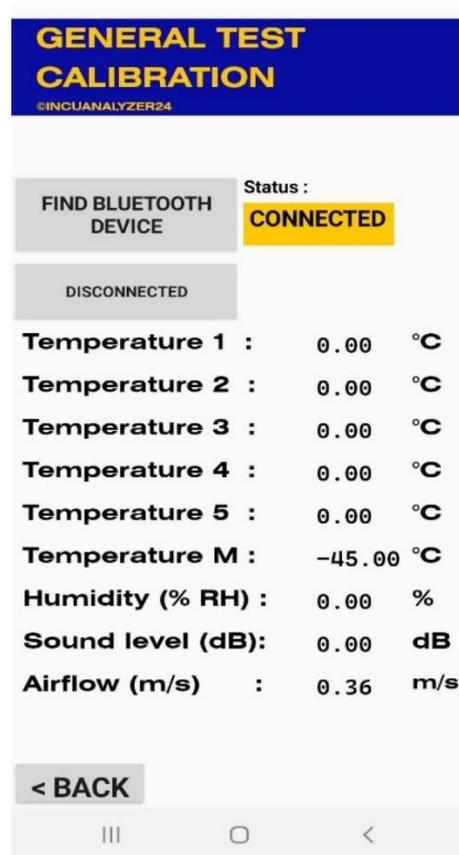
d. Tampilan Menu “*Temperature Calibration*”



e. Tampilan Menu “*humidity Calibration*”



