

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN DATA LOGGING
SUHU CUBICLE TEGANGAN MENENGAH BERBASIS KOMUNIKASI
LORA UNTUK TRANSMISI JARAK JAUH**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana

Strata – 1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Tridinanti

Oleh :

Agus Hamdi Raid

2202230001

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2026

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN DATA LOGGING
SUHU CUBICLE TEGANGAN MENENGAH BERBASIS KOMUNIKASI
LORA UNTUK TRANSMISI JARAK JAUH**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana

Strata – 1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Tridinanti

Oleh :



Agus Hamdi Raid

2202230001

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Agus Hamdi Raid
NIM : 2002230001
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S-1)
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Data *Logging*
Suhu *Cubicle* Tegangan Menengah Berbasis Komunikasi
LoRa Untuk Transmisi Jarak Jauh
Email/ HP : hamdiraed002@gmail.com/085609863243

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Moh. Wahyu A, ST., MT.

Pembimbing II



Thriskadewi Umi Rasyida, ST., MT.

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



UNIVERSITAS TRIDIMUR
KEADILAN - KEMAKMURAN
FAKULTAS TEKNIK

Dr. Ani Firda, ST., MT.

Palembang, Agustus 2026

Program Studi Teknik Elektro



Moh. Wahyu A, ST., MT.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agus Hamdi Raid

NIM : 2002230001

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Data *Logging* Suhu Kubikel
Cubicle Tegangan Menengah Berbasis Komunikasi LoRa Untuk
Transmisi Jarak Jauh

Dengan ini menyatakan :

1. Tugas Akhir dengan judul tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah tugas akhir ini disebut dengan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan Tugas Akhir orang lain, terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplak dari Tugas Akhir karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta menerima Sanksi Hukum Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang "Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 70 yang berbunyi: Lulusan Yang Karya Ilmiah Yang Digunakan Untuk Mendapatkan Gelar Akademik Profesi Atau Vokalis Bagaimana Dimaksud Dalam Pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan penjara paling lama 2 tahun atau pidana denda paling banyak Rp.200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah). Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Agustus 2026

Penulis,



(Agus Hamdi Raid)

KATA PENGANTAR

Dengan Ucapan Alhamdulillah, segala Puji bagi Allah Tuhan Sekalian Alam bahwa skripsi saya yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Data *Logging* Suhu Kubikel Tegangan Menengah Berbasis Komunikasi LoRa Untuk Transmisi Jarak Jauh”**. telah penulis selesaikan. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti di Palembang. Ucapan terimakasih kepada yang terhormat :

- Bapak Moh. Wahyu Aminullah, ST.MT. Selaku Dosen Pembimbing I
- Ibu Thriskadewi Umi Rasyda, ST.MT. Selaku Dosen Pembimbing II

Ucapan terimakasih yang sama penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST. MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
4. Ibu Dina Fitria, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
5. Seluruh Dosen/Staf Tata Usaha Fakultas Teknik dan Program Studi Teknik Elektro serta Civitas Akademika Universitas Tridinanti yang telah Memberi bimbingan selama masa studi.
6. Kedua orang tua saya khusus nya mamak saya yang selalu memberikan Dukungan materi dan nasehat.

7. Anak-anak PANTI (Pasukan Tim Inovasi) Dayat, Eko S, Rey Yang telah memberikan masukan-masukan positif.
8. Teman-teman seperjuangan saya yang tidak dapat saya sebutkan satu Persatu namun berkontribusi membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga amal baiknya yang telah diberikan kepada penulis akan diberi pahala serta dilipat gandakan oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Juga semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis. Aamiin.

Palembang, Agustus 2026

Agus Hamdi Raid

MOTTO DAN PERSEMBAHKAN

“ Ali Bin Abi Thalib Berpesan Bahwa Tidak Ada Kekayaan Yang Lebih Utama Dari Pada Akal,Tidak Ada Keadaan Yang Lebih Menyedihkan Dari Pada Kebodohan,Dan Tidak Ada Warisan Yang Lebih Baik Dari Pada Pendidikan”

“Ilmu Membuka Jalan Menuju Pengetahuan, dan Ketekunan Mengantarkan Langkah Menuju Keberhasilan”

Karya ini Kupersembahkan Kepada :

