



**PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI PENDETEKSI DINI
GANGGUAN KUBIKEL GARDU DISTRIBUSI DI PLN UP3
BINTARO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

AGUNG GERRY NUGRAHA

41422110115

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

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI PENDETEKSI DINI GANGGUAN KUBIKEL GARDU DISTRIBUSI DI PLN UP3 BINTARO

Diajukan guna melengkapi Sebagian syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Nama : Agung Gerry Nugraha
NIM : 41422110115
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST., MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Agung Gerry Nugraha

N.I.M : 41422110115

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Proteksi Pendeteksi Dini Gangguan
Kubikel Gardu Distribusi Di PLN UP3 Bintaro

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

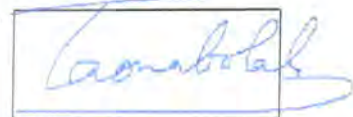
Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Prof.Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST.,
MT. IPM., Asean-Eng
NIDN/NIDK/NIK : 0312118206



Ketua Penguji : Lukman Medriavin Silalahi, ST.MT
NIDN/NIDK/NIK : 0309059003



Anggota Penguji : Galang Persada Nurani Hakim, ST.
MT, PhD
NIDN/NIDK/NIK : 0304128502



Jakarta, 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc h.
NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc

NIDN/NIDK : 0314089201

Jabatan : Kaprodi S1 Teknik Elektro

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

Nama : Agung Gerry Nugraha

N.I.M : 41422110115

Program Studi : Teknik Elektro

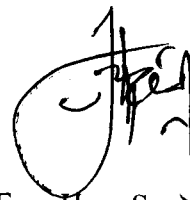
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Proteksi Pendeteksi Dini Gangguan Kubikel Gardu Distribusi Di PLN UP3 Bintaro

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Senin, 05 Februari 2024 dengan hasil presentase sebesar 23% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Februari 2024



(Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agung Gerry Nugraha
N.I.M : 41422110115
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Proteksi Pendeteksi Dini
Gangguan Kubikel Gardu Distribusi Di PLN UP3
Bintaro

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, Januari 2024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Agung Gerry Nugraha

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan Kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dalam bentuk material maupun spiritual, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul ***“PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI PENDETEKSI DINI GANGGUAN KUBIKEL GARDU DISTRIBUSI DI PLN UP3 BINTARO”***.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kedua Orang Tua dan saudariku serta keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini. Penulis menyadari tanpa adanya bantuan dari berbahagia pihak mungkin Laporan Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
2. Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Prof.Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, ST., MT. IPM., Asean-Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu pegawai PT. PLN (Persero) UP3 Bintaro yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta staf pegawai Jurusan Teknik khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
6. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa mendukung dan memberikan doa bagi penulis.

Penelitian dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, sehingga perlunya kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat menambah ilmu dan manfaat bagi pembaca.

Jakarta, 2024

Penulis



ABSTRAK

Jumlah gardu distribusi yang terus bertambah maka berbanding lurus dengan gardu distribusi yang perlu dipelihara juga. Salah satu upaya untuk mencapai Kondisi Ideal menjaga keandalan sistem distribusi listrik dengan melakukan inspeksi gardu distribusi. Inspeksi gardu distribusi merupakan program kegiatan yang dilakukan secara berkala dan menempati kedudukan yang cukup tinggi baik dilihat dari fungsi maupun anggaran biaya yang diperlukan. Masalah keandalan terjadi ketika hasil inspeksi yang kita dapat secara periodik menjadi kendala utama dalam menjaga keandalan, sehingga gangguan penyulang akibat instalasi di UID jaya sebanyak 14% atau setara dengan ENS Loss 0,69 GWH yang didalarnya gangguan kubikel menjadi salah satu penyumbang terbesar gangguan penyulang yang mengakibatkan SAIDI meningkat dan kerugian secara finansial melalui ENS (*Energy Not Supply*) karena tidak adanya *Early warning system* yang mampu mendeteksi dini dan melaporkan secara *realtime*.

Penulis bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi dini yang dapat berjalan *realtime* dan dapat dilihat hasil ukurnya kapan pun dan dimana pun menggunakan Arduino Nano, DHT11, modul mic max4466 dan ESP32.

