



**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI TITIK PANAS DAN
PROTEKSI OTOMATIS PADA PHB-TR MENGGUNAKAN
SENSOR INFRAMERAH MLX90614 BERBASIS IOT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh:

Fenty Nurhaliza

40040622650023

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI TITIK PANAS DAN
PROTEKSI OTOMATIS PADA PHB-TR MENGGUNAKAN
SENSOR INFRAMERAH MLX90614 BERBASIS IOT**

Nama : Fenty Nurhaliza
NIM : 40040622650023

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH:


Dosen Pembimbing,


Yuniarso, S.T., M.T.
NIP. 197106151998021001

Tanggal.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro


Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

Tanggal.....

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI TITIK PANAS DAN
PROTEKSI OTOMATIS PADA PHB-TR MENGGUNAKAN
SENSOR INFRAMERAH MLX90614 BERBASIS IOT**

Diajukan oleh: Fenty Nurhaliza
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari: *Rabu*

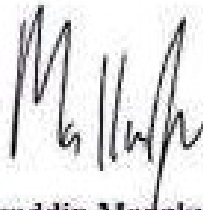
Tanggal: *10 Juni 2026*

Penguji I



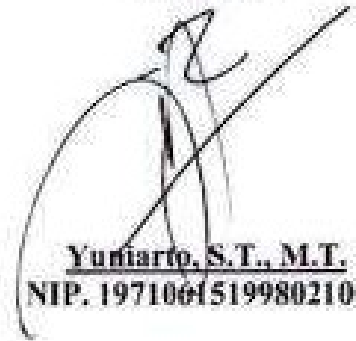
Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

Penguji II



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T.
NIP. 198908202019031012

Penguji III



Yudianto, S.T., M.T.
NIP. 197106151998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fenty Nurhaliza

NIM : 40040622650023

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Titik Panas dan
Proteksi Otomatis pada PHB-TR Menggunakan Sensor
Inframerah MLX90614 Berbasis IoT

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia mendapat sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No. 17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 10 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan



Fenty Nurhaliza
NIM. 40040622650023

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur yang mendalam kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat kesehatan, kemudahan, serta kekuatan yang telah diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang tidak pernah berhenti mendoakan, mendukung, dan menguatkan di setiap langkah perjuangan ini. Terima kasih atas kasih sayang, pengorbanan, serta doa yang selalu menyertai tanpa mengenal waktu. Tidak ada pencapaian dalam hidup ini yang mampu terwujud tanpa ridho dan dukungan dari Bapak dan Ibu.
2. Kepada Mas A dan Mbak S tersayang, terima kasih selalu menjadi *support system* terbaik dan menjadi motivasi terbesar penulis untuk berjuang dan meraih gelar sarjana. Pencapaian kalian menjadi penyemangat dan pengingat bagi penulis untuk tidak menyerah dalam menyelesaikan setiap prosesnya.
3. Teman-teman KKN Desa Kemambang Dusun Puwono, terima kasih atas kebersamaan, cerita, dan kenangan penuh petualangan yang telah dilalui bersama. Sembilan pribadi yang semula tak saling kenal, kini dipersatukan layaknya keluarga dengan segala pengalaman, tawa, dan perjuangan yang akan selalu membekas dalam perjalanan hidup penulis.
4. Teman-teman seperjuangan dan seperbimbingan, terima kasih karena telah saling menguatkan, membantu, dan menemani proses panjang ini.
5. Kepada seluruh teman angkatan Teknik Listrik Industri Angkatan 2022, terima kasih atas segala perjuangan dan kebersamaan yang telah menemani perjalanan penulis sejak masa awal perkuliahan hingga sampai di titik ini.
6. Seluruh pihak yang turut membantu penulis, terima kasih atas semua bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.
7. Terakhir, untuk diri sendiri, terima kasih karena telah mampu bertahan, terus berjuang, tidak menyerah pada keadaan, tetap kuat melewati proses, dan percaya bahwa semua proses akan berakhir indah pada waktunya. Terima kasih telah berjuang maksimal demi sebuah kata “selesai”.

