



**RANCANG BANGUN MONITORING BERBASIS IOT UNTUK
DETEKSI DINI GANGGUAN PADA KETIDAK SEIMBANGAN
BEBAN DAN LEVELING MINYAK PADA TRAFO DISTRIBUSI
MENGUNAKAN NODEMCU ESP32**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
RICKY ELMIAN TO 41420120118

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2025**



**RANCANG BANGUN MONITORING BERBASIS IOT UNTUK
DETEKSI DINI GANGGUAN PADA KETIDAK SEIMBANGAN
BEBAN DAN LEVELING MINYAK PADA TRAFO DISTRIBUSI
MENGUNAKAN NODEMCU ESP32**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : RICKY ELMIAN TO

NIM : 41420120118

PEMBIMBING : Dr. REGINA LIONNIE, ST,MT

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Ricky Elmianto

N.I.M : 41420120118

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : Rancang Bangun *Monitoring* Berbasis *IOT* Untuk Deteksi Dini Gangguan Pada Ketidak Seimbangan Beban dan Levelling Minyak Pada Trafo Distribusi Menggunakan *NodeMCU ESP32*

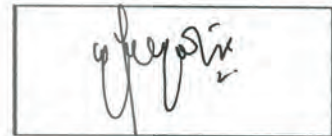
Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan Oleh

Tanda Tangan

Pembimbing : Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T.

NUPTK : 7533767668230312



Pembimbing : Ketty Siti Salamah, S.T., M.T.

NUPTK : 7962769670230272



Anggota Penguji : Julpri Andika, S.T., M.Sc

NUPTK : 7055769670130323



Jakarta, 06 Agustus 2025

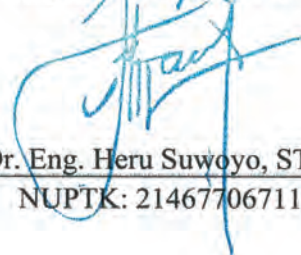
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc.
NUPTK: 2146770671130403

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Ricky Elmianto
NIM : 41420120118
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **RANCANG BANGUN MONITORING BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI GANGGUAN PADA KETIDAK SEIMBANGAN BEBAN DAN LEVELING MINYAK PADA TRAFO DISTRIBUSI MENGGUNAKAN NODEMCU ESP32**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 15 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **12 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS Jakarta, 15 Agustus 2025
MERCU BUANA Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ricky Elmianto

N.I.M : 41420120118

Program Studi : Rancang Bangun *Monitoring* Berbasis *IOT* Untuk Deteksi
Dini Gangguan Pada Ketidak Seimbangan Beban dan
Levelling Minyak Pada Trafo Distribusi Menggunakan
NodeMCU ESP32

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di universitas Mercu Buana.

Jakarta, 15 Juli 2025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Ricky Elmianto

(41420120118)

ABSTRAK

Ketersediaan listrik yang andal merupakan komponen vital dalam mendukung aktivitas masyarakat dan sektor industri. Salah satu komponen penting dalam sistem distribusi adalah trafo, yang berfungsi menurunkan tegangan ke level aman bagi konsumen. Namun, gangguan seperti ketidakseimbangan beban antar fasa dan penurunan level minyak isolasi dapat mempercepat kerusakan trafo. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan yang mampu mendeteksi gangguan secara dini. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP32 yang mampu mendeteksi ketidakseimbangan beban dan penurunan level minyak pada trafo distribusi secara real-time.

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan tahapan perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, serta pengujian fungsionalitas. Sensor PZEM-004T digunakan untuk membaca arus dan tegangan, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk memantau level minyak. Data dikirim ke platform database berbasis web dan aplikasi Telegram untuk notifikasi otomatis. Hasil menunjukkan sistem mampu memantau kondisi trafo secara akurat.

Pada pengujian beban seimbang, ketidakseimbangan arus $< 2,5\%$, sementara pada pengujian beban tidak seimbang, nilai imbalance mencapai $>140\%$ dan notifikasi terkirim secara otomatis. Penurunan level minyak hingga 35% juga berhasil dideteksi dan dikirim sebagai peringatan. Sistem bekerja stabil dan responsif. Kesimpulannya, sistem monitoring berbasis IoT ini efektif sebagai solusi deteksi dini gangguan trafo. Disarankan agar teknologi ini diimplementasikan lebih luas oleh PLN guna meningkatkan efisiensi dan keandalan distribusi listrik.

