

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif-analitis dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan menganalisis kondisi sistem kelistrikan di ruang Intensive Care Unit (ICU) Rumah Sakit Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan dan data pendukung yang tersedia.

Pendekatan analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dan komparatif, yaitu membandingkan hasil pengukuran parameter kelistrikan terhadap standar yang berlaku, tanpa melakukan perancangan ulang atau simulasi sistem kelistrikan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di ruang Intensive Care Unit (ICU) Rumah Sakit Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo. Waktu penelitian meliputi tahap persiapan, pengambilan data, pengolahan data, hingga penyusunan laporan penelitian.

3.3 Rencana Kegiatan

Setelah dibuatnya perancangan dan penentuan waktu dilaksanakannya kegiatan penelitian, maka dapat disusun sebuah tabel rencana pelaksanaan kegiatan yang dilaksanakan kurang lebih 6 bulan seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

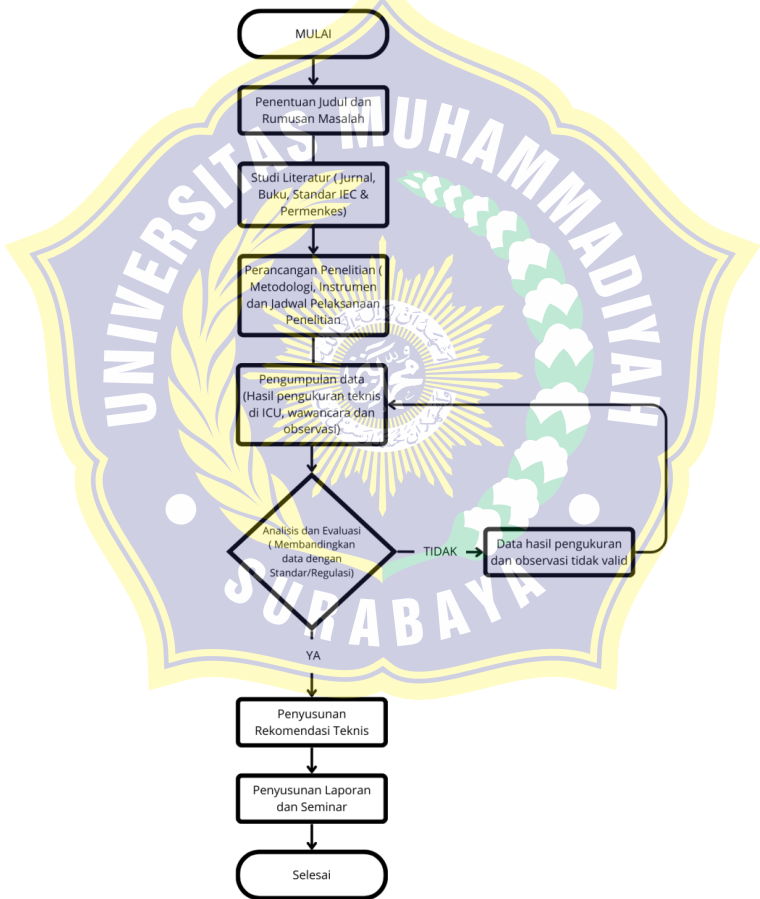
Tabel 3.1 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Juli 20 25	Agus tus 2025	Septe mber 2025	Okto ber 2025	Nove mber 2025	Desem ber 2025
----------	------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	----------------------	----------------------

Pene ntuan Judul & Rumu san Masal ah	✓					
Studi Literat ur	✓	✓				
Peran canga n & Persia pan Instru men		✓				
Peng umpul an Data (Obse rvasi, Wawa ncara, Peng ukura n)			✓	✓		
Analisis dan Evalu asi				✓	✓	
Penyu sunan					✓	✓

Laporan						
Seminar & Revisi						✓

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Penjelasan Terkait Diagram Alir

1. Penentuan Judul dan Rumusan Masalah

Tahap awal penelitian dimulai dengan memilih topik yang relevan, dalam hal ini sistem kelistrikan ICU di RS Mitra Keluarga Pondok Tjandra. Dari topik tersebut dirumuskan masalah utama yang akan diteliti.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan kajian pustaka dari jurnal, buku, dan standar/regulasi terkait (misalnya IEC 60364-7-710 dan Permenkes No. 40/2022). Tujuannya adalah memperoleh dasar teori, standar, serta gambaran penelitian terdahulu yang relevan.