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa sistem pendeteksi dini menggunakan Arduino Nano, DHT11, modul mic max4466 dan ESP32 memiliki tingkat kesalahan di bawah 5% setelah dibandingkan dengan alat ukur manual milik PLN, dan dapat dihasilkan penurunan SAIDI sebesar 0,000159 jam/pelanggan dan 45,58 kWh pada gardu CD42P jika dilakukan inspeksi terlebih dahulu sebelum terjadinya gangguan.

Kata kunci: Kubikel, *pendeteksian dini*, SAIDI, ENS, *Internet of Things*, DHT11, modul mic max4466 dan ESP32.

ABSTRACT

The increasing number of distribution substations is directly proportional to the need for their maintenance as well. One effort to achieve the ideal condition of maintaining the reliability of the electrical distribution system is by conducting inspections of these distribution substations. The inspection of distribution substations is a program of activities carried out regularly and holds a high position in terms of both function and the budget required. Reliability issues arise when the results of periodic inspections become the main constraint in maintaining reliability, leading to feeder disturbances due to installations at UID Jaya amounting to 14%, or equivalent to an ENS Loss of 0.69 GWh. In this, disturbances in the cubicle contribute significantly to feeder disturbances, resulting in increased SAIDI and financial losses through ENS (Energy Not Supplied) due to the lack of an early warning system capable of detecting and reporting in real time.

The author aims to design an early detection system that can operate in real time and whose measurement results can be accessed anytime and anywhere using Arduino Nano, DHT11, Max4466 mic module, and ESP32.

From the results of this study, it is known that the early detection system using Arduino Nano, DHT11, Max4466 mic module, and ESP32 has an error rate below 5% when compared with PLN's manual measuring tools. It can result in a reduction of SAIDI by 0.000159 hours/customer and 45.58 kWh at the CD42P substation if an inspection is conducted beforehand to prevent disturbances.

Keywords: Cubicle, early detection, Internet of Things, DHT11, max4466 mic module, and ESP32.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Metodologi Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Sistem Tenaga Listrik	17
2.3 Gardu Distribusi	19
2.3.1 Gardu Beton	20
2.3.2 Gardu Portal	20

2.3.3	Gardu Cantol	21
2.3.4	Gardu Kios	21
2.3.5	Gardu Hubung	22
2.4	Kubikel	23
2.4.1	Pengertian dan Fungsi Kubikel 20 kV	23
2.4.1	Jenis Kubikel	23
2.5	Perhitungan Nilai Error	24
2.6	Sistem Monitoring	24
2.7	Internet of Things (IoT)	25
2.7.1	Unsur-unsur IoT	26
2.7.1	Cara kerja Internet of Things	27
2.7.1	Manfaat IoT	27
2.8	Mikrokontroler	28
2.9	Modul ESP32	30
2.10	Sensor	31
2.11	Sensor DHT11	32
2.12	Sensor Max4466	33
2.13	Arduino IDE	33
2.14	Arduino Nano	35
2.14.1	Kelebihan Arduino Nano	36
2.14.2	Kekurangan Arduino Nano	36
2.15	Hilink	37
2.16	Database	38
2.17	Google Sheets	38
2.18	Aplikasi Telegram	40

2.19	SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>).....	41
2.20	ENS (<i>Energy Not Supply</i>).....	41
2.21	Korona.....	42
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....		43
3.1	Diagram Blok Sistem.....	43
3.2	<i>Flowchart</i>	44
3.3	<i>Timeline</i> Perancangan Alat	43
3.4	Spesifikasi Alat.....	46
3.5	Perancangan <i>Hardware</i>	46
3.5.1	Perancangan dan Pembuatan Rangkaian PCB	47
3.5.2	Perancangan Sensor DHT11	48
3.5.3	Perancangan Sensor suara MAX4466.....	49
3.5.4	Perancangan <i>Modul ESP32</i>	50
3.5.4	Perancangan <i>Hardware Keseluruhan</i>	51
3.6	Perancangan Pemrograman.....	52
3.6.1	Pemrograman Modul ESP32.....	52
3.6.2	Pemrograman Sensor DHT11 dan MAX4466	53
3.6.3	Pemrograman Google Sheets	56
3.6.4	Pemrograman Aplikasi Telegram.....	58
3.7	Prinsip Kerja Sistem Deteksi Dini Gangguan pada Kubikel.....	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		63
4.1	Hasil Perancangan Hardware.....	63
4.2	Hasil Pengujian Perancangan pemrograman	64
4.3	Hasil Pengujian Perangkat Keras.....	65
4.3.1	Pengujian Sensor DHT11	66