Kata Kunci: IoT, Trafo Distribusi, Ketidakseimbangan Beban

ABSTRACT

The availability of reliable electricity is a vital component in supporting community activities and the industrial sector. One of the important components in the distribution system is the transformer, which functions to lower the voltage to a level that is safe for consumers. However, disturbances such as load imbalance between phases and a decrease in insulation oil levels can accelerate transformer failure. Therefore, a monitoring system that is able to detect disturbances early is needed. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring system using the ESP32 NodeMCU which is able to detect load imbalances and oil level drops in distribution transformers in real-time.

The method used is an experiment with the stages of system design, hardware and software implementation, and functionality testing. The PZEM-004T sensor is used to read the current and voltage, while the ultrasonic sensor is used to monitor the oil level. The data is sent to the web-based database platform and the Telegram app for automatic notifications.

The results showed that the system was able to accurately monitor the condition of the transformer. In balanced load testing, the current imbalance $< 2.5\%$, while in unbalanced load testing, the imbalance value reaches $>140\%$ and notifications are sent automatically. A drop in oil levels of up to 35% was also successfully detected and sent as a warning. The system works stably and responsively. In conclusion, this IoT-based monitoring system is effective as an early detection solution for transformer disturbances. It is suggested that this technology be implemented more widely by PLN to improve the efficiency and reliability of electricity distribution.

Keywords: IoT, Distribution Transformer, Load Imbalance

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Monitoring Berbasis IoT Untuk Deteksi Gangguan Ketidak Seimbangan Beban dan Levelling Minyak Pada Trafo Distribusi Menggunakan NodeMCU ESP32”. Dalam skripsi ini penulis membahas mengenai deteksi dini ketidak seimbangan beban dan levelling minyak trafo secara real-time. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik. Ini juga akan memberikan informasi tentang seberapa efektif alat ini dalam sistem distribusi dan membantu petugas PLN menemukan gangguan dengan lebih cepat dan akurat.

Penulis percaya bahwa ada beberapa bagian yang perlu diperbaiki saat menyusun skripsi ini. Penulis sangat berharap kritik serta saran yang bermanfaat dari pembaca sebagai bahan evaluasi.

Selama proses penelitian dan penulisan skripsi, penulis menghadapi banyak kesulitan, tetapi mereka berhasil menyelesaikannya berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Akibatnya, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Suranto dan Ibu Leti, terima kasih atas dukungan tanpa henti yang diberikan kepada penulis, baik dalam doa, kasih sayang, materi, maupun nasehat.
2. Saudara kandung, Rendy Elmianto dan Rafit Elmianto yang selalu memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi.
3. Heru Suwoyo, Dr.Eng., ST., M.Sc.; dan Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc. telah menyediakan sarana dan semua kegiatan perkuliahan berjalan lancar selama saya menempuh studi di Fakultas Teknik Mercubuana.
4. Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberi arahan kepada saya, mulai dari sebelum pembuatan Tugas Akhir hingga penyelesaiannya.
5. Kepada Dosen di Fakultas Teknik yang telah membagikan pengalamannya dengan penulis selama masa studi di Universitas Mercu Buana.
6. Seluruh karyawan dan staff PT. PLN Electricity Services Unit Layanan Cikokol yang telah memberikan dukungan selama proses pengumpulan data.

7. Dennisyah Maharani, S.H adalah wanita yang memberikan dukungan motivasi, materi, dan tenaga kepada penulis selama menyelesaikan studi di Universitas Mercu Buana.
8. Teman-teman penulis yang selalu mewarnai setiap hari, penulis menikmati momen penuh canda dan tawa saat menyusun skripsi.
9. Teman pelajar Mercubuana yang senantiasa mendukung dan berkolaborasi dalam menyelesaikan tugas kuliah.
10. Semua orang yang terlibat dalam proses penyusunan tugas, baik secara langsung maupun tidak langsung.