2. Tampilan Aplikasi *Monitoring*

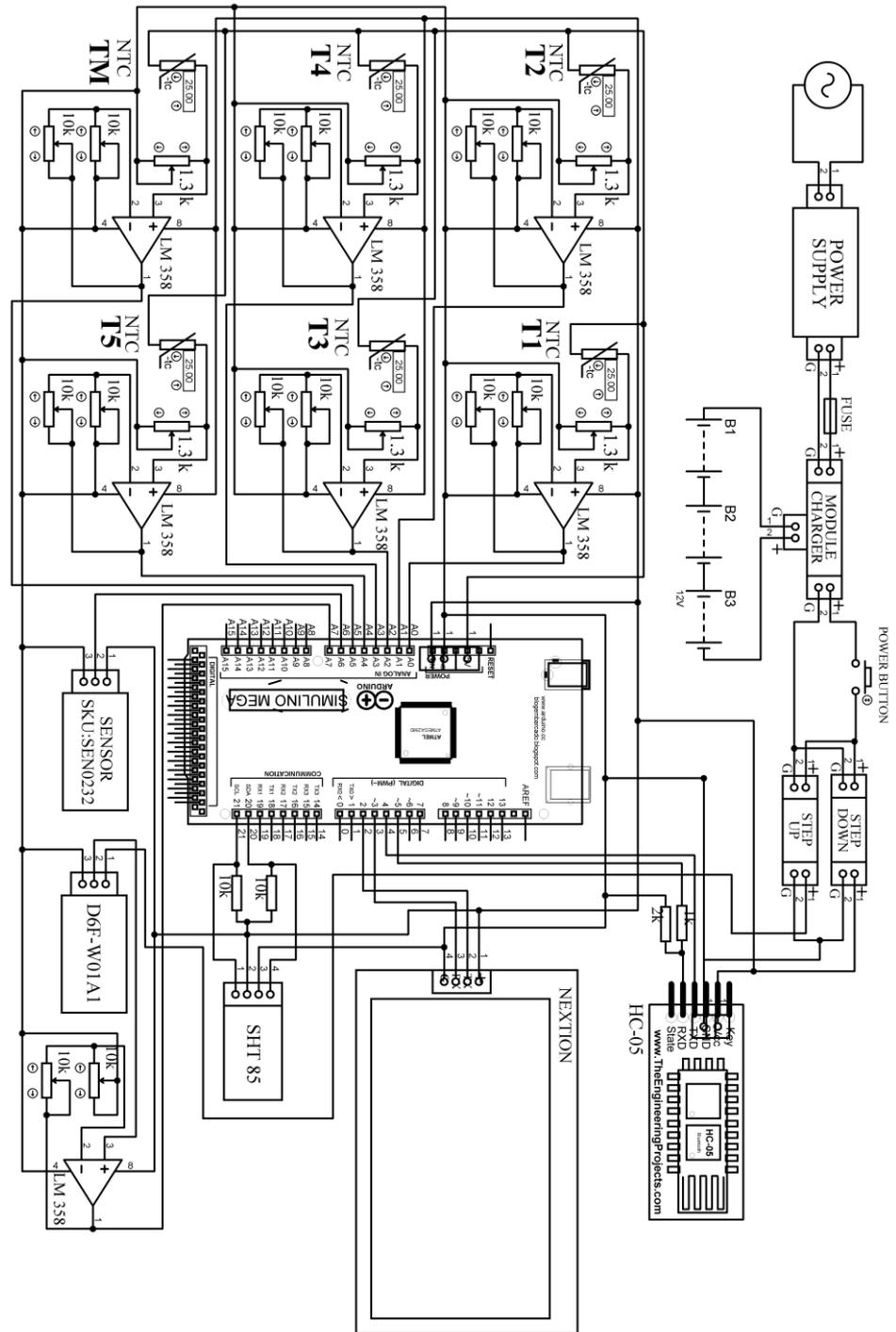


C. Kepanjangan dari Singkatan Kata

- ADC = Analog Digital Converter
- DC = Direct Current
- AC = Alternating Current
- PCB = Printed Circuit Board
- PLN = Perusahaan Listrik Negara
- TFT = Thin Film Transistor
- HMI = Human Machine Interface
- IDE = Integrated Development Environment
- IC = Integrated Circuit

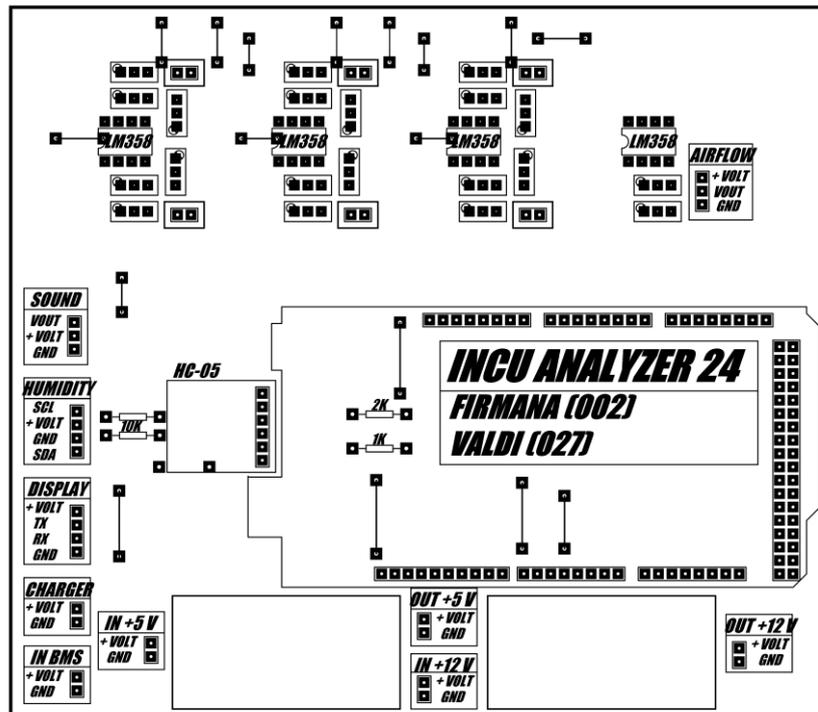
D. Skematik Rangkaian dan *Layout Mainboard* pada Proteus

1. Skematik Rangkaian Keseluruhan



2. Layout Mainboard Alat

a. Tampak Atas



b. Tampak Bawah

