

**PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM *MONITORING* TEMPERATUR
SAMBUNGAN *BUSBAR* DAN PARAMETER LISTRIK UNTUK DETEKSI DINI
KEGAGALAN SAMBUNGAN PANEL TEGANGAN MENENGAH BERBASIS IoT**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Elektronika**

Oleh :

Nopriyansyah

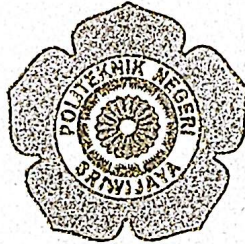
062330320605

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM *MONITORING* TEMPERATUR
SAMBUNGAN *BUSBAR* DAN PARAMETER LISTRIK UNTUK
DETEKSI DINI KEGAGALAN SAMBUNGAN PANEL TEGANGAN
MENENGAH BERBASIS IoT



LAPORAN AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Nopriyansyah
062330320605

Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.

NIP 197508162001121001

Dosen Pembimbing II



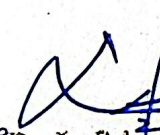
Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng.

NIP 199305232022031010

Mengetahui

Ketua Jurusan

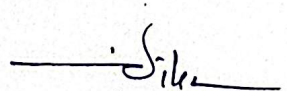
Teknik Elektro



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM
NIP 197907222008011007

Koordinator Program Studi

Teknik Elektronika


Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.
NIP 197508162001121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : NOPRIYANSYAH

NPM : 062330320605

Judul Laporan Akhir : Perancangan *Prototype* sistem *Monitoring* temperatur sambungan *Busbar* dan parameter listrik untuk deteksi dini kegagalan sambungan panel tegangan menengah berbasis IoT

Dengan ini, saya menyatakan bahwa Laporan Akhir yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri dengan bimbingan dan arahan dari Pembimbing I dan Pembimbing II, akan tetapi terkhusus pada BAB II Tinjauan Pustaka ada beberapa referensi sumber yang sudah saya cantumkan. Saya menyadari sepenuhnya bahwa segala bentuk ketidakorisinalan dalam karya tulis ini adalah tanggung jawab saya. Jika di kemudian hari ditemukan adanya bagian-bagian yang tidak orisinil, saya siap menerima segala konsekuensi yang diterapkan oleh instansi pendidikan terkait.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan kejujuran, tanpa adanya manipulasi atau paksaan dari pihak manapun. Saya memahami pentingnya integritas akademik dan berkomitmen untuk menjunjung tinggi nilai-nilai tersebut dalam setiap karya tulis yang saya hasilkan.



Palembang, Juni 2026



Nopriyansyah

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan”

-(*Qs Al-Insyirah*)

"Jangan menunda apa yang bisa dilakukan hari ini. Banyak orang kehilangan kesempatan karena terlalu yakin bahwa hari esok masih tersedia."

- (Nopriyansyah)

PERSEMBAHAN :

Penulis mempersembahkan Laporan Akhir ini kepada:

1. **Allah *Subhanahu wa Ta'ala***, yang senantiasa memberikan rahmat, kesehatan, kekuatan, serta kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan penyusunan Laporan Akhir ini dengan baik.
2. **Istri tercinta, Diana Anggraini**, yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, dan pengorbanan selama proses perkuliahan hingga penyusunan Laporan Akhir ini. Serta putra tercinta **Amr Zain Adrian**, yang menjadi penyemangat bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan.
3. **Keluarga besar**, yang selalu memberikan doa, dukungan, bantuan, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini.
4. **Bapak Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom., dan Bapak Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng.**, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, serta dukungan yang sangat berarti dalam penyusunan Laporan Akhir ini.
5. **Politeknik Negeri Sriwijaya**, sebagai tempat penulis menimba ilmu, pengalaman, dan mengembangkan kemampuan selama menempuh pendidikan pada Program Studi Teknik Elektro.
6. **Diri sendiri**, yang telah mampu bertahan, berjuang, dan menyelesaikan setiap proses hingga mencapai tahap ini. Terima kasih karena tidak menyerah dalam menghadapi berbagai tantangan selama masa perkuliahan.

ABSTRAK

PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM *MONITORING* TEMPERATUR SAMBUNGAN *BUSBAR* DAN PARAMETER LISTRIK UNTUK DETEKSI DINI KEGAGALAN SAMBUNGAN PANEL TEGANGAN MENENGAH BERBASIS IoT (2026: xv + 85 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Akhir, 2026

Nopriyansyah; dibimbing oleh Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom dan Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng.