Hormat Saya

Ricky Elmianto
(41420120118)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Literatur	7
2.2 Transformator.....	11
2.2.1 Pengertian Transformator	11
2.2.2 Fungsi Transformator.....	13
2.2.2 Komponen Transformator	14
2.2.4 Jenis Transformator.....	19
2.2.5 Ketidak Seimbangan Beban	22
2.3 Internet of Things (IoT)	24
2.3.1 Pengertian Internet of Things (IoT)	24
2.3.2 Media Komunikasi Internet of Things (IoT).....	25
2.3.3 Kebutuhan Internet of Things (IoT)	27

2.4 Mikrokontroler	28
2.4.1 Pengertian Mikrokontroler	28
2.4.2 Sejarah Mikrokontroller	30
2.4.3 Arsitektur Mikrokontroler	31
2.4.4 Jenis-Jenis Mikrokontroler	31
2.5 Mikrokontroler ESP32	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.2 Desain Penelitian	34
3.3 Prosedur Kerja	35
3.4 Analisis Kebutuhan Alat dan Bahan	36
3.5 Metode Pengumpulan Data	38
3.6 Teknik Analisis Data	38
3.7 Flowchart Penelitian	39
3.8 Blok Diagram	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	42
4.2 Hasil Perancangan Pemrograman	44
4.3 Pengujian Sistem dengan Beban Merata	47
4.4 Pengujian Sistem Ketidakseimbangan Beban	52
4.5 Pengujian Sistem pada Oil Levelling	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Transformator	11
Gambar 2.2	Simbol Transformator	12
Gambar 2.3	Prinsip kerja Tranformator	13
Gambar 2.4	Kumparan Tranformator.....	14
Gambar 2.5	Inti besi.....	15
Gambar 2.6	Minyak dalam tangki trafo	16
Gambar 2.7	<i>Bushing</i> trafo	17
Gambar 2.8	Tangki dan konservatortrafo.....	18
Gambar 2.9	Lilitan trafo <i>step-up</i>	20
Gambar 2.10	Lilitan trafo <i>step-down</i>	21
Gambar 2.11	Microcontroller.....	29
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian	50
Gambar 3.2	Block Diagram	51
Gambar 4.1	Perancangan Hardware	42
Gambar 4.2	Perancangan Oil Leveling Sensor.....	43
Gambar 4.3	Perancangan Stop Kontak.....	43
Gambar 4.4	Perancangan Database Monitoring Trafo	44
Gambar 4.5	Perancangan Database Monitoring Tegangan dan Arus.....	44
Gambar 4.6	Perancangan Database Monitoring Daya Total dan Energi Total	45
Gambar 4.7	Perancangan Database Monitoring Detail Per Fasa dan Data	45
Gambar 4.8	Perancangan Database Monitoring Pengaturan Threshold	46
Gambar 4.9	Perancangan Serial Number dan Notifikasi Telegram.....	46
Gambar 4.10	Pengujian modul LCD belum ada Beban.....	48
Gambar 4.11	Pengujian Stop Kontak dengan Beban Merata Lampu	48
Gambar 4.12	Pengujian modul LCD dengan Beban Merata Lampu	48
Gambar 4.13	Pengujian Database Monitoring dengan Beban Merata Lampu	49
Gambar 4.14	Hasil Database Monitoring dan Grafik dengan Beban Merata Lampu	50
Gambar 4.15	Hasil Database Monitoring dan Grafik Tegangan dan Arus tiap Fasa dengan Beban Merata Lampu.....	51

Gambar 4.16	Hasil Database Monitoring Daya dan Energi tiap fasa dengan Beban Merata Lampu.....	51
Gambar 4.17	Hasil Database Monitoring dan Grafik Daya Total dan Energi Total dengan Beban Merata Lampu	52
Gambar 4.18	Pengujian Ketidakseimbangan Beban Stopkontak dengan Beban Lampu dan Panci Listrik.....	53
Gambar 4.19	Hasil Modul LCD dengan Beban Lampu dan Panci Listrik	53
Gambar 4.20	Hasil Data Logger dengan Beban Lampu dan Panci Listrik.....	54
Gambar 4.21	Database Monitoring Trafo.....	55
Gambar 4.22	Database Monitoring Tegangan dan Arus tiap Fasa	55
Gambar 4.23	Database Monitoring Detail per fasa Daya dan Energi	56
Gambar 4.24	Database Monitoring Daya Total dan Energi Total	56
Gambar 4.25	Notifikasi Telegram	57
Gambar 4.26	Database Monitoring Oil Level	59
Gambar 4.27	Notifikasi Peringatan Dini	59



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor PZEM 004T	47
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor PZEM 004T	52
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Ultrasonik	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengecekan Turnitin	68
Lampiran 2 Hasil Program Arduino	69
Lampiran 3 Database Monitoring dan Alat	76
Lampiran 4 Poster.....	79