- ❖ Allah SWT**
- ❖ Ibuku Tercinta “Cik Noni” dan Tersayang**
- ❖ Ayahku yang terhebat “Ahmad Djian”**
- ❖ Ayuk dan Kakak ku Tercintz“Maya,Arif dan Novi”**

ABSTRAK

Kenaikan suhu yang berlebihan pada kubikel tegangan menengah 20 kV merupakan salah satu pemicu utama kegagalan operasional sistem distribusi tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring serta *data logging* suhu pada kompartemen *low voltage* kubikel tegangan menengah ALSTOM Fluokit M24 menggunakan teknologi komunikasi nirkabel LoRa 433 MHz. Sistem dirancang untuk mengukur suhu di dekat komponen MCCB menggunakan sensor termokopel tipe-K MAX6675, mentransmisikannya secara *real-time*, dan menyimpan data otomatis pada media SD card di sisi *receiver*. Berdasarkan hasil pengujian operasional jangka panjang, performa jaringan komunikasi LoRa terbukti andal dengan mencatat nilai kekuatan sinyal RSSI rata-rata berkisar antara -87,60 dBm hingga -89,10 dBm. Hasil komparatif memperlihatkan adanya selisih (*gap*) analisis yang masif (di atas 100 dB) terhadap teori perisai logam utuh Henry Ott yang mengestimasi redaman sebesar 224,57 dB. Saat pintu kubikel ditutup rapat, redaman riil yang dihasilkan bodi hanya sebesar 17,00 dB (daya merosot dari -63 dBm menjadi -80 dBm). Fenomena ini secara ilmiah memvalidasi teori kebocoran celah (*Aperture Leakage*), di mana gelombang radio memanfaatkan rongga mekanis pintu dan lubang kabel berdimensi 5–10 cm sebagai jalur propagasi utama. Di sisi lain, meskipun transportasi data LoRa berjalan lancar, tercatat adanya tingkat kegagalan pembacaan (*error rate*) sensor bernilai 0 sebesar 13,25% pada hari pertama dan 7,69% pada hari kedua. Hal ini membuktikan bahwa medan magnet (EMI) frekuensi rendah dari arus beban tinggi MCCB mendistorsi tegangan mikrovolt pada lapisan pembacaan (*sensing layer*), namun tidak melumpuhkan lapisan pengiriman data (*transport layer*) LoRa yang memiliki imunitas *noise* tinggi.

Kata Kunci: *Aperture Leakage, Henry Ott, Kubikel ALSTOM, LoRa 433 MHz, MAX6675.*

ABSTRACT

Excessive temperature rise in 20 kV medium voltage cubicles is a primary trigger for operational failures in power distribution systems. This study aims to design and develop a temperature monitoring and data logging system in the low voltage compartment of an ALSTOM Fluokit M24 medium voltage cubicle using LoRa 433 MHz wireless communication technology. The system measures temperature near the MCCB using a MAX6675 K-type thermocouple sensor, transmits it in real-time, and automatically logs the data onto an SD card at the receiver side. Based on long-term operational testing, the performance of the LoRa communication network proved reliable, recording an average RSSI strength between -87.60 dBm and -89.10 dBm. Comparative results revealed a massive analysis gap (above 100 dB) against Henry Ott's solid metal shielding theory, which estimates an attenuation of 224.57 dB. When the cubicle door was tightly closed, the actual body attenuation was only 17.00 dB (power dropped from -63 dBm to -80 dBm). This phenomenon scientifically validates the Aperture Leakage theory, where radio waves utilize mechanical door gaps and cable entry holes sized 5–10 cm as the primary propagation paths. On the other hand, although LoRa data transport ran smoothly, sensor reading error rates (value of 0) were recorded at 13.25% on the first day and 7.69% on the second day. This proves that low-frequency electromagnetic interference (EMI) from high-load MCCB currents distorts microvolt signals at the sensing layer but fails to disrupt LoRa's transport layer, which possesses high noise immunity.

