



SKRIPSI

ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN  
DI *INTENSIVE CARE UNIT* (ICU)  
RUMAH SAKIT MITRA KELUARGA  
PONDOK TJANDRA SIDOARJO

GALU WICAKSONO  
NIM.20211330009

DOSEN PEMBIMBING  
Triuli Novianti, S.T., M.T.  
Rudi Irmawanto, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SURABAYA 2026



**SKRIPSI**  
**ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN DI *INTENSIVE***  
***CARE UNIT (ICU)* RUMAH SAKIT MITRA KELUARGA**  
**PONDOK TJANDRA SIDOARJO**



Disusun oleh :

**Galu Wicaksono**  
**NIM.20211330009**

Dosen Pembimbing

1. Triuli Novianti, S.T., M.T.
2. Rudi Irmawanto, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA**  
**2026**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Galu Wicaksono  
NIM : 2021133009  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Analisis Sistem Kelistrikan di *Intensive Care Unit (ICU)* Rumah Sakit Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari penelitian sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan penelitian yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini peneliti buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammdiyah Surabaya

Surabaya, 27 Januari 2026  
Y



Galu Wicaksono  
NIM.20211330009

**LEMBAR PEMBIMBING  
SKRIPSI**

**ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN DI *INTENSIVE  
CARE UNIT (ICU)* RUMAH SAKIT MITRA KELUARGA  
PONDOK TJANDRA SIDOARJO**

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh :  
Galu Wicaksono  
NIM. 20211330009

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing:

1. Triuli Novianti, S.T., M.T.

(.....)

2. Rudi Irmawanto, S.T., M.T.

(.....)

**LEMBAR PENGUJI  
SKRIPSI**

**ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN DI *INTENSIVE  
CARE UNIT (ICU)* RUMAH SAKIT MITRA KELUARGA  
PONDOK TJANDRA SIDOARJO**

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh :  
Galu Wicaksono  
NIM. 20211330009

Disetujui oleh :

Dosen Penguji:

1. Triuli Novianti, S.T., M.T.
2. Ridho Akbar, S.ST., M.T.
3. Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T.

(.....)

(.....)

(.....)

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN DI *INTENSIVE  
CARE UNIT (ICU)* RUMAH SAKIT MITRA KELUARGA  
PONDOK TJANDRA SIDOARJO**

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Disusun oleh :  
Galu Wicaksono  
NIM. 20211330009

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Yippy Dharmawan, M.Ars.  
NIDN. 07.2509.6402

Disetujui oleh,  
Ketua Program Studi Teknik  
Elektro

Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T.  
NIDN. 001.606.8101

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Analisis Sistem Kelistrikan di *Intensive Care Unit* (ICU) Rumah Sakit Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo”.

Penulisan skripsi ini dibuat sebagai bentuk tanggung jawab atas penyelesaian perkuliahan yang merupakan salah satu syarat untuk mengikuti wisuda di Universitas Muhammadiyah Surabaya, khususnya Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dengan selesainya laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan pengalaman dan masukan-masukan kepada penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmatnya baik kesehatan jasmani dan rohani sehingga peneliti diberi kelancaran dan kemudahan.
2. Rasulullah Muhammad SAW yang telah menyelamatkan manusia dari zaman jahiliah menuju zaman yang benar.
3. Bapak Dr. Mundakir, S.Kep., Ns., M.Kep.FISQua. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
4. Bapak Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.
5. Ibu Dr. Indah Kurniawati, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya yang senantiasa memberikan arahan dan pesan-pesan yang menumbuhkan motivasi dalam penyusunan laporan tugas akhir.
6. Ibu Triuli Novianti, S.T., M.T. dan Bapak Rudi Irmawanto, ST., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah berkenan



memberikan bimbingan secara riil dan moral kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

7. Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya yang dengan sabar bersedia membagi ilmu dan pengalaman, sehingga penulis dapat memperluas wawasan baru.
8. Seluruh mahasiswa Teknik Elektro serta para alumni yang pernah berinteraksi dengan penulis secara langsung. Terima kasih segala sesuatunya.
9. Serta pihak - pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, telah membantu dan memberikan kontribusi selama pengerjaan Skripsi ini.