4.3.2	Pengujian Sensor Suara Max4466.....	71
4.4	Pengujian Sistem saat kubikel dalam Kondisi Normal	73
4.8	Pengujian Sistem Deteksi Dini Gangguan saat suhu dan kelembapan diluar standar	75
4.9	Analisa SAIDI (System Average Interruption Duration Index) pada Gardu CD42P	77
4.8	Analisa <i>ENS (Energy Not Supply)</i> di Gangguan Gardu CD42P	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN.....		83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Gangguan Kubikel tahun 2023 dibanding tahun 2022	2
Gambar 2.1 Rangkaian Sistem Tenaga Listrik.....	17
Gambar 2.2 Gardu Beton	20
Gambar 2.3 Gardu Portal dan Single Line Diagram	20
Gambar 2.4 Gardu Cantol dengan trafo CSP daya 100 kVA.....	21
Gambar 2.5 Gardu Kios.....	22
Gambar 2.6 Gardu Hubung	23
Gambar 2.7 Single Line Diagram Kubikel 20kV	23
Gambar 2.8 Konsep Kerja IoT	27
Gambar 2.9 Ruang alamat memori.....	29
Gambar 2.10 ESP32	30
Gambar 2.11 Sensor DHT11	32
Gambar 2.12 Tampilan Arduino IDE.....	34
Gambar 2.13 Tampilan Google Sheets.....	39
Gambar 2.14 Aplikasi Telegram	40
Gambar 2.15 Fitur Bot pada Telegram.....	40
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	43
Gambar 3.2 Flowchart sistem monitoring	45
Gambar 3.3 Rangkaian Server ESP32.....	48
Gambar 3.4 Rangkaian sensor DHT11 dengan ESP32	48
Gambar 3.5 Rangkaian sensor MAX4466 dengan ESP32	49
Gambar 3.6 Rangkaian hardware sistem monitoring kondisi suhu, kelembapan, dan suara desis pada kubikel	51

Gambar 3.7 Pemrograman inialisasi I/O dan koneksi Wi-Fi Esp32.....	53
Gambar 3.8 Pemrograman sensor DHT11 dan MAX4466	55
Gambar 3.9 Tampilan database menggunakan Google Sheets	56
Gambar 3.10 Pemrograman koneksi alat monitoring dengan database Google Sheets	57
Gambar 3.11 Pemrograman pengiriman data ke database Google Sheets	58
Gambar 3.12 Pemrograman koneksi alat monitoring dengan aplikasi Telegram .	60
Gambar 3.13 Pemrograman pengiriman data ke Aplikasi Telegram	61
Gambar 4.1 Hasil perancangan hardware alat monitoring kondisi suhu, kelembapan, dan suara desis secara realtime	63
Gambar 4.2 Tampilan database sistem pada aplikasi Google Sheets.....	64
Gambar 4.3 Tampilan pada aplikasi Telegram.....	65
Gambar 4.4 Pengujian nilai suhu sensor DHT11	66
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian nilai suhu sensor DHT11	67
Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian nilai kelembapan sensor DHT11	70
Gambar 4.7 Pengujian Sensor Max4466.....	72
Gambar 4.8 Laporan Pengukuran Beban Trafo Gardu CD42P.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekap Perbandingan Tinjauan Pustaka.....	12
Tabel 2. 2 Spesifikasi ESP32	31
Tabel 2.3 Spesifikasi DHT11	32
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Max4466.....	33
Tabel 3.1 Timeline tahapan pembuatan sistem monitoring	46
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Deteksi dini Kubikel.....	46
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Suhu Sensor DHT11	67
Tabel 4.2 Hasil Pengujian kelembapan Sensor DHT11	70
Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor Max4466.....	73
Tabel 4.4 Gangguan kubikel pada tahun 2023 (PLN UP3 Bintaro).....	77
Tabel 4.5 keterangan padam Gardu CD42P	77
Tabel 4.6 Klasifikasi Prioritas pemeliharaan gardu	77

MERCU BUANA