Keywords: *Aperture Leakage, ALSTOM Cubicle, Henry Ott, LoRa 433 MHz, MAX6675.*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PERNYATAAN	III
MOTTO DAN PERSEMBAHKAN	VI
ABSTRAK	VII
ABSTRACT	VIII
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XII
DAFTAR TABEL	XIII
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II KAJIAN PUSATAKA	 7
2.1. Landasan Teori.....	7
2.1.1. Kubikel 20kV	7
2.1.2. Standar Suhu Kubikel.....	8
2.1.3. Pengertian Suhu.....	9
2.1.4. <i>Thermometer</i>	10
2.1.5. <i>MAX6675 K-Type Thermocouple Temprature Sensor</i>	11
2.1.6. ESP32	14
2.1.7. <i>LoRa (Long Range)</i>	17
2.1.8. <i>Received Signal Strength indicator (RSSI)</i>	19
2.1.9. Efek Sangkar Faraday	21
2.1.10. <i>Data Logger</i>	25

2.1.11. <i>Interface Serial I2C</i>	25
2.1.12. Modul Kartu Memori Penyimpanan Data	28
2.1.13. Buzzer.....	29
2.2. Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Waktu dan Tempat	31
3.2. Alat,Bahan dan Software.....	31
3.2.1. Alat	31
3.2.2. Bahan	32
3.2.3. <i>Software</i>	33
3.3. Metodologi Pelaksanaan Penelitian.....	33
3.4. Perancangan Alat	35
3.4.1. Perancangan <i>Hardware</i>	36
3.5. Perancangan Software	43
3.6. Metode Pengujian Sistem.....	43
3.6.1. Pengujian Catu Daya dan Filter Tegangan.....	43
3.6.2. Pengujian Logika Batasan (<i>Threshold</i>) dan	
<i>Driver Alarm</i>	44
3.6.3. Pengujian Antarmuka Layar OLED dan	
Pemetaan Informasi	45
3.7. Metode Pengambilan Data	46
3.7.1. Penempatan Instrumen dan Kondisi Pengujian.....	46
3.7.2. Waktu, Durasi, dan Interval Pengambilan Data	47
3.7.3. Mekanisme Pencatatan Data (<i>Data Logging</i>)	47
3.8. Metode Analisis Data	48
3.8.1. Analisis Statistik Deskriptif dan Visualisasi Tren.....	49
3.8.2. Analisis Redaman Riil Terhadap Teori Sangkar Faraday	50
3.8.3. Analisis Penyebab Anomali Pembacaan Sensor	51