Sambungan *Busbar* merupakan komponen penting pada panel tegangan menengah yang berfungsi sebagai penghantar dan penghubung antar peralatan listrik. Kelonggaran sambungan, korosi, atau peningkatan resistansi kontak dapat menyebabkan kenaikan temperatur yang berpotensi menimbulkan kegagalan sambungan. Oleh karena itu, diperlukan sistem *Monitoring* untuk memantau kondisi *Busbar* secara *Real-time*.

Penelitian ini bertujuan merancang *Prototype* sistem *Monitoring* temperatur sambungan *Busbar* dan parameter listrik berbasis Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan sensor MLX90614 untuk mengukur temperatur serta sensor PZEM-004T v4 untuk mengukur tegangan, arus, dan daya. Data diproses oleh ESP32, ditampilkan melalui aplikasi Blynk, dan disimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MLX90614 memiliki akurasi 96,31%, sedangkan sensor PZEM-004T v4 memiliki akurasi 99,45% untuk tegangan, 91,06% untuk arus, dan 92,40% untuk daya. Sistem juga mampu mengirim dan menyimpan data secara otomatis setiap 1 menit serta memberikan peringatan berdasarkan batas temperatur yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil pengujian, *Prototype* yang dikembangkan mampu melakukan *Monitoring* temperatur dan parameter listrik secara *Real-time* dengan tingkat akurasi yang baik sehingga berpotensi mendukung deteksi dini kegagalan sambungan pada panel tegangan menengah.

Kata Kunci: *Busbar*, IoT, MLX90614, PZEM-004T v4, *Monitoring* Temperatur.

ABSTRACT

DESIGN OF A BUSBAR JOINT TEMPERATURE AND ELECTRICAL PARAMETER MONITORING PROTOTYPE SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF MEDIUM-VOLTAGE PANEL JOINT FAILURES BASED ON THE INTERNET OF THINGS (IoT)

(2026: xv + 85 Pages + Bibliography + Appendices)

Scientific Paper in the form of a Final Report, 2026

Nopriyansyah; supervised by Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom dan Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng.

Busbar joints are important components in medium-voltage panels that function as conductors and connectors between electrical equipment. Loose connections, corrosion, or increased contact resistance can cause temperature rise, which may lead to joint failure. Therefore, a Monitoring system is required to observe Busbar conditions in Real time.

This study aims to design and develop a Prototype of a Busbar joint temperature and electrical parameter Monitoring system based on the Internet of Things (IoT). The system utilizes MLX90614 sensors to measure temperature and PZEM-004T v4 sensors to measure voltage, current, and power. The measured data are processed by an ESP32 microcontroller, displayed through the Blynk application, and automatically stored in Google Spreadsheet.

The test results show that the MLX90614 sensor achieved an accuracy of 96.31%, while the PZEM-004T v4 sensor achieved accuracies of 99.45% for voltage measurement, 91.06% for current measurement, and 92.40% for power measurement. The system was also able to transmit and store data automatically every minute and provide warnings based on predefined temperature thresholds.

Based on the test results, the developed Prototype is capable of Monitoring temperature and electrical parameters in Real time with good accuracy and has the potential to support the early detection of Busbar joint failures in medium-voltage panels.

Keywords: *Busbar, Internet of Things (IoT), MLX90614, PZEM-004T v4, Temperature Monitoring.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* karena atas rahmat dan limpahan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM *MONITORING* TEMPERATUR SAMBUNGAN *BUSBAR* DAN PARAMETER LISTRIK UNTUK DETEKSI DINI KEGAGALAN SAMBUNGAN PANEL TEGANGAN MENENGAH BERBASIS IoT ” sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Adapun tujuan penulisan laporan ini adalah untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika.

Dalam menyelesaikan penulisan Laporan Akhir ini tentu tidak lepas dari bimbingan, arahan, nasihat, masukan yang secara langsung maupun tidak langsung dan petunjuk dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Laporan Akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak **Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.** selaku Dosen Pembimbing I yang juga menjabat sebagai Koordinator Program Studi D-III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak **Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng.** selaku Dosen Pembimbing II.

Kemudian penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada:

3. **Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T.,** selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. **Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. **Ibu Ir. Lindawati S.T., M.T.I** Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Bapak/Ibu Dosen Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Diana Anggraini, istri tercinta yang senantiasa memberikan dukungan penuh serta semangat dalam setiap langkah.
8. Semua pihak yang telah membantu serta mendoakan dalam menyelesaikan LAPORAN AKHIR.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Akhir masih banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan pada kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran, demi penyempurnaan agar Laporan Akhir menjadi lebih baik.