ABSTRAK

Peningkatan suhu pada terminal sambungan PHB-TR akibat sambungan longgar berpotensi menimbulkan titik panas (*hotspot*) yang dapat menyebabkan gangguan dan kerusakan pada sistem distribusi tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototype sistem deteksi dini titik panas dan proteksi otomatis pada PHB-TR berbasis IoT menggunakan sensor inframerah MLX90614, ESP32, LCD, web monitoring berbasis MQTT, dan Telegram Bot. Sistem mampu melakukan monitoring suhu secara real-time, menampilkan status normal, warning, dan danger, serta melakukan proteksi otomatis berupa pemutusan beban (*trip*) pada kondisi bahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor memiliki jarak pengukuran optimal 2 cm dengan rata-rata error sebesar 1,55%, rata-rata delay notifikasi Telegram Bot sebesar 1,33 detik, serta mampu mendeteksi kecenderungan kenaikan suhu pada terminal yang disimulasikan mengalami sambungan longgar. Selain itu, fitur reset dan *safety interlock* berhasil mencegah sistem aktif kembali secara otomatis setelah proteksi bekerja. Berdasarkan hasil pengujian, prototype yang dirancang berhasil menjalankan fungsi monitoring, deteksi dini, notifikasi, dan proteksi otomatis pada PHB-TR.

Kata kunci: PHB-TR, MLX90614, deteksi dini, proteksi otomatis, MQTT, Telegram Bot, IoT.

ABSTRACT

Temperature increases at PHB-TR terminal connections due to loose connections can create hotspots that may lead to disturbances and damage in electrical power distribution systems. Therefore, this study aims to design and develop an IoT-based prototype for early hotspot detection and automatic protection in PHB-TR using the MLX90614 infrared sensor. The system consists of MLX90614 sensors, an ESP32 microcontroller, an LCD for local monitoring, MQTT-based web monitoring, and a Telegram Bot for notifications. The system is capable of monitoring temperature in real time, displaying normal, warning, and danger conditions, and performing automatic protection by disconnecting the load when a danger condition is detected. Experimental results show that the sensor has an optimal measurement distance of 2 cm with an average error of 1.55%, while Telegram Bot notifications have an average delay of 1.33 seconds. The system was also able to detect a tendency of temperature increase on terminals simulated with loose connections. In addition, the reset feature and safety interlock mechanism successfully prevented the system from automatically restarting after protection had been activated. Based on the test results, the developed prototype successfully performed monitoring, early detection, notification, and automatic protection functions for PHB-TR.

Keywords: *PHB-TR, MLX90614, early detection, automatic protection, MQTT, Telegram Bot, IoT.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan serta menyusun laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Titik Panas dan Proteksi Otomatis pada PHB-TR Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614 Berbasis IoT**”. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pada Program Studi Teknik Listrik Industri.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini telah terselesaikan dengan baik berkat doa, dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberi dukungan dan doa untuk kelancaran penulis menyelesaikan pendidikan ini.
3. Bapak Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si selaku Dean Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Yuniarto, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, memberi masukan, arahan, serta dukungan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu selama di perkuliahan.
7. Teman-teman Teknik Listrik Industri Angkatan 2022 yang selalu memberikan semangat dan bantuan dari awal hingga kapan pun itu.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Segala proses yang tertuang dalam Tugas Akhir ini menjadi bagian dari perjalanan belajar penulis. Penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat serta menjadi langkah kecil yang berarti dalam pengembangan keilmuan ini. Penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, setiap masukan dan saran yang diberikan akan menjadi pembelajaran yang sangat berharga bagi penulis ke depannya.