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1. Hasil Pengumpulan Data Lapangan	53
4.1.1. Data Karakteristik Sinyal LoRa Jangka Panjang (Kondisi Oprasional)	53
4.1.2. Data Eksperimen Kontrol Berdasarkan Variasi Waktu dan Kondisi Lingkungan.....	54
4.1.3. Data Pengujian <i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	56
4.2. Analisis Pelemahan Sinyal Secara Teoritis	58
4.2.1. Perhitungan Rugi-Rugi Penyerapan	60
4.2.2. Perhitungan Rugi-Rugi Pantulan.....	60
4.2.3. Total Efektivitas Pelindung Material	61
4.3. Analisis Perbandingan Teori Henry Ott Dengan Data Lapangan	61
4.4. Analisis Kebocoran Elektromagnetik Melalui Celah Kubikel.....	65
4.4.1. Perhitungan Panjang Gelombang (λ) LoRa 433 MHz	66
4.4.2. Simulasi Pengaruh Dimensi Celah Bodi	67
terhadap Redaman	67
4.5. Pembahasan Hasil Data Lapangan dan Validasi Teoritis.....	68
4.5.1. Validasi Teori Kebocoran Celah terhadap Nilai RSSI Jangka Panjang.....	68
4.5.2. Analisis Pengaruh Mekanis Pintu Kubikel.....	69
Berdasarkan Pengujian Waktu	69
4.6. Data Pengukuran Suhu Kompartemen Low Voltage	70
4.6.1. Analisis Anomali Pembacaan Sensor MAX6675 Akibat.....	
<i>EMI Internal MCCB</i>	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Blok Diagram MAX6675	12
Gambar 2. 2 Modul MAX6675	13
Gambar 2. 3 Bentuk Fisik Modul ESP32	14
Gambar 2. 4 Konfigurasi Pin ESP32	15
Gambar 2. 5 LoRa Ra-02.....	19
Gambar 2. 6 RTC DS3231	26
Gambar 2. 7 LCD Oled 128x64.....	27
Gambar 2. 8 Modul Memori Card	29
Gambar 2. 9 Buzzer	29
Gambar 3. 1 Blok Diagram Alur Penelitian	33
Gambar 3. 2 Blok Diagram Alat.....	37
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Alur kerja	39
Gambar 3. 4 <i>Schematik</i> Perancangan Alat.....	41
Gambar 4. 1 Grafik Fluktuasi RSSI Dari Tanggal 06 – 06 – 2026	54
Gambar 4. 2 Grafik Fluktuasi RSSI Dari Tanggal 07 – 06 – 2026	55
Gambar 4. 3 Posisi Panel Kubikel Terbuka.....	56
Gambar 4. 4 Posisi Panel Kubikel Tertutup	57
Gambar 4. 5 Posisi Penerima Berada Pada Jarak 5m dan	
Terhalang Pintu Baja	58
Gambar 4. 6 Kubikel <i>Incoming</i> Merek ALSTOM	59
Gambar 4. 7 Grafik Suhu Dari Tanggal 06 – 06 – 2026	71
Gambar 4. 8 Grafik Suhu Dari Tanggal 07 – 06 – 2026	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Konfigurasi Pin ESP32.....	17
Tabel 2. 2 Spesifikasi LoRa Ra-02.....	18
Tabel 2. 3 Standar <i>Signal Strength</i> menurut TIPHON	19
Tabel 3. 1 Daftar Alat.....	31
Tabel 3. 2 Daftar Bahan Atau Komponen	32
Tabel 3. 3 Daftar <i>Software</i>	33
Tabel 4. 1 Statistik Deskriptif Kekuatan Sinyal LoRa Jangka Panjang	54
Tabel 4. 2 Statistik Deskriptif Kekuatan Sinyal LoRa Keseluruhan	55
Tabel 4. 3 Hasil Data Pengukuran Sinyal Dengan Pengujian	
Pintu Panel Terbuka.....	56
Tabel 4. 4 Hasil Data Pengukuran Sinyal Dengan Pengujian	
Pintu Panel Tertutup	57
Tabel 4. 5 Hasil Data Pengukuran Sinyal Dengan Pengujian Jarak.....	58
Tabel 4. 6 Parameter Spesifikasi Material Bodi Kubikel	
ALSTOM Fluokit M24	59
Tabel 4. 7 Perbandingan Nilai Redaman Teoritis Henry Ott vs Redaman Riil.....	
Lapangan beserta Status Fenomena secara keseluruhan	63
Tabel 4. 8 Perbandingan Nilai Redaman Teoritis Henry Ott vs Redaman Riil.....	
Lapangan Bersama Status Fenomena Secara Keseluruhan.....	63
Tabel 4. 9 Perbandingan Nilai Redaman Teoritis Henry Ott vs Redaman Riil.....	
Lapangan Dengan Pengujian Panel Terbuka dan Jarak 5m	64
Tabel 4. 10 Statistik Deskriptif Hasil Pengukuran Suhu Sensor MAX6675.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kubikel adalah peralatan yang berfungsi menunjang nya proses pendistribusian energi listrik. Oleh karena itu, kondisi dan kinerja *cubicle* serta perangkat yang ada di dalamnya perlu dipelihara agar tetap optimal,dalam hal ini pengujian dilakukan di Kubikel 20kV *incoming* yang terletak di *substation* III Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang

Untuk memastikan keamanan dan keandalan oprasional,pada perancangan dan pemeliharaan Kubikel mengacu pada standar internasional yang ketat,IEC **62271-200** merupakan standar international yang merupakan kriteria untuk *switchgear* tertutup logam tegangan menengah,standar ini tidak hanya mengatur klarifikasi teknis seperti *loss of service contunity (LSC)*,tetapi juga memberikan Batasan tegas mengenai kenaikan suhu (*temperature rise*) dan prosedur pengujian untuk menjamin keselamatan personal serta peralatan.

Namun pada umum nya standar suhu pada panel Kubikel dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor,termasuk desain panel lingkungan oprasional,dan peraturan keselamatan yang berlaku,suhu oprasional yang disarankan untuk panel *cubicle* berada dalam kisaran 20°C hingga 40°C.

Dengan perkembangan teknologi mikrokontroler dan komunikasi nirkabel, sistem monitoring suhu dapat dirancang menjadi lebih efektif, otomatis, dan dapat dipantau dari jarak jauh.

