

**ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI ENERGI LISTRIK
SUBSTATION 1-6 BERBASIS DATA MONITORING DI BANDARA
SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II**



S K R I P S I

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti**

**Disusun Oleh:
MUHAMMAD HANIF FIRDAUS
2202230509**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026**

**ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI ENERGI LISTRIK
SUBSTATION 1-6 BERBASIS DATA MONITORING DI BANDARA
SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti**

Disusun Oleh:



MUHAMMAD HANIF FIRDAUS

2202230509

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Muhammad Hanif Firdaus
NIM : 2202230509
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S-1)
Judul Skripsi : Analisis Sistem Distribusi Energi Listrik Substation 1-6
Berbasis Data Monitoring Di Bandara Sultan Mahmud
Badaruddin II

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dina Fitria., ST.MT

Pembimbing II



Ir. Muhammad Helmi., MT

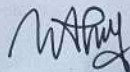
Mengetahui

Dekan



Dr. Ani Firda., ST.MT

Ketua Program Studi



Moh. Wahyu Aminullah., ST.MT

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Muhammad Hanif Firdaus
NIM : 2202230509
Progran Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S-1)
Judul Skripsi : Analisis Sistem Distribusi Energi Listrik Substation 1-6
Berbasis Data Monitoring Di Bandara Sultan Mahmud
Badaruddin II
Email/Hp : mhaniffirdaus3@gmail.com/089522771366

Dengan ini saya Menyatakan

1. Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata kata dan rumusan yang sama, maka hal tersebut di jadikan referensi dan di masukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau jiplakan terhadap karya orang lain, Maka saya bersedia mempertanggung jawabkan dan menerima sanksi berdasaraskan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang " Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan apapun.

Palembang, Agustus 2026



Muhammad Hanif Firdaus

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah: 6)

"Jangan menyerah sebelum mencoba, karena keberhasilan adalah hasil dari usaha,
doa, dan ketekunan."

"Masa depan tidak ditentukan oleh seberapa cepat kita sampai, tetapi oleh seberapa
konsisten kita melangkah."

Atas Rahmat Allah SWT,

Kupersembahkan Kepada:

- Kedua Orang Tuaku Tercinta
- Keluarga besar
- Pacar tercinta
- Teman- teman seperjuangan
- Almameter tercinta

ABSTRAK

Perkembangan teknologi monitoring energi listrik memungkinkan pemantauan parameter kelistrikan secara *real-time* dan historis. Data ini krusial sebagai dasar pengambilan keputusan operasional sistem kelistrikan yang optimal, efisien, dan andal. Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II memiliki sistem distribusi listrik yang terbagi dalam Substation 1 hingga Substation 6 (SS1–SS6). Setiap *substation* melayani zona operasional dengan karakteristik beban yang berbeda. Namun, data monitoring yang tersedia pada SS1–SS6 belum dianalisis secara menyeluruh, sehingga kondisi aktual sistem distribusi belum diketahui secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem distribusi energi listrik berbasis data monitoring pada Substation 1–6 di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II untuk mengevaluasi pola konsumsi, faktor daya, distribusi beban, dan faktor beban (*load factor*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola konsumsi energi listrik bervariasi sesuai aktivitas operasional bandara. Pembebanan sistem distribusi terpusat pada SS2 dan SS1. SS2 mencatat konsumsi energi terbesar yaitu 18.391,11 kWh dengan beban puncak mencapai 1.120,62 kW, sementara SS1–TR1 dan SS1–TR2 juga menunjukkan tingkat pembebanan yang tinggi. Dari analisis faktor beban, SS6 memiliki *load factor* tertinggi sebesar 93,4% yang mengindikasikan pemanfaatan kapasitas sistem yang stabil dan efisien. Sebaliknya, SS5 memiliki *load factor* terendah sebesar 10,1% yang menunjukkan pemanfaatan kapasitas belum optimal. Secara keseluruhan, sistem distribusi bandara telah memiliki faktor daya yang baik. Meskipun demikian, diperlukan pengelolaan dan pemerataan distribusi beban yang lebih optimal untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan kontinuitas pelayanan energi listrik.