3. Perancangan dan Perencanaan Penelitian

Meliputi penentuan metode, instrumen yang dipakai (observasi, wawancara, pengukuran), serta perencanaan waktu dan tempat penelitian (ICU RS Mitra Keluarga Pondok Tjandra).

4. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan petugas teknis, dan pengukuran parameter kelistrikan (tegangan, arus, beban, waktu transfer genset, dll.). Tahap ini menjadi dasar untuk analisis selanjutnya.

5. Analisis dan Evaluasi Data

Data yang terkumpul dianalisis untuk menilai kondisi sistem kelistrikan di ICU, tingkat keandalan sumber utama (PLN) maupun cadangan (genset/UPS), serta permasalahan umum seperti fluktuasi tegangan, overload, atau gangguan panel distribusi. Hasil analisis dibandingkan dengan standar internasional dan regulasi nasional.

6. Penyusunan Rekomendasi Teknis

Dari hasil evaluasi, peneliti menyusun rekomendasi berupa solusi teknis (misalnya penggunaan AVR, peningkatan kapasitas genset, sistem distribusi redundant, atau penerapan monitoring IoT).

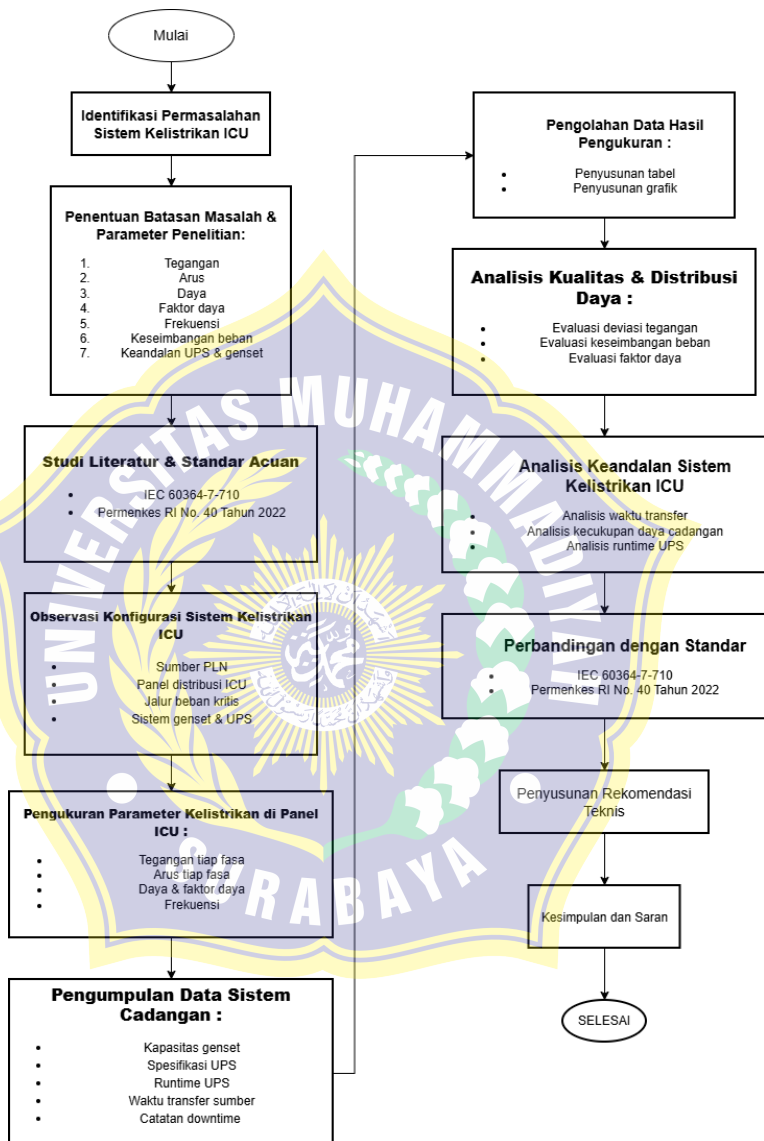
7. Penyusunan Laporan Penelitian

Tahap akhir berupa penulisan hasil penelitian dalam bentuk skripsi yang sistematis (bab pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi, hasil pembahasan, kesimpulan, dan saran).

Tabel 3.2 Metode, Instrumen, dan Output yang digunakan pada Penelitian

Tahap Penelitian	Metode yang Digunakan	Instrumen/Alat Bantu	Output yang Dihasilkan
Penentuan Judul & Rumusan Masalah	Studi awal, diskusi dengan dosen pembimbing	Literatur awal, diskusi akademik	Judul penelitian & rumusan masalah yang jelas
Studi Literatur	Studi pustaka, telaah	Jurnal, buku, IEC 60364-7-710,	Kerangka teori, dasar regulasi, dan

	standar & regulasi	Permenkes No.40/2022, Pedoman Kemenkes	identifikasi <i>research gap</i>
Perancangan Penelitian	Desain metodologi, penentuan instrumen & jadwal	Rencana metode, daftar alat ukur, pedoman wawancara, checklist standar	Rencana penelitian (metode, instrumen, timeline)
Pengumpulan Data	Observasi, wawancara, pengukuran lapangan	Multimeter, clamp meter, Power Quality Analyzer, stopwatch, kamera	Data primer kondisi kelistrikan ICU (tegangan, arus, transfer genset, dll.)