Pemanfaatan mikrokontroler seperti ESP32 memungkinkan perancangan sistem monitoring yang relatif sederhana, ekonomis, dan fleksibel. Selain itu, teknologi berbasis LoRa yang dikembangkan oleh Semtech merupakan teknologi komunikasi nirkabel yang memfasilitasi transmisi data dari jarak yang cukup jauh.

LoRa juga termasuk dalam kategori *Low Power Wide Area Network (LPWAN)*, LoRa menawarkan keunggulan dalam hal konsumsi daya rendah, jangkauan transmisi yang jauh, serta kemampuan menembus area industri yang kompleks, teknologi ini sangat cocok digunakan untuk sistem pemantauan peralatan listrik yang tersebar di area luas serta diharapkan mampu meningkatkan keandalan operasi kubikel, mempermudah proses pemeliharaan prediktif, serta meminimalkan risiko gangguan dan kerusakan peralatan listrik.

Namun teknologi ini memiliki keterbatasan pada kapasitas dan kecepatan transmisi data yang relatif rendah. Hal ini menyebabkan LoRa kurang optimal untuk mentransmisikan data dalam jumlah besar secara kontinu, Oleh karena itu, dalam penelitian ini diterapkan sistem data *logging* yang dilakukan secara lokal pada perangkat penerima menggunakan media penyimpanan *SD Card*.

Dengan pendekatan tersebut, data yang dikirimkan melalui LoRa dibatasi pada informasi suhu dengan ukuran kecil, sedangkan akumulasi data dalam jumlah besar disimpan secara lokal, sehingga kinerja sistem tetap optimal dan sesuai dengan karakteristik komunikasi LoRa **“Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Data Logging Suhu Kubikel Tegangan Menengah Berbasis Komunikasi LoRa Untuk Transmisi Jarak Jauh”**.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana memonitoring suhu kubikel tegangan menengah berbasis mikrokontroler menggunakan sensor thermocouple yang mampu melakukan pengukuran suhu secara *real-time* dan menyimpan data hasil pengukuran?
2. Bagaimana kinerja komunikasi LoRa dalam mentransmisikan data suhu pada kubikel tegangan menengah yang memiliki efektivitas pelindung (*shielding effectiveness*) berdasarkan teori Henry Ott?
3. Bagaimana kinerja sistem monitoring berdasarkan keberhasilan pengiriman data, kualitas sinyal (RSSI), kontinuitas penyimpanan data, serta pengaruh *Electromagnetic Interference* (EMI) terhadap proses pembacaan sensor thermocouple?

1.3. Batasan Masalah

1. Sistem yang dirancang hanya berfokus pada monitoring dan pencatatan (data *logging*) suhu kubikel tegangan menengah, tanpa melakukan kontrol terhadap sistem kelistrikan kubikel.
2. Komunikasi data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan teknologi LoRa, dengan data ditampilkan pada LCD OLED dan disimpan pada SD card serta menitikberatkan pada analisis parameter penerimaan di sisi *receiver* meliputi kekuatan sinyal (RSSI) akibat efek redaman bodi kubikel serta akurasi penyimpanan data hasil *logging*."

1.4. Tujuan Penelitian

1. Memonitoring suhu kubikel tegangan menengah berbasis mikrokontroler menggunakan sensor thermocouple yang mampu melakukan pengukuran suhu secara *real-time* serta menyimpan hasil pengukuran pada data logger.
2. Menerapkan dan mengevaluasi komunikasi LoRa sebagai media transmisi data nirkabel pada kubikel tegangan menengah, serta menganalisis kemampuan transmisi sinyal terhadap pengaruh efektivitas pelindung (*shielding effectiveness*) berdasarkan teori Henry Ott.
3. Menganalisis kinerja sistem monitoring suhu berdasarkan keberhasilan pengiriman data, kualitas komunikasi LoRa (RSSI), kontinuitas penyimpanan data, serta pengaruh gangguan *Electromagnetic Interference (EMI)* terhadap proses akuisisi data sensor thermocouple

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam pembahasan masalah dan memahami isi Skripsi ini secara keseluruhan, maka disusunlah suatu sistematika penulisan yang mengurai secara singkat pokok-pokok permasalahan yang akan di bahas di masing-masing Bab.