Semarang, 10 Juni 2026



Fenty Nurhaliza

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	3
1.4.2 Manfaat Praktis	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Tugas Akhir.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	9

2.2.1	Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)	9
2.2.2	Konsep <i>Overheating</i> pada Sambungan Terminal PHB-TR	13
2.2.3	Sensor Suhu Inframerah MLX90614	14
2.2.4	Sistem <i>Multiplexing</i> Data I2C (Multiplexer TCA9548A)	16
2.2.5	<i>Internet of Things</i>	18
2.2.6	Mikrokontroler ESP32	19
2.2.7	Protokol Komunikasi MQTT	20
2.2.8	Telegram Bot	22
2.2.9	Kontaktor Magnetik	22
2.2.10	Modul <i>Relay</i> Berbasis Optocoupler	23
2.2.11	Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	26
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR		28
3.1	Prosedur Pembuatan Tugas Akhir	28
3.2	Perancangan Hardware	30
3.2.1	Diagram Blok Sistem	31
3.2.2	Desain 3D <i>Prototype</i>	34
3.2.3	Rancangan Mekanis Peletakan Sensor	35
3.3	<i>Wiring</i> Diagram	37
3.3.1	Rangkaian Keseluruhan Sistem	38
3.3.2	Konfigurasi Mikrokontroler ESP32 DevKit V1	40
3.3.3	Rangkaian Logika dan Sensor	42
3.3.4	Rangkaian Daya dan Aktuator	44
3.4	Perancangan <i>Software</i>	46
3.4.1	Flowchart Sistem	47
3.4.2	Cara Kerja Sistem	49

3.4.3	Perancangan MQTT dan Telegram.....	52
BAB IV PEMBUATAN ALAT RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI		
TITIK PANAS DAN PROTEKSI OTOMATIS PADA PHB-TR		
MENGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH MLX90614 BERBASIS IOT ...		
4.1	Alat dan Bahan Pembuatan Alat.....	54
4.1.1	Alat yang Digunakan	54
4.1.2	Bahan dan Komponen Sistem.....	55
4.2	Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	56
4.2.1	Fabrikasi Panel dan Tata Letak (<i>Layouting</i>).....	56
4.2.2	Perakitan Rangkaian Arus Lemah	58
4.2.3	Perakitan Rangkaian Arus Kuat.....	59
4.2.4	Perakitan Modul Sensor dan <i>Bracket</i>	60
4.3	Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	61
4.3.1	Konfigurasi dan Inisialisasi Sistem.....	62
4.3.2	Deklarasi dan Inisialisasi Variabel Program.....	67
4.3.3	Logika Pemrograman dan Implementasi I2C Multiplexing	68
4.3.4	Implementasi Sistem Proteksi dan <i>Safety Interlock</i>	70
4.3.5	Implementasi <i>Monitoring</i> IoT dan Notifikasi Telegram.....	75
4.3.6	Pembuatan MQTT dan Web <i>Monitoring</i>	77
4.3.7	Pembuatan Telegram Bot.....	83
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS ALAT		
5.1	Tujuan Pengujian	88
5.2	Prosedur Pengujian	88
5.3	Pengujian Jarak Optimal Sensor MLX90614	90
5.4	Pengujian Kalibrasi Sensor Suhu MLX90614	92