Analisis & Evaluasi	Analisis deskriptif-analitis, perbandingan standar	Laptop, Excel/MATLAB, checklist standar IEC/Permenkes	Evaluasi keandalan sistem & identifikasi kendala utama
Penyusunan Rekomendasi Teknis	Perumusan solusi berbasis hasil analisis	Literatur pendukung, hasil analisis	Rekomendasi teknis perbaikan sistem kelistrikan
Penyusunan Laporan & Seminar	Penulisan laporan & presentasi akademik	Laptop, software pengolah kata, slide presentasi	Naskah skripsi, presentasi seminar, hasil revisi



Gambar 3.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.4.2 Penjelasan Terkait Diagram Alir Metodologi Penelitian

1. Mulai

Tahap awal dari metodologi penelitian yang menandakan dimulainya seluruh rangkaian kegiatan penelitian secara sistematis.

2. Penentuan Judul dan Identifikasi Masalah

Tahap ini dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan sistem kelistrikan yang terjadi di ICU Rumah Sakit Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo melalui studi pendahuluan dan diskusi dengan pihak rumah sakit. Dari identifikasi masalah tersebut, disusun judul penelitian yang spesifik dan fokus pada analisis keandalan sistem kelistrikan ICU untuk menunjang pelayanan medis kritis.

3. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan kajian pustaka secara mendalam terhadap berbagai sumber referensi yang relevan, meliputi jurnal ilmiah, buku teks, standar internasional (IEC 60364-7-710), regulasi nasional (Permenkes No. 40/2022), dan penelitian terdahulu. Tujuannya adalah untuk membangun landasan teori yang kuat, memahami standar yang berlaku, serta mengidentifikasi *research gap* yang akan diisi oleh penelitian ini.

4. Perancangan Metodologi Penelitian

Tahap perancangan mencakup penentuan jenis penelitian (deskriptif-analitis), pendekatan yang digunakan (kuantitatif), pemilihan instrumen pengukuran (multimeter, clamp meter, power quality analyzer), penyusunan protokol pengambilan data, serta perencanaan jadwal penelitian selama 6 bulan sesuai Tabel 3.1.

5. Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama:

- **Observasi Lapangan:** Mengamati secara langsung kondisi fisik sistem kelistrikan ICU, konfigurasi panel distribusi, jalur suplai, serta komponen utama seperti UPS dan genset. Dokumentasi dilakukan melalui foto dan catatan detail kondisi instalasi.
- **Pengukuran Parameter Kelistrikan:** Melakukan pengukuran langsung di lapangan menggunakan instrumen yang telah dikalibrasi untuk memperoleh data tegangan (V), arus (A), faktor daya ($\cos \phi$), frekuensi (Hz), serta parameter kualitas daya lainnya pada panel LVMDP dan panel ICU Lantai 2. Pengukuran dilakukan pada periode beban normal dan beban puncak untuk menangkap variasi harian.
- **Wawancara dengan Petugas Teknis:** Melakukan wawancara terstruktur dengan kepala teknisi kelistrikan, operator genset/UPS, petugas pemeliharaan, dan koordinator ICU untuk menggali informasi tentang prosedur operasional, frekuensi gangguan, penanganan emergency, serta kendala yang dihadapi dalam operasional sehari-hari.

6. Pengumpulan Data Dokumentasi

Mengumpulkan data sekunder dari arsip dan dokumentasi rumah sakit berupa *single line diagram* sistem kelistrikan, spesifikasi teknis genset dan UPS (nameplate, kapasitas, tahun pembuatan), checklist pengujian rutin bulanan, catatan riwayat downtime dan pemadaman PLN, serta data perencanaan ekspansi ICU dari 12 menjadi 20 bed.

7. Apakah Data Lengkap?

Tahap evaluasi kelengkapan data yang telah dikumpulkan. Jika data belum lengkap atau ditemukan inkonsistensi, maka proses kembali ke tahap pengumpulan data lapangan (blok 5) atau pengumpulan dokumentasi (blok 6) untuk melengkapi data yang kurang. Jika data sudah lengkap dan valid, maka proses dilanjutkan ke tahap pengolahan data.

8. Pengolahan dan Tabulasi Data

Data hasil pengukuran dan observasi diolah menggunakan software Microsoft Excel dan MATLAB. Tahapan pengolahan meliputi:

- Tabulasi data pengukuran dalam format sistematis (Tabel 4.1, 4.2, 4.3, dst)
- Perhitungan nilai rata-rata, deviasi standar, dan variasi parameter
- Perhitungan daya aktif dan reaktif menggunakan rumus teoretis
- Perhitungan utilisasi MCB, distribusi beban, dan tingkat ketidakseimbangan fasa
- Pembuatan grafik dan diagram untuk visualisasi data (Gambar 4.10-4.20)

9. Analisis Kualitas Daya

Analisis mendalam terhadap parameter kualitas daya listrik yang meliputi:

- **Analisis Tegangan:** Evaluasi deviasi tegangan terhadap nilai nominal, identifikasi voltage drop antara panel LVMDP dan panel ICU, serta perbandingan dengan toleransi standar SPLN 1:1995 ($\pm 10\%$) dan IEC

60364-7-710 ($\pm 5\%$). Analisis juga mencakup potensi under/overvoltage dan dampaknya terhadap peralatan medis kritis.

- **Analisis Keseimbangan Beban:** Evaluasi distribusi beban antar fasa (R, S, T), perhitungan tingkat ketidakseimbangan menggunakan standar IEEE 1159-2019, serta analisis dampak ketidakseimbangan terhadap arus netral, rugi-rugi daya, dan pemanasan konduktor.
- **Analisis Faktor Daya:** Evaluasi faktor daya terhadap standar PLN ($\geq 0,85$) dan IEEE 519-2014 ($\geq 0,90$), perhitungan komponen daya reaktif, analisis rugi-rugi daya akibat beban induktif, serta evaluasi implikasi ekonomis terhadap efisiensi operasional.