Kata Kunci: Sistem Distribusi, Monitoring Energi, *Substation*, Beban Puncak, Faktor Beban (*Load Factor*).

ABSTRAK

The development of electrical energy monitoring technology allows real-time and historical monitoring of electrical parameters. This data is crucial as the basis for optimal, efficient, and reliable electrical system operational decision-making. Sultan Mahmud Badaruddin II Airport has an electricity distribution system divided into Substation 1 to Substation 6 (SS1–SS6). Each substation serves operational zones with different load characteristics. However, the monitoring data available in SS1–SS6 has not been thoroughly analyzed, so the actual condition of the distribution system is not known optimally. This study aims to analyze the electrical energy distribution system based on monitoring data in Substations 1–6 at Sultan Mahmud Badaruddin II Airport to evaluate consumption patterns, power factors, load distribution, and load factors. The results of the study show that electrical energy consumption patterns vary according to airport operational activities. Centralized distribution system loading on SS2 and SS1. SS2 recorded the largest energy consumption of 18,391.11 kWh with a peak load of 1,120.62 kW, while SS1–TR1 and SS1–TR2 also showed high levels of loading. From the load factor analysis, SS6 has the highest load factor of 93.4% which indicates stable and efficient utilization of system capacity. On the other hand, SS5 has the lowest load factor of 10.1% which shows that capacity utilization is not optimal. Overall, the airport's distribution system has had a good power factor. Nevertheless, more optimal load management and equitable distribution are needed to improve the efficiency, reliability, and continuity of electrical energy services.

Keywords: Distribution System, Energy Monitoring, Substation, Peak Load, Load Factor.

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kita panjatkan atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar strata 1 pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti. Selesaiya skripsi ini juga tidak terlepas dari dukungan beberapa pihak.

Untuk itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Rektor Universitas Tridinanti beserta staff.
2. Ibu Dr. Ani Firda, S.T.,M.T Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, ST.,M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
4. Ibu Dina Fitria, S.T.,M.T Selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Bapak Ir. Muhammad Helmi M.T Selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Seluruh Dosen/Staf Tata Usaha Fakultas Teknik dan Program Studi Teknik Elektro serta Civitas Akademika Universitas Tridinanti yang telah memberi bimbingan selama masa studi.
7. PT. Angkasa Pura Indonesia sebagai tempat pengambilan data dan seluruh pihak PT. Angkasa Pura Indonesia yang terkait dalam pembuatan skripsi ini.
8. Kedua Orang tua saya yang selalu mendukung saya.
9. Berbagai pihak yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu namun berkontribusi membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan walau penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Harapan penulis, informasi dari dari skripsi ini mampu memberikan manfaat.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PERNYATAAN	III
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	IV
ABSTRAK	V
<i>ABSTRAK</i>	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR TABEL	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Sistem Tenaga Listrik ¹⁾	4
2.1.1 Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	5
2.2. Gardu Distribusi (Substation) ²⁾	6
2.2.1. Klasifikasi Gardu Distribusi ³⁾	6
2.2.2. Transformator Distribusi ⁴⁾	9
2.2.3. Konfigurasi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik ⁵⁾	11
2.3. Konsep Dasar dan Pola Konsumsi Beban Listrik.....	12
2.3.1. Pengertian Beban Listrik ⁶⁾	12
2.4. Karakteristik Beban Listrik ⁷⁾	12
2.4.1. Profil Beban (Load Profile) ⁸⁾	13
2.4.2. Beban Puncak Dan Faktor Beban ⁹⁾	14
2.4.3. Faktor Daya ¹⁰⁾	15
2.5. Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Data Arus Primer ¹¹⁾	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian	18
3.2. Lokasi Penelitian.....	18
3.3. Objek Penelitian.....	19
3.3.1. Jenis Data	19
3.3.2. Sumber Data	22
3.3.3. Spesifikasi Transformator	22
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.5. Teknik Analisis Data	37
3.5.1. Perhitungan Daya Listrik.....	37
3.5.2. Perhitungan Energi Listrik	37
3.5.3. Analisis Profil Beban.....	38
3.5.4. Analisis Faktor Beban (<i>Load Factor</i>)	38
3.6. Diagram Alir Penelitian	39
 BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA	 40
4.1. Data Penelitian.....	40
4.1.1. Data Profil Beban Listrik	40
4.1.2. Data Operasional Sistem	40
4.2. Pengolahan Data	40
4.3. Perhitungan	41
4.3.1. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 1 (TR 1)	41
4.3.2. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 1 (TR 2)	42
4.3.3. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 1 (TR 3)	43
4.3.4. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 2	44
4.3.5. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 3	45
4.3.6. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 4	46
4.3.7. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 5	47
4.3.8. Perhitungan Daya Listrik pada Substation 6	48
4.3.9. Perhitungan Energi Listrik pada Substation I.....	49
4.4. Analisa Keseluruhan Sistem Distribusi (Substation 1–6).....	51
4.4.1. Analisis Profil Beban Listrik.....	51