5.5	Pengujian <i>Delay</i> Sistem Proteksi dan Notifikasi IoT	95
5.6	Pengujian Simulasi Sambungan Longgar pada Terminal Baut PHB-TR	97
5.7	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	99
5.8	Evaluasi Kelayakan Sistem.....	108
BAB VI PENUTUP		109
6.1	Kesimpulan	109
6.2	Saran	110
DAFTAR PUSTAKA		111
LAMPIRAN		113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perangkat Hubung Bagi tegangan Rendah.....	9
Gambar 2.2 Saklar Utama	10
Gambar 2.3 Rel Tembaga	11
Gambar 2.4 Unit Masukan (Incoming) PHB-TR.....	11
Gambar 2.5 Unit Keluaran (Outgoing) PHB-TR.....	12
Gambar 2.6 NH Fuse dan Holder Fuse	12
Gambar 2.7 Sensor Suhu Inframerah MLX90614 GY-906 BCC	14
Gambar 2.8 Skematik Rangkaian Sensor MLX90614.....	15
Gambar 2.9 Pin Sensor MLX90614.....	16
Gambar 2.10 Modul Multiplexer I2C TCA9548A	17
Gambar 2.11 Skematik Rangkaian Multiplexer TCA9548A.....	17
Gambar 2.12 Pin Out Modul ESP32 DevKit V1	19
Gambar 2.13 Kontaktor Magnetik	22
Gambar 2.14 Modul Optocoupler Relay 5V	23
Gambar 2.15 Rangkaian Modul Relay Berbasis Optocoupler.....	24
Gambar 2.16 Catu Daya.....	26
Gambar 2.17 Rangkaian Power Supply Switching.....	27
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	31
Gambar 3.2 Desain 3D Box Panel	34
Gambar 3.3 Rancangan Mekanis Bracket Sensor.....	35
Gambar 3.4 Wiring Rangkaian Keseluruhan Sistem	38
Gambar 3.5 Rangkaian Skematik ESP32 DevKit V1	40
Gambar 3.6 Rangkaian Skematik Logika dan Sensor.....	42
Gambar 3.7 Rangkaian Skematik Daya dan Aktuator	44
Gambar 3.8 Flowchart Sistem.....	49
Gambar 4.1 Modifikasi Bagian Depan Box Panel.....	57
Gambar 4.2 Perencanaan Awal Penempatan Komponen.....	57
Gambar 4.3 Penyolderan pada Rangkaian PCB.....	58
Gambar 4.4 Perakitan Rangkaian Arus Lemah.....	59
Gambar 4.5 Perakitan Rangkaian Arus Kuat	59

Gambar 4.6 Proses Pembuatan Bracket Sensor dengan 3D Printer	60
Gambar 4.7 Posisi Peletakan Bracket Sensor	61
Gambar 4.8 Install Arduino ESP32 Board pada Board Manager Arduino Uno ...	62
Gambar 4.9 Menambahkan Board ESP32 dan Mengatur Serial Port	62
Gambar 4.10 Library yang Digunakan pada Program	63
Gambar 4.11 Konfigurasi Jaringan WiFi, Telegram Bot, dan MQTT Broker.....	64
Gambar 4.12 Konfigurasi Topic MQTT	64
Gambar 4.13 Konfigurasi Pin Input dan Output	65
Gambar 4.14 Konfigurasi Threshold Suhu	65
Gambar 4.15 Inisialisasi Fungsi Setup.....	65
Gambar 4.16 Inisialisasi Buzzer	66
Gambar 4.17 Inisialisasi LCD.....	66
Gambar 4.18 Konfigurasi Koneksi WiFi, Waktu NTP, MQTT, dan Telegram	67
Gambar 4.19 Deklarasi Variabel.....	67
Gambar 4.20 Variabel Timer	68
Gambar 4.21 Konfigurasi Channel Multiplexer.....	69
Gambar 4.22 Fungsi tcselect().....	69
Gambar 4.23 Proses Pembacaan Suhu Sensor Melalui readMLX()	69
Gambar 4.24 Pembacaan Suhu pada Masing-Masing Sensor.....	70
Gambar 4.25 Penentuan Status Kondisi Sistem.....	70
Gambar 4.26 Penentuan Kondisi Warning dan Danger	71
Gambar 4.27 Variabel dangerLatched	71
Gambar 4.28 Penentuan Kondisi Sistem.....	71
Gambar 4.29 Program pada Relay	72
Gambar 4.30 Konfigurasi Buzzer	73
Gambar 4.31 Konfigurasi Reset Manual.....	73
Gambar 4.32 Konfigurasi Reset Jarak Jauh Melalui MQTT	74
Gambar 4.33 Animasi Reset pada LCD.....	74
Gambar 4.34 Interval Pengiriman Data MQTT	75
Gambar 4.35 Data Monitoring Format JSON	75
Gambar 4.36 Mengubah Data JSON Menjadi Format String	76