10. Analisis Keandalan Sistem Cadangan

Analisis komprehensif terhadap sistem cadangan listrik yang mencakup:

- **Analisis Sistem Genset:** Evaluasi waktu transfer dari PLN ke genset (13 detik) terhadap standar IEC 60364-7-710 (≤ 15 detik), breakdown waktu transfer (deteksi-starting-stabilisasi), evaluasi kapasitas genset terhadap beban ICU, serta analisis data pengujian rutin (tegangan output, frekuensi, beban, temperatur).
- **Analisis Sistem UPS:** Evaluasi runtime UPS (12 menit) terhadap standar IEC 62040-3 (10-15 menit), analisis kondisi baterai (usia > 5 tahun, kapasitas, tegangan DC 218V), evaluasi utilisasi UPS (80%), serta identifikasi risiko single point of failure dari konfigurasi UPS sentral.

- **Analisis Downtime Operasional:** Perhitungan frekuensi dan durasi downtime PLN selama periode pengamatan, evaluasi availability sistem (99,96%) terhadap standar Tier III Uptime Institute (99,982%), analisis pola temporal gangguan, serta identifikasi kejadian kritis dengan durasi melebihi kapasitas UPS.

11. Evaluasi Kesesuaian terhadap Standar

Evaluasi sistematis kondisi eksisting terhadap dua standar utama:

- **Checklist IEC 60364-7-710:** Evaluasi 10 parameter mencakup deviasi tegangan area medis kritis, waktu transfer sumber cadangan, runtime UPS, sistem distribusi redundant, pemisahan jalur beban kritis dan non-kritis, sistem grounding dan proteksi, stabilisasi tegangan (AVR), monitoring dan alarm sistem, keseimbangan beban, serta frekuensi nominal. Setiap parameter diberi status: ✓ Sesuai, ✗ Tidak Sesuai, atau ~ Parsial.
- **Checklist Permenkes RI No. 40/2022:** Evaluasi 10 parameter mencakup ketersediaan sumber listrik cadangan, sistem cadangan berlapis, waktu operasional genset, pemeliharaan rutin, pemisahan jalur distribusi, kualitas tegangan, sistem pentanahan, kapasitas untuk ekspansi, dokumentasi prosedur, serta persyaratan zero downtime untuk area kritis.

Dari evaluasi ini dihitung persentase kesesuaian sistem terhadap masing-masing standar untuk menentukan tingkat compliance.

12. Apakah Hasil Analisis Valid?

Tahap validasi hasil analisis dengan melakukan cross-check antar parameter, verifikasi konsistensi data, serta konfirmasi dengan teori dan standar yang berlaku. Jika ditemukan inkonsistensi atau anomali yang tidak dapat dijelaskan, maka proses kembali ke tahap pengolahan data (blok 8) atau bahkan ke pengumpulan data tambahan (blok 5) untuk klarifikasi. Jika hasil analisis valid dan konsisten, maka proses dilanjutkan ke tahap interpretasi.

13. Interpretasi Hasil dan Identifikasi Gap

Tahap sintesis dari seluruh hasil analisis untuk:

- Mengidentifikasi temuan utama dari aspek kualitas daya dan keandalan sistem
- Mengevaluasi penyebab teknis kondisi eksisting (ketidakseimbangan beban, runtime UPS terbatas, waktu transfer genset)
- Menganalisis implikasi terhadap keselamatan pasien dan keandalan operasional ICU
- Menghitung gap antara kondisi aktual dengan standar yang disyaratkan
- Menyusun profil risiko sistem kelistrikan ICU (risiko tinggi, sedang, rendah)

14. Perumusan Rekomendasi Teknis

Berdasarkan hasil interpretasi dan identifikasi gap, dirumuskan rekomendasi teknis yang bersifat:

- **Aplikatif:** Dapat diimplementasikan dengan mempertimbangkan kondisi eksisting rumah sakit