Penulis sadar akan kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu, kritik dan saran yang pembaca berikan akan membantu menyempurnakan penelitian di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis lain dan pembaca.

Surabaya, 27 Januari 2026

Galu Wicaksono

## DAFTAR ISI

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....                       | ii   |
| LEMBAR PEMBIMBING SKRIPSI .....                         | iii  |
| LEMBAR PENGUJI SKRIPSI .....                            | iv   |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....                         | v    |
| KATA PENGANTAR.....                                     | vi   |
| DAFTAR ISI .....                                        | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                     | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                                       | xiii |
| ABSTRAK .....                                           | xiv  |
| ABSTRACT .....                                          | xv   |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                 | 1    |
| 1.1    Latar Belakang.....                              | 1    |
| 1.2    Rumusan Masalah .....                            | 5    |
| 1.3    Tujuan Penelitian .....                          | 5    |
| 1.4    Manfaat Penelitian .....                         | 6    |
| 1.5    Batasan Penelitian .....                         | 7    |
| 1.6    Sistematika Penulisan.....                       | 8    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                           | 9    |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya .....                         | 9    |
| 2.2 Analisa Perbandingan Penelitian Terdahulu.....      | 11   |
| 2.3 Sistem Kelistrikan Rumah Sakit .....                | 13   |
| 2.3.1 Sistem Kelistrikan di Rumah Sakit Mitra Keluarga  | 14   |
| 2.4 Standar dan Regulasi Sistem Kelistrikan Rumah Sakit | 17   |

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5 Komponen Utama Sistem Kelistrikan ICU .....                               | 18        |
| 2.6 Gangguan Umum pada Sistem Kelistrikan Rumah Sakit<br>.....                | 22        |
| 2.7 Peralatan Medis Kritis dan Ketergantungan Terhadap<br>Listrik .....       | 23        |
| 2.9 Perhitungan Mendapatkan Nilai Daya Nyata dan Daya<br>Reaktif .....        | 26        |
| 2.10 Standar Kelistrikan Rumah Sakit.....                                     | 27        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                    | <b>33</b> |
| 3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian .....                                     | 33        |
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....                                         | 33        |
| 3.3 Rencana Kegiatan .....                                                    | 33        |
| 3.4 Diagram Alir Penelitian.....                                              | 35        |
| 3.4.1 Penjelasan Terkait Diagram Alir .....                                   | 36        |
| 3.5 Teknik Pengumpulan Data .....                                             | 47        |
| 3.6 Teknik Analisis Data .....                                                | 48        |
| 3.7 Variabel dan Parameter Penelitian.....                                    | 48        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                      | <b>51</b> |
| 4.1 Gambaran Umum Sistem Kelistrikan ICU .....                                | 51        |
| 4.2 Hasil Pengukuran Parameter Kelistrikan.....                               | 52        |
| 4.2.1 Hasil Pengukuran Tegangan Fasa pada Titik<br>distribusi utama (V) ..... | 53        |
| 4.2.2 Hasil Pengukuran Arus per Jalur (A).....                                | 56        |
| 4.2.3 Hasil Pengukuran Daya Aktif/Reaktif/Faktor Daya                         | 59        |
| 4.2.4 Frekuensi (HZ) .....                                                    | 60        |
| 4.2.5 Tegangan DC Baterai UPS.....                                            | 61        |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 4.3 Analisis Kualitas dan Distribusi Daya .....     | 62  |
| 4.3.1 Analisis Tegangan .....                       | 62  |
| 4.3.2 Analisis Keseimbangan Beban Antar Fasa .....  | 65  |
| 4.3.3 Analisis Faktor Daya.....                     | 73  |
| 4.4 Analisis Keandalan Sistem Kelistrikan ICU ..... | 79  |
| 4.4.1 Analisis Sistem Genset.....                   | 79  |
| 4.4.2 Analisis Sistem UPS .....                     | 83  |
| 4.4.3 Analisis Downtime Operasional .....           | 87  |
| 4.5 Evaluasi Kesesuaian Terhadap Standar .....      | 89  |
| 4.5.3 Ringkasan Evaluasi Kesesuaian.....            | 94  |
| 4.6 Pembahasan Hasil Penelitian .....               | 95  |
| 4.6.1 Interpretasi Hasil Utama .....                | 95  |
| 4.6.2 Penyebab Teknis Kondisi Eksisting .....       | 99  |
| 4.6.3 Implikasi terhadap Keandalan ICU .....        | 101 |
| 4.7 Rekomendasi Teknis .....                        | 103 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                    | 107 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                | 107 |
| 5.2 Saran .....                                     | 108 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                | 111 |
| LAMPIRAN.....                                       | 114 |
| BIODATA PENULIS .....                               | 118 |