Dengan demikian penulis mengharapkan Laporan Akhir dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis sendiri. Akhir kata penulis mengharapkan semoga LAPORAN AKHIR ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis sendiri khususnya.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Dan Manfaat.....	4
1.4.1. Tujuan.....	4
1.4.2. Manfaat.....	4
1.5. Metode Penulisan.....	5
1.5.1. Studi Kepustakaan.....	5
1.5.2. Perancangan <i>Hardware</i>	5
1.5.3. Perancangan <i>Software</i>	5
1.5.4. Pengujian Sistem.....	5
1.5.5. Analisa.....	5
1.5.6. Penyusunan Laporan Akhir.....	6
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. <i>State of the Art</i>	8
2.2. Sistem Distribusi Tegangan Menengah.....	10
2.2.1. Fungsi Sistem Distribusi Tegangan Menengah.....	11
2.2.2. Komponen Sistem Distribusi Tegangan Menengah.....	12

2.2.3.	permasalahan pada sistem distribusi tegangan menengah.....	12
2.3.	<i>Busbar</i> Pada Panel Distribusi.....	13
2.4.	Resistansi Kontak Pada Sambungan <i>Busbar</i> listrik.....	14
2.4.1.	Tekanan Kontak.....	14
2.4.2.	Kondisi Permukaan Konduktor.....	15
2.4.3.	Luas Bidang Kontak.....	15
2.5.	<i>Overheating</i> Pada Sambungan <i>Busbar</i>	15
2.6.	Kegagalan Sambungan <i>Busbar</i>	18
2.6.1.	Penyebab kegagalan sambungan <i>Busbar</i>	18
2.6.2.	Dampak kegagalan	20
2.7.	<i>Condition Monitoring</i>	21
2.7.1.	Pengertian <i>Condition Monitoring</i>	21
2.7.2.	Tujuan <i>Condition Monitoring</i>	22
2.7.3.	Parameter yang Dipantau.....	22
2.7.4.	<i>Condition Monitoring</i> Pada Sistem Tenaga Listrik.....	23
2.8.	Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	24
2.8.1.	<i>Corrective maintenance</i>	25
2.8.2.	<i>Preventive maintenance</i>	25
2.8.3.	<i>Predictive maintenance</i>	26
2.9.	Termografi Inframerah.....	27
2.9.1.	Prinsip Kerja Termografi Inframerah.....	28
2.9.2.	Penerapan pada Sistem Tenaga Listrik.....	28
2.10.	Sensor Temperatur GY-906-BCC MLX90614ESF.....	29
2.10.1.	Modul TCA9548A <i>Multiplexer</i>	30
2.11.	Sensor Energi Pzem-004t.....	31
2.12.	Komunikasi Data.....	33
2.12.1.	<i>Inter-Integrated Circuit (I2C)</i>	33
2.12.2.	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)</i>	34
2.13.	Mikrokontroler ESP32.....	35
2.14.	<i>Internet Of Things (IoT)</i>	37
2.14.1.	Pengertian <i>Internet of Things</i>	37

2.14.2. Arsitektur <i>Internet of Things</i>	37
2.14.3. Komunikasi Data Pada IoT.....	38
2.15. Sistem <i>Monitoring</i> Berbasis IoT.....	38
2.16. Aplikasi BLYNK.....	39
BAB III RANCANG BANGUN.....	41
3.1. Perancangan Sistem.....	41
3.1.1. Tahapan Perancangan.....	41
3.1.2. Kebutuhan Sistem.....	42
3.2. Diagram Blok Sistem.....	44
3.3. Perancangan Perangkat Keras.....	46
3.3.1. Rangkaian Elektronik.....	46
3.3.2. Desain 3D Sistem.....	49
3.4. Perancangan Perangkat Lunak.....	51
3.4.1. <i>FlowChart</i> sistem.....	51
3.4.2. Algoritma Sistem.....	53
3.5. Rencana Implementasi Sistem di Lapangan.....	54
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1. Realisasi <i>Prototype</i> Sistem.....	57
4.1.1. Realisasi Panel Kontrol.....	58
4.1.2. Realisasi Keseluruhan <i>Prototype</i>	58
4.1.3. Realisasi <i>Dashboard</i> Blynk.....	59
4.2. Pengujian Sensor Temperatur MLX90614.....	60
4.2.1. Metode Pengujian.....	60
4.2.2. Hasil Pengujian.....	61
4.2.3. Analisis Hasil Pengujian.....	64
4.3. Pengujian Sensor PZEM004T.....	65
4.3.1. Metode Pengujian.....	65
4.3.2. Hasil Pengujian.....	66
4.3.3. Analisis Hasil Pengujian.....	69
4.4. Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> Berbasis IoT	71
4.4.1. Metode Pengujian.....	71

