

**EVALUASI KEMAMPUAN UNIT PEMBANGKIT SEBELUM DAN
SETELAH INTERKONEKSI DENGAN SISTEM PLN DI PT. INDONESIA
ASAHAN ALUMINIUM (PERSERO)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

ARIF RAHMAT FAREZA

NPM : 1810017111026



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025**

LEMBARAN PENGESAHAN

EVALUASI KEMAMPUAN UNIT PEMBANGKIT SEBELUM DAN
SETELAH INTERKONEKSI DENGAN SISTEM PLN DI PT. INDONESIA
ASAHAN ALUMINIUM (PERSERO)

SKRIPSI

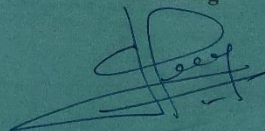
*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

ARIF RAHMAT FAREZA
1810017111026

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Ir. Cahayahati, M.T
NIK : 930 500 331

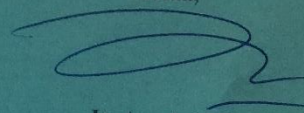
Diketahui Oleh:

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



Prof. Dr. Eng. Remi Desmiarti, S.T., M.T
NIK: 990 500 496

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,



Ir. Arzul, M.T
NIK: 941 100 396

LEMBARAN PENGUJI

EVALUASI KEMAMPUAN UNIT PEMBANGKIT SEBELUM DAN
SETELAH INTERKONEKSI DENGAN SISTEM PLN DI PT. INDONESIA
ASAHAN ALUMINIUM (PERSERO)

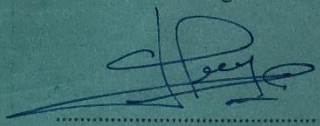
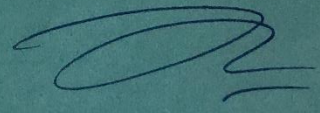
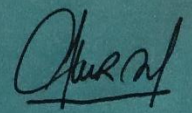
SKRIPSI

Oleh :

ARIF RAHMAT FAREZA

1810017111026

Dipertahankan di depan penguji Skripsi
Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta
Hari/Tanggal : Rabu 19 Maret 2025

No.	Nama	Tanda Tangan
1.	<u>(Ir. Cahayahati, M.T)</u> (Ketua Sidang)	
2.	<u>(Ir. Arzul, M.T)</u> (Penguji)	
3.	<u>(Mirza Zoni, S.T. M.T)</u> (Penguji)	

LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ilmiah saya, skripsi dengan judul “EVALUASI KEMAMPUAN UNIT PEMBANGKIT SEBELUM DAN SETELAH INTERKONEKSI DENGAN SISTEM PLN DI PT. INDONESIA ASAHAN ALUMINIUM (PERSERO)” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Bung Hatta, maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain kecuali arahan pembimbing dan tim penguji skripsi.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 19 Maret 2025

Saya yang menyatakan,

Arif Rahmat Fareza

1810017111026

ABSTRACT

The interconnection between power generation units and the PLN system can have a significant impact on the power system. This research evaluates changes in the operational capabilities of generating units at PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) before and after interconnection with PLN system. The analysis was conducted on power capability, voltage stability, efficiency, and system reliability using historical data, simulation, and power analysis using ETAP 19.0.1 software. Research results show that the interconnection improves system stability, reduce peak load on the system, and increases the capacity factor, but it also poses challenges such as dependence on PLN and potential external disturbances. In conclusion, interconnection provides significant benefits in term of operational efficiency, but requires risk mitigation strategies to maintain system reliability.

Keywords : *interconnection, power generation, power system, system stability, ETAP 19.0.1.*

INTI SARI

Interkoneksi antara unit pembangkit listrik dengan sistem jaringan PLN dapat memberikan dampak signifikan terhadap sistem tenaga listrik. Penelitian ini mengevaluasi perubahan kemampuan operasional unit pembangkit di PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) sebelum dan setelah interkoneksi dengan sistem PLN. Analisis dilakukan terhadap kapasitas daya, stabilitas tegangan, efisiensi, dan keandalan sistem menggunakan data historis, simulasi, serta perangkat lunak analisis daya berupa software ETAP 19.0.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interkoneksi meningkatkan stabilitas sistem, mengurangi beban puncak pada sistem, dan meningkatkan faktor kapasitas, tetapi juga menimbulkan tantangan seperti ketergantungan pada PLN dan potensi gangguan eksternal. Kesimpulannya, interkoneksi memberikan manfaat signifikan dalam efisiensi operasional, namun memerlukan strategi mitigasi risiko untuk menjaga keandalan sistem.