## **DAFTAR GAMBAR**

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Denah Ruangan Lantai 2 .....                                                                           | 15 |
| Gambar 2.2 Panel MDP Lantai 2 .....                                                                               | 16 |
| Gambar 2.3 UPS 10kVA pada Lantai 2 .....                                                                          | 17 |
| Gambar 2.4 Genset .....                                                                                           | 20 |
| Gambar 2.5 Automatic Voltage Regulator (AVR) .....                                                                | 21 |
| Gambar 2.6 Ventilator .....                                                                                       | 24 |
| Gambar 2.7 Mesin Dialisis .....                                                                                   | 25 |
| Gambar 2.8 Monitor Hemodinamik .....                                                                              | 26 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....                                                                          | 35 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian .....                                                               | 39 |
| Gambar 4.1 Single Line Diagram Panel LVMDP .....                                                                  | 51 |
| Gambar 4.2 Panel ICU Lantai 2 Rumah Sakit Mitra Keluarga<br>Pondok Tjandra Sidoarjo .....                         | 52 |
| Gambar 4.3 Salah Satu Hasil Pengukuran Tegangan Pada<br>Panel Distribusi Utama antar Phase pada Panel LMVDP ..... | 53 |
| Gambar 4.4 Pengukuran Tegangan pada Panel ICU Lantai 2<br>.....                                                   | 54 |
| Gambar 4.5 Pengukuran Arus pada Panel ICU Lantai 2 .....                                                          | 56 |
| Gambar 4.6 Pengambilan data untuk Power Factor Panel ICU<br>.....                                                 | 59 |
| Gambar 4.7 Pengukuran Frekuensi pada Panel ICU .....                                                              | 60 |
| Gambar 4.8 Nameplate UPS ICU Lantai 2 .....                                                                       | 62 |
| Gambar 4.9 Tegangan pada UPS ketika pada Mode Standby<br>.....                                                    | 62 |
| Gambar 4.10 Grafik perbandingan Tegangan antar fasa ...                                                           | 63 |
| Gambar 4.11 Tren Arus per Fasa Selama 4 Hari Pengukuran<br>.....                                                  | 66 |
| Gambar 4.12 Perbandingan Arus Rata-rata terhadap Kapasitas<br>dan Batas Aman (80%) .....                          | 67 |
| Gambar 4.13 Distribusi Persentase Beban Antar Fasa .....                                                          | 68 |
| Gambar 4.14 Cek List Penggunaan Genset pada R.S. Mitra<br>Keluarga Sidoarjo .....                                 | 79 |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.15 Nameplate Genset R.S Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo .....             | 80 |
| Gambar 4.16 Breakdown Waktu Transfer Genset .....                                         | 82 |
| Gambar 4.17 Tren Beban Genset Selama Pengujian di Bulan Januari - September 2025 .....    | 83 |
| Gambar 4.18 Cek Lis Uji Fungsi UPS Bulan Oktober 2025 ..                                  | 83 |
| Gambar 4.19 Perbandingan Runtime dengan Standar dan Kebutuhan.....                        | 85 |
| Gambar 4.20 Data Riwayat pemadaman pada R.S. Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo ..... | 87 |
| Gambar 4.21 Frekuensi dan Durasi Downtime PLN .....                                       | 88 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Studi Pustaka Terkait.....                                                                                                       | 9  |
| Tabel 3.1 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian.....                                                                                          | 33 |
| Tabel 3.2 Metode, Instrumen, dan Output yang digunakan<br>pada Penelitian .....                                                            | 37 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Beberapa Periode pada Panel<br>LVMDP dan Panel ICU Lantai 2 R.S. Mitra Keluarga Pondok<br>Tjandra Sidoarjo..... | 54 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Arus pada Panel ICU Lantai 2..                                                                                  | 57 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Power Factor Panel ICU Lantai 2<br>.....                                                                        | 59 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Daya Nyara dan<br>Daya Reaktif Panel ICU.....                                                   | 60 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Frekuensi pada Panel ICU.....                                                                                   | 61 |
| Tabel 4.6 Ringkasan Analisis Ketidakseimbangan Beban ....                                                                                  | 70 |
| Tabel 4.7 menyajikan checklist kesesuaian sistem kelistrikan<br>ICU terhadap persyaratan IEC 60364-7-710. ....                             | 90 |
| Tabel 4.8 menyajikan checklist kesesuaian sistem kelistrikan<br>ICU terhadap persyaratan Permenkes RI No. 40 Tahun 2022.<br>.....          | 92 |