Adapun bab-bab yang dimaksud adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat, dan metode penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang penjelasan materi dan gambaran umum mengenai Konsep sistem tenaga listrik dan kubikel tegangan menengah, sensor temperatur *Thermocouple* dan prinsip kerjanya, gambaran umum tentang mikrokontroler ESP 32, data *logging* menggunakan *SD card*, serta teknologi pemahaman umum tentang LoRa.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi perancangan alat, blok diagram, *flowchart* kerja sistem, perangkat keras yang digunakan, perangkat lunak yang digunakan, serta metode pengujian sistem monitoring suhu dan sinyal kubikel berbasis komunikasi LoRa.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA PENGUKURAN

Bab ini berisi hasil perancangan dan pengujian sistem yang telah dibuat, meliputi hasil monitoring suhu kubikel secara *real-time*, pengujian komunikasi LoRa, pengujian penyimpanan data pada SD card sebagai data *logger*, serta analisis data suhu dan RSSI yang diperoleh selama proses pengujian, Data hasil pengukuran selanjutnya diolah menggunakan Microsoft Excel untuk dilakukan analisis, termasuk perhitungan suhu rata-rata dan RSSI rata-rata guna memperoleh gambaran kondisi temperature dan sinyal pada sistem selama periode pengujian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan dan saran yang di dapat selama melakukan penelitian dan pengembangan alat di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. A. Takwa Antarissubhi; Adriani, Adriani, “ANALISIS KUBIKEL 20 KV DI WILAYAH KERJA PT PLN (PERSERO) UP3 MAKASSAR SELATAN,” *Kohesi J. Sains dan Teknol.*, no. Vol. 2 No. 7 (2024): Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi, pp. 32–44, 2024, [
- [2] I. E. Commission, “IEC 62271-200: High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV,” Geneva, Switzerland, 2021.
- [3] D. Kuliah, I. I. Teknik, and K. Pengantar, “DIKTAT KULIAH II Teknik Perminyakan”.
- [4] R. Septiana, I. Roihan, J. Karnadi, and R. A. Koestoer, “Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ,” *Pros. SNTTM XVIII*, vol. 9, pp. 1–6, 2019.
- [5] A. Irianto Sukowati, N. Marliza, S. Siti Nurhaliza, and L. Mawadda Rahmah, *INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN ESP32*, vol. 1. 2024.
- [6] D. Pebrian, “ALAT UKUR SINYAL LORA UNTUK MENGETAHUI JANGKAUAN ANTARA END DEVICE DENGAN GATEWAY,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5700.
- [7] A. R. P. Pratama, “Implementasi Sistem LoRa Untuk Deteksi dan Pelacakan Pendaki Gunung,” *J. Media Akad.*, vol. 3, no. 7, pp. 3031–5220, 2025.
- [8] J. Penerapan and T. Informasi, “IT-EXPLORE RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR (RSSI),” vol. 03, pp. 63–78, 2024.
- [9] E. Triyono, “Pemanfaatan Teralis sebagai Sangkar Faraday,” *J. Tek. Elektro Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 73–79, 2013,
- [10] H. Ott, “Electrostatic discharge. Electromagnetic compatibility engineering,” *Electromagn. Compat. Eng.*, pp. 580–621, 2009.
- [11] P. H. I. Yogi Widiawati, “Pemanfaatan RTC DS3231 Untuk Menghemat Daya,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 3, pp. 287–289, 2018.
- [12] A. T. Taha, P. Iswahyudi, and S. Lestari, “Prototipe Kontrol Dan Monitoring Daily Tank Dan Pemakaian Bahan Bakar Genset Berbasis Data Base,” *Pros. SNITP...*, pp. 1–9, 2019,
- [13] Circuits4you, “ESP32 DevKit ESP32-WROOM GPIO Pinout.” Accessed: Jun. 26, 2026.
- [14] L. Ai-Thinker Technology Co., ““Ra-02 LoRa Module Product Specification.””
- [15] Y. P. Belada, A. Odie, and Martias, “Sistem Pengamanan Pintu Otomatis Menggunakan Radio Frequency Identification (Rfid) Berbasis Arduino Uno,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 1, no. 9, pp. 1689–1699, 2020.
- [16] S. D. Switchgear, “Fluokit M24 +”.
- [17] M. Integrated, “Max31855,” *Datasheet*, vol. 1249, pp. 1–13, 2011.