Kata Kunci : *interkoneksi, unit pembangkit, sistem tenaga listrik, stabilitas sistem, ETAP 19.0.1.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBARAN PENGESAHAN	
LEMBARAN PENGUJI	
LEMBARAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
INTI SARI	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penelitian	I-2
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Penelitian	II-4
2.2 Landasan Teori	II-6
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik	II-6
2.2.2 Komponen Sistem Tenaga Listrik	II-7
2.2.3 Transformator Daya	II-15
2.2.4 Studi Aliran Daya	II-25
2.2.5 Metode Load Flow	II-28
2.2.6 Single Line Diagram	II-39
2.2.7 Pengenalan ETAP	II-41
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Alat dan Penelitian	III-54
3.1.1 Alat Penelitian	III-54

3.1.2 Bahan Penelitian	III-54
3.2 Alur Penelitian	III-58
3.2.1 Persamaan Aliran Beban	III-58
3.2.2 Metode Newton-Raphson	III-59
3.2.2 Diagram Alir Penelitian	III-60
3.3 Deskripsi Sistem dan Analisis	III-61
3.3.1 Deskripsi Studi Aliran Beban dengan Metode Newton-Raphson	III-61
3.3.2 Analisa	III-61

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Penelitian	IV-62
4.2 Single Line Diagram Kelistrikan PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero)	IV-62
4.3 Data Sistem Tenaga Listrik PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero)	IV-62
4.4 Simulasi Aliran Beban Sistem 275 kV pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) Menggunakan Aplikasi ETAP 19.0.1	IV-69
4.5 Hasil Analisa	IV-70
4.5.1 Sistem Kelistrikan pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) Sebelum Interkoneksi dengan Sistem PLN	IV-70
4.5.2 Sistem Kelistrikan pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) Setelah Interkoneksi dengan Sistem PLN	IV-79

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Kesimpulan	V-88
5.2 Saran	V-88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Unit Vertikal Francis	(II-9)
Gambar 2.2 Susunan Unit Horizontal	(II-9)
Gambar 2.3 Kurva Kapabilitas Generator Pembangkit Tenaga Air (0,9 power faktor)	(II-12)
Gambar 2.4 Kurva Saturasi Generator Pembangkit Tenaga Air	(II-12)
Gambar 2.5 Simbol Transformator Pengukuran	(II-13)
Gambar 2.6 Letak belitan transformator	(II-18)
Gambar 2.7 Konstruksi lempengan logam inti transformator	(II-18)
Gambar 2.8 Konstruksi lempengan logam inti transformator berbentuk E, I dan F	(II-19)
Gambar 2.9 Letak belitan pada inti transformator	(II-20)
Gambar 2.10 Hubungan pada transformator	(II-20)
Gambar 2.11 Transformator tanpa beban	(II-21)
Gambar 2.12 Transformator terhubung singkat	(II-23)
Gambar 2.13 Rangkaian ekivalen transformator terhubung singkat dengan primer sebagai referensi	(II-23)
Gambar 2.14 Rangkaian ekivalen transformator terhubung singkat dengan sekunder sebagai referensi	(II-24)
Gambar 2.15 Single line diagram	(II-40)
Gambar 2.16 Flowchart sistem tenaga listrik	(II-44)
Gambar 2.17 Menu project information	(II-46)
Gambar 2.18 Menu project standart	(II-47)
Gambar 2.19 Kanvas kerja ETAP	(II-47)

Gambar 2.20 Menu power grid	(II-48)
Gambar 2.21 Menu project toolbar	(II-48)
Gambar 2.22 Menu busbar	(II-49)
Gambar 2.23 Power grid	(II-49)
Gambar 2.24 Bus editor	(II-50)
Gambar 2.25 Power editor	(II-50)
Gambar 2.26 Menu transformer	(II-51)
Gambar 2.27 Menu winding transformer	(II-52)
Gambar 2.28 Power grid	(II-52)
Gambar 2.29 Single line editor	(II-53)