4.4.2. Hasil Pengujian.....	72
4.4.3. Analisis Hasil Pengujian.....	74
4.5. Pengujian Sistem Peringatan Dini (<i>Early Warning</i>) Overheating	75
4.5.1 Metode Pengujian.....	75
4.5.2 Hasil Pengujian.....	76
4.5.3 Analisis Hasil Pengujian.....	82
BAB V PENUTUP.....	84
5.1. Kesimpulan.....	84
5.2. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN.....	-1-

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Single line diagram jalur Power distribusi	11
Gambar 2. 2	Busbar Panel Distribusi Tegangan Menengah.....	14
Gambar 2. 3	Overheating pada Sambungan Busbar.....	18
Gambar 2. 4	Sambungan Busbar Yang Terbakar.....	20
Gambar 2. 5	Konsep Penerapan Condition Monitoring	24
Gambar 2. 6	Corrective maintenance: 7 General Steps of a Sample Procedure ..	25
Gambar 2. 7	Kegiatan dalam Preventive maintenance.....	26
Gambar 2. 8	Pembagian tipe Maintenance.....	27
Gambar 2. 9	Sensor GY-906-BCC MLX90614ESF	30
Gambar 2. 10	Diagram Pengaplikasian.....	31
Gambar 2. 11	Sensor PZEM-004T.....	32
Gambar 2. 12	Contoh Implementasi Bus I2C	34
Gambar 2. 13	Skematik komunikasi serial UART	35
Gambar 2. 14	ESP32	37
Gambar 2. 15	Arsitektur dasar dan fitur utama dari Blynk.....	40
Gambar 3. 1	Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	42
Gambar 3. 2	Diagram Blok	44
Gambar 3. 3	Skematik Rangkaian Sistem.....	46
Gambar 3. 4	Desain 3D Sistem Monitoring tampak atas.....	49
Gambar 3. 5	Desain 3D Sistem Monitoring tampak samping.....	50
Gambar 3. 6	Desain 3D pada panel kontrol	51
Gambar 3. 7	FlowChart Sistem	52
Gambar 3. 8	Overheating TSU.....	56
Gambar 3. 9	Current Transformer.....	56

Gambar 4. 1	Panel kontrol sistem Monitoring Busbar	58
Gambar 4. 2	Keseluruhan Prototype sistem Monitoring Busbar	59
Gambar 4. 3	Dashboard Monitoring pada aplikasi Blynk	60
Gambar 4. 4	Grafik perbandingan suhu Thermo gun dan mlx90614 Busbar 1 ...	62
Gambar 4. 5	Grafik perbandingan suhu Thermo gun dan mlx90614 Busbar 2 ...	63
Gambar 4. 6	Grafik perbandingan suhu Thermo gun dan mlx90614 Busbar 3 ...	64
Gambar 4. 7	Grafik perbandingan rata rata daya pada setiap busbar	68
Gambar 4. 8	Grafik perbandingan rata rata daya pada setiap Busbar	69
Gambar 4. 9	koneksi wifi ke esp32	72
Gambar 4. 10	Dashboard Monitoring pada aplikasi Blynk	73
Gambar 4. 11	Penyimpanan data hasil <i>Monitoring</i> pada Google Spreadsheet	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of the Art.....	8
Tabel 2. 2 Table spesifikasi sensor.....	29
Tabel 2. 3 Table spesifikasi sensor.....	32
Tabel 3. 1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	43
Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	44
Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin ESP32.....	48
Tabel 3. 4 Koneksi Sensor MLX90614 ke TCA9548A.....	48
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor MLX90614 pada Busbar 1.....	61
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor MLX90614 pada Busbar 2.....	62
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor MLX90614 pada Busbar 3.....	63
Tabel 4. 4 Hasil Rata-rata Error Sensor MLX90614.....	64
Tabel 4. 5 Data hasil Pengujian Tegangan.....	66
Tabel 4. 6 Hasil rata-rata error Pengujian Tegangan.....	67
Tabel 4. 7 Data hasil Pengujian Arus.....	67
Tabel 4. 8 Hasil rata-rata error Pengujian Arus.....	68
Tabel 4. 9 Data hasil Pengujian daya.....	68
Tabel 4. 10 Hasil rata rata error Pengujian daya.....	69
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Monitoring IoT.....	74
Tabel 4. 12 Kategori Kondisi Temperatur.....	75
Tabel 4. 13 Hasil pengujian Kondisi normal.....	76
Tabel 4. 14 Hasil pengujian Kondisi <i>Warning</i>	77
Tabel 4. 15 Hasil pengujian Kondisi High.....	79
Tabel 4. 16 Hasil pengujian Kondisi <i>Critical</i>	81