4.4.2. Analisis Beban Puncak Sistem	65
4.4.3. Analisis Konsumsi Energi Listrik	67
4.4.4. Analisis Faktor Beban (Load Factor)	69
4.4.5. Analisis Efisiensi Sistem Distribusi	72
4.4.6. Analisis Keandalan Sistem	74
4.4.7. Evaluasi dan Implikasi Sistem	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik	4
Gambar 2. 2 Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2. 3 Gardu Berdasarkan Jenis Pemasangan	8
Gambar 2. 4 Gardu Berdasarkan Kontruksi	8
Gambar 2. 5 Gardu Berdasarkan Penggunaan.....	8
Gambar 2. 6 Arus Bolak Balik Mengelilingi Inti Besi	9
Gambar 2. 7 Prinsip Kerja Transformator	9
Gambar 2. 8 Konfigurasi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	11
Gambar 3. 1 Spesifikasi Transformator 1 SS 1	22
Gambar 3. 2 Spesifikasi Transformator 2 SS 1	24
Gambar 3. 3 Spesifikasi Transformator 3 SS 1	25
Gambar 3. 4 Spesifikasi Transformator 1 SS 2	26
Gambar 3. 5 Spesifikasi Transformator 2 SS 2	28
Gambar 3. 6 Spesifikasi Transformator 3 SS 2	29
Gambar 3. 7 Spesifikasi Transformator.....	30
Gambar 3. 8 Spesifikasi Transformator 1 SS 4	33
Gambar 3. 9 Spesifikasi Transformator 1 SS 6	35
Gambar 3. 10 Diagram Alir Penelitian.....	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Data Monitoring Arus Primer	20
Tabel 3. 2 Data Faktor Daya dan Faktor Daya	21
Tabel 4. 1 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 1 (TR 1)	41
Tabel 4. 2 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 1 (TR 2)	42
Tabel 4. 3 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 1 (TR 3)	43
Tabel 4. 4 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 2	44
Tabel 4. 5 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 3	45
Tabel 4. 6 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 4	46
Tabel 4. 7 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 5	47
Tabel 4. 8 Perhitungan Daya Listrik pada Substation 6	48
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Energi Substation 1 (Pukul 01.00 WIB).....	50
Tabel 4. 10 Profil Beban Daya Listrik Substation 1–6 Selama 24 Jam	52
Tabel 4. 11 Konsumsi Energi Listrik Substation 1–6.....	68
Tabel 4. 12 Faktor Beban Sistem	71