- **Prioritas:** Diurutkan berdasarkan tingkat kritikalitas dan urgensi (jangka pendek, menengah, panjang)
- **Cost-effective:** Mempertimbangkan keseimbangan antara biaya investasi dan manfaat yang diperoleh
- **Terukur:** Memiliki target kinerja yang jelas dan dapat dievaluasi keberhasilannya

Rekomendasi mencakup redistribusi beban antar fasa, penggantian baterai UPS, pemisahan jalur beban kritis dan non-kritis, implementasi sistem monitoring real-time, upgrade konfigurasi UPS, koordinasi dengan PLN, serta perencanaan peningkatan kapasitas untuk ekspansi ICU.

15. Penyusunan Laporan Penelitian

Tahap akhir berupa penyusunan laporan penelitian dalam format skripsi yang sistematis dengan struktur:

- **BAB I:** Pendahuluan (latar belakang dengan signifikansi masalah yang jelas, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah)
- **BAB II:** Tinjauan Pustaka (penelitian terdahulu, teori sistem kelistrikan rumah sakit, standar dan regulasi)
- **BAB III:** Metodologi Penelitian (jenis penelitian, waktu dan tempat, diagram alir, teknik pengumpulan dan analisis data)
- **BAB IV:** Hasil dan Pembahasan (gambaran sistem, hasil pengukuran, analisis kualitas daya, analisis keandalan, evaluasi kesesuaian standar, pembahasan)

- **BAB V:** Kesimpulan dan Saran (temuan utama, rekomendasi teknis)

Laporan dilengkapi dengan tabel hasil pengukuran, grafik visualisasi data, foto dokumentasi lapangan, checklist evaluasi standar, serta lampiran pendukung.

16. Presentasi Seminar dan Revisi

Hasil penelitian dipresentasikan dalam seminar untuk mendapatkan masukan konstruktif dari dosen pembimbing, dosen penguji, praktisi kelistrikan rumah sakit, serta pihak manajemen rumah sakit. Masukan dari seminar digunakan untuk melakukan revisi dan penyempurnaan laporan akhir sebelum diserahkan sebagai naskah skripsi final.

17. Selesai

Tahap akhir yang menandakan selesainya seluruh rangkaian metodologi penelitian dengan output berupa naskah skripsi final yang telah direvisi dan siap diserahkan.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Observasi Lapangan

Dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual sistem kelistrikan ICU, termasuk konfigurasi panel, jalur distribusi, dan sistem cadangan.

b. Pengukuran Langsung

Pengukuran parameter tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi dilakukan menggunakan alat ukur kelistrikan pada panel yang melayani beban ICU.

c. Studi Dokumentasi

Data pendukung berupa single line diagram, spesifikasi UPS dan genset, serta catatan downtime diperoleh dari pihak rumah sakit.

3.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Mengolah data hasil pengukuran kelistrikan menjadi bentuk tabel dan grafik.
2. Menganalisis kondisi kualitas daya dan distribusi beban berdasarkan parameter yang telah ditentukan.
3. Menganalisis keandalan sistem kelistrikan ICU berdasarkan waktu transfer sumber daya, kapasitas sistem cadangan, runtime UPS, dan catatan downtime.
4. Membandingkan hasil analisis dengan standar IEC 60364-7-710 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2022.

Menyusun rekomendasi teknis berdasarkan hasil evaluasi kondisi eksisting sistem kelistrikan ICU.

3.7 Variabel dan Parameter Penelitian

Parameter kelistrikan yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi:

1. Tegangan listrik (V)
2. Arus listrik (A)
3. Daya listrik (kW/kVA)
4. Faktor daya ($\cos \phi$)

5. Frekuensi (Hz)
6. Keseimbangan beban antar fasa
7. Waktu transfer sumber listrik (PLN ke genset/UPS)
8. Runtime UPS dan catatan downtime operasional

Penelitian ini tidak mencakup analisis harmonisa, gangguan transien, maupun parameter kualitas daya lanjutan seperti Total Harmonic Distortion (THD).



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