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Generator Kelistrikan pada PT. Indonesia Asahan	
Aluminium (Persero)	(IV-63)
Tabel 4.2 Data Pembangkit pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia	
Asahan Aluminium (Persero)	(IV-63)
Tabel 4.3 Data Bus pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia Asahan	
Aluminium (Persero)	(IV-63)
Tabel 4.4 Data Beban pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia Asahan	
Aluminium (Persero)	(IV-66)
Tabel 4.5 Data Transformator 2 Winding Pada Sistem PT. Indonesia	
Asahan Aluminium (Persero)	(IV-67)
Tabel 4.6 Data Transformator 3 Winding Pada Sistem PT. Indonesia	
Asahan Aluminium (Persero)	(IV-68)
Tabel 4.7 Losses beban pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero)	
sebelum interkoneksi dengan PLN	(IV-70)
Tabel 4.8 Report Beban pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero)	
Sebelum Interkoneksi dengan PLN	(IV-74)
Tabel 4.9 Report Beban pada Transformator PT. Indonesia Asahan	
Aluminium (Persero) Sebelum Interkoneksi dengan PLN	(IV-76)
Tabel 4.10 Report Drop Voltage pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia	
Asahan Aluminium (Persero) Sebelum Interkoneksi dengan PLN	(IV-78)
Tabel 4.11 Losses beban pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero)	
setelah interkoneksi dengan PLN	(IV-79)
Tabel 4.12 Report Beban pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero)	

Setelah Interkoneksi dengan PLN	(IV-83)
Tabel 4.13 Report Beban pada Transformator PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) Setelah Interkoneksi dengan PLN	(IV-86)
Tabel 4.14 Report Drop Voltage pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) Setelah Interkoneksi dengan PLN	(IV-87)
Tabel 4.15 Perbandingan Losses pada Sistem Tenaga Listrik Sebelum Dan Setelah Interkoneksi dengan Sistem PLN	(IV-89)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Indonesia Asaha Aluminium (Persero) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri peleburan aluminium, di mana kebutuhan listrik menjadi salah satu faktor utama dalam keberlangsungan operasionalnya. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) memiliki unit pembangkit listrik sendiri. Namun, dengan adanya peningkatan kebutuhan daya dan efisiensi sistem kelistrikan, perusahaan mulai mengintegrasikan unit pembangkitnya dengan sistem interkoneksi PLN (Surya et al., 2020).

Interkoneksi dengan sistem PLN bertujuan untuk meningkatkan keandalan suplai listrik, mengoptimalkan penggunaan energi, serta mengurangi risiko gangguan pada proses produksi. Namun, perubahan ini juga membawa dampak terhadap performa unit pembangkit yang sebelumnya beroperasi secara independen. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kemampuan unit pembangkit sebelum dan setelah interkoneksi menjadi hal yang penting untuk mengukur efektivitas, efisiensi, serta stabilitas sistem kelistrikan PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) pasca interkoneksi (Putra & Hidayat, 2019).

Evaluasi ini mencakup aspek teknis seperti kapasitas daya, efisiensi bahan bakar, stabilitas tegangan dan frekuensi, serta respons unit pembangkit terhadap perubahan beban. Hasil evaluasi diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai manfaat dan tantangan dari integrasi dengan sistem PLN serta menjadi dasar untuk pengambilan keputusan dalam optimalisasi sistem kelistrikan PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) di masa depan (Siregar & Simanjuntak, 2022).

Dilihat dari latar belakang masalah tersebut, maka penulis mengangkat judul “Evaluasi kemampuan unit pembangkit sebelum dan setelah interkoneksi dengan sistem PLN di PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero) Menggunakan Software ETAP 19.0.1”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menggunakan persamaan aliran daya di PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero) ?
2. Bagaimana mengaplikasikan metode Newton-Raphson untuk sistem tenaga listrik PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero)
3. Bagaimana mensimulasikan sistem tenaga listrik di PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero) menggunakan ETAP 19.0.1 ?
4. Bagaimana mensimulasikan sistem tenaga listrik PT. Indonesia Asahan Aluminium interkoneksi dengan sistem grid PLN ?

1.3 Batasan Masalah

1. Analisa aliran daya hanya akan dibatasi pada kondisi sistem beroperasi normal menggunakan software ETAP 19.0.1
2. Sistem tenaga listrik yang menjadi lokasi penelitian adalah sistem tenaga listrik PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) dan interkoneksi dengan PT. PLN Kuala Tanjung (Persero)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan unit pembangkit di PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) dalam melayani beban yang ada pada sistem baik sebelum dan setelah interkoneksi dengan sistem PLN menggunakan software ETAP 19.0.1

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis, dapat menambah ilmu pengetahuan dan pengembangan ilmu. Khususnya dalam analisa aliran beban di PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero)
2. Bagi institusi, dengan penulis membahas judul ini dapat mempermudah pihak institusi untuk mengetahui kebutuhan daya di PT. Indonesia Asahan Aluminium (persero)

3. Bagi pembaca, dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan dan dapat diimplementasikan sesuai kebutuhan yang diinginkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan uraian umum yang memuat latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menguraikan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini menjelaskan langkah-langkah dalam penelitian dan persamaan yang digunakan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai data yang diperoleh selama penelitian, perhitungan dan analisisnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran ini didapat setelah dilakukannya penelitian ini.