## ABSTRAK

Sistem kelistrikan Intensive Care Unit (ICU) berperan kritis dalam keselamatan pasien, namun sering menghadapi permasalahan kualitas daya, keandalan sistem cadangan, dan kesesuaian standar. Untuk itu, dilakukan perhitungan dan evaluasi sistem kelistrikan ICU Rumah Sakit Mitra Keluarga Pondok Tjandra Sidoarjo. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-analitis dengan pengukuran parameter kelistrikan menggunakan power analyzer, observasi lapangan, dan wawancara. Perhitungan meliputi analisis kualitas daya, keandalan sistem cadangan, dan kesesuaian terhadap IEC 60364-7-710 dan Permenkes RI No. 40/2022. Hasil menunjukkan sistem disuplai PLN melalui LVMDP dengan cadangan genset 350 kW dan UPS 10 kVA. Kualitas daya menunjukkan tegangan 392-401,6 V (deviasi 2,25%), frekuensi 50 Hz, faktor daya 0,914, namun ketidakseimbangan beban mencapai 96,7% dengan fasa R menanggung 65,3% beban total. Keandalan sistem menunjukkan waktu transfer genset 13 detik, runtime UPS 12 menit (beban 80%), dan availability 99,96%. Sistem memenuhi 60% parameter IEC 60364-7-710 dan 80% Permenkes No. 40/2022 dengan utilisasi 34,2%. Rekomendasi meliputi redistribusi beban antar fasa, penggantian baterai UPS, pemisahan jalur beban kritis-non kritis, dan implementasi monitoring real-time.

**Kata Kunci:** Sistem Kelistrikan Rumah Sakit, Intensive Care Unit (ICU), Keandalan Sistem Cadangan, Ketidakseimbangan Beban, IEC 60364-7-710, Permenkes No. 40/2022



## ABSTRACT

The Intensive Care Unit (ICU) electrical system plays a critical role in patient safety, yet it frequently faces issues with power quality, backup system reliability, and compliance with standards. Therefore, a calculation and evaluation of the ICU electrical system at Mitra Keluarga Hospital, Pondok Tjandra, Sidoarjo, were conducted. The research method used a descriptive-analytical approach, measuring electrical parameters using a power analyzer, field observations, and interviews. The calculations included analysis of power quality, backup system reliability, and compliance with IEC 60364-7-710 and Indonesian Minister of Health Regulation No. 40/2022. The results showed that the system was supplied by PLN through the LVMDP (Light-Powered Vault) with a 350-kW generator backup and a 10 kVA UPS. Power quality showed a voltage of 392-401.6 V (2.25% deviation), a frequency of 50 Hz, and a power factor of 0.914, but the load imbalance reached 96.7%, with the R phase carrying 65.3% of the total load. System reliability demonstrated a generator transfer time of 13 seconds, a UPS runtime of 12 minutes (80% load), and 99.96% availability. The system met 60% of IEC 60364-7-710 parameters and 80% of Indonesian Minister of Health Regulation No. 40/2022, with a utilization rate of 34.2%. Recommendations included interphase load redistribution, UPS battery replacement, separation of critical and non-critical load paths, and implementation of real-time monitoring.

**Keywords:** *Hospital Electrical System, Intensive Care Unit (ICU), Backup System Reliability, Load Unbalance, IEC 60364-7-710, Indonesian Minister of Health Regulation No. 40/2022*