Gambar 4.37 Penentuan Status Notifikasi pada Telegram	76
Gambar 4.38 Pengiriman Notifikasi pada Telegram Bot.....	76
Gambar 4.39 Pembuatan Cluster Broker MQTT	77
Gambar 4.40 Pembuatan Credential	78
Gambar 4.41 Data Broker MQTT.....	78
Gambar 4.42 Konfigurasi Topic MQTT	78
Gambar 4.43 Konfigurasi Koneksi MQTT pada ESP32.....	79
Gambar 4.44 Koneksi ESP32 Menuju Broker MQTT.....	79
Gambar 4.45 Data Monitoring Suhu Format JSON.....	79
Gambar 4.46 Konversi format String JSON	80
Gambar 4.47 Koneksi JavaScript Menuju Broker MQTT	80
Gambar 4.48 Subscribe Topic Monitoring	81
Gambar 4.49 Proses Penerimaan dan Pembacaan Data MQTT.....	81
Gambar 4.50 Update Status Kondisi Suhu.....	82
Gambar 4.51 Publish Topic Reset.....	82
Gambar 4.52 Tampilan Dashboard Web Monitoring Suhu PHB-TR.....	83
Gambar 4.53 Pembuatan Telegram Bot dengan BotFather	84
Gambar 4.54 Data Chat ID.....	85
Gambar 4.55 Integrasi Telegram Bot dengan ESP32	85
Gambar 4.56 Program pada Pesan Notifikasi	86
Gambar 4.57 Tampilan Notifikasi Pesan Telegram pada Bot dan Grup Chat.....	87
Gambar 5.1 Grafik Tren Kenaikan Suhu Fasa R Terhadap Sambungan Longgar	97
Gambar 5.2 Grafik Tren Kenaikan Suhu Fasa S Terhadap Sambungan Longgar	98
Gambar 5.3 Grafik Tren Kenaikan Suhu Fasa T Terhadap Sambungan Longgar	98
Gambar 5.4 Tampilan LCD saat Kondisi Suhu Normal	101
Gambar 5.5 Tampilan LCD saat Kondisi Suhu Peringatan	101
Gambar 5.6 Tampilan LCD saat Kondisi Suhu Bahaya	102
Gambar 5.7 Tampilan Web Monitoring saat Kondisi Suhu Normal	103
Gambar 5.8 Tampilan Web Monitoring saat Kondisi Suhu Peringatan	103
Gambar 5.9 Tampilan Web Monitoring saat Kondisi Suhu Bahaya.....	104
Gambar 5.10 Notifikasi Pesan Telegram saat Kondisi Suhu Peringatan.....	104

Gambar 5.11 Notifikasi Pesan Telegram saat Kondisi Suhu Bahaya	105
Gambar 5.12 Tampilan LCD saat Reset Sistem.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Fungsi Pin pada Sensor MLX90614.....	16
Tabel 2-2 Fungsi Umum Pin ESP32 DevKit V1	20
Tabel 4-1 Daftar Alat yang Digunakan.....	54
Tabel 4-2 Komponen Arus Kuat.....	55
Tabel 4-3 Komponen Arus Lemah.....	55
Tabel 5-1 Pengujian Jarak Optimal Sensor MLX90614.....	90
Tabel 5-2 Pengujian Kalibrasi Sensor Suhu MLX90614.....	93
Tabel 5-3 Pengujian Delay Sistem Proteksi dan Notifikasi IoT	96
Tabel 5-4 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemrograman ESP32.....	113
Lampiran 2 Pemrograman Web Monitoring Berbasis MQTT.....	113
Lampiran 3 Data Sheet ESP32.....	140
Lampiran 4 Data Sheet Sensor Inframerah MLX90614	141
Lampiran 5 Data Sheet Multiplexer TCA9548A.....	142
Lampiran 6 Data Sheet Modul Optocoupler Relay 5V.....	143
Lampiran 7 Data Sheet LCD 20x4 I2	144