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN Pusat Pendidikan dan Pelatihan, *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. PT PLN (Persero), p. 1.
- [2] Pabla, A. S. (2011). *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- [3] PT PLN (Persero), *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2010.
- [4] PT PLN (Persero), *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2010.
- [5] PT PLN (Persero), *Buku Pedoman Trafo Tenaga*. Jakarta: PT PLN (Persero), 2014. [Online].
- [6] Syaputra, Ramadoni. (2021) “*Tarnsimisi dan Distribusi tenaga Listrik*” Yogyakarta: Teknisi Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- [7] I. Nursinta, “Peramalan Beban Listrik Bulanan Berbasis Artificial Neural Network pada PT. PLN UP3 Tanjung Pinang,” Skripsi, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, 2023.
- [8] M. Kadaffi, *Karakteristik Beban Tenaga Listrik (Modul 14 Perencanaan Sistem Tenaga)*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [9] Mehta, V. K., & Mehta, R. (2005). *Principles of Power System*. New Delhi: S. Chand Publishing.
- [10] M. Kadaffi, *Karakteristik Beban Tenaga Listrik (Modul 14 Perencanaan Sistem Tenaga)*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [11] Y. Y. Permadi, D. Despa, dan M. Komarudin, “Sistem online monitoring besaran listrik 3 fasa berbasis single board computer BCM 2835,” *Jurnal Teknik Elektro Universitas Lampung*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi monitoring energi listrik memungkinkan berbagai parameter kelistrikan seperti arus, tegangan, daya aktif (kW), energi listrik (kWh), dan faktor daya (Power Factor / PF) dipantau secara real-time maupun historis. Data monitoring tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengetahui pola konsumsi energi listrik, mengidentifikasi beban puncak, mengevaluasi faktor daya, serta menganalisis kondisi operasi sistem distribusi tenaga listrik pada setiap substation. Informasi yang diperoleh dari data monitoring sangat penting sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan sistem kelistrikan agar dapat beroperasi secara optimal, efisien, dan memiliki tingkat keandalan yang tinggi.

Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II sebagai salah satu bandara utama di Sumatera Selatan memiliki sistem distribusi energi listrik yang terdiri dari beberapa substation (SS1–SS6). Masing-masing substation melayani beban yang berbeda sesuai dengan zona operasional bandara, seperti terminal penumpang, perkantoran, fasilitas navigasi penerbangan, dan utilitas pendukung lainnya. Perbedaan karakteristik beban pada setiap substation menyebabkan kebutuhan energi listrik yang berbeda sehingga diperlukan pengelolaan sistem distribusi yang baik untuk menjaga efisiensi dan keandalan penyaluran energi listrik pada seluruh area operasional bandara.

Data monitoring yang tersedia dapat digunakan sebagai dasar evaluasi untuk mengetahui pola konsumsi energi listrik, tingkat faktor daya, distribusi beban, serta faktor beban pada masing-masing substation. Namun, data tersebut belum dianalisis secara menyeluruh sehingga kondisi aktual sistem distribusi tenaga listrik pada Substation 1–6 belum dapat diketahui secara optimal. Padahal, hasil analisis tersebut dapat membantu dalam pelaksanaan maintenance, identifikasi potensi gangguan, evaluasi kinerja sistem, serta peningkatan efisiensi dan keandalan distribusi tenaga listrik.

Oleh karena itu, diperlukan analisis sistem distribusi energi listrik berbasis data monitoring pada Substation 1–6 di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berjudul **“Analisis Sistem Distribusi Energi Listrik Substation 1–6 Berbasis Data Monitoring di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II.”**

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pola konsumsi energi listrik pada masing-masing substation, dan Substation mana yang memiliki beban puncak tertinggi?
2. Bagaimana pengaruh distribusi beban dan faktor beban terhadap efisiensi serta keandalan sistem distribusi tenaga listrik pada masing-masing substation?

1.3.Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data penelitian diambil dari Substation 1 sampai dengan Substation 6 (SS1–SS6) pada sistem distribusi listrik.
2. Analisis difokuskan pada sistem distribusi energi listrik yang meliputi parameter daya aktif (kW), energi listrik (kWh), faktor daya (*power factor*), distribusi beban, dan faktor beban sebagai dasar untuk mengevaluasi efisiensi dan keandalan sistem pada masing-masing substation.

1.4.Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran kondisi sistem distribusi energi listrik pada Substation 1–6 di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II sehingga dapat menjadi bahan evaluasi dalam meningkatkan efisiensi, keandalan, dan pengelolaan energi listrik.