ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA SISTEM DISTRIBUSI TIGA FASA PENYULANG NANGAHURE KABUPATEN SIKKA MENGGUNAKAN SIMULASI ETAP

TUGAS AKHIR
SKRIPSI

SALSABILA IDRIS YUNIARTY
41425010050

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

lib.mercubuana.ac.id

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA SISTEM DISTRIBUSI TIGA FASA PENYULANG NANGAHURE KABUPATEN SIKKA MENGGUNAKAN SIMULASI ETAP

TUGAS AKHIR
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

SALSABILA IDRIS YUNIARTY
41425010050

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Salsabila Idris Yuniarty
NIM	:	41425010050
Fakultas/Program Studi	:	Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
"Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi Tiga Fasa Penyulang Nangahure Kabupaten Sikka Menggunakan Simulasi Etap"
adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 1 Agustus 2026



Salsabila Idris Yuniarty

lib.mercubuana.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama	:	**Salsabila Idris Yuniarty**
NIM	:	**41425010050**
Program Studi	:	**Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis / Praktek Keinsinyuran	:	**Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi Tiga Fasa Penyulang Nangahure Kabupaten Sikka Menggunakan Simulasi Etap**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 15 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **15 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 15 Agustus 2026

Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	:	Salsabila Idris Yuniarty
NIM	:	41425010050
Fakultas/Program Studi	:	Teknik/Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	:	Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi Tiga Fasa Penyulang Nangahure Kabupaten Sikka Menggunakan Simulasi Etap

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 4 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Ir. Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T.
NUPTK: 7052763664130323

Jakarta, 4 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi Teknik Elektro
Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.	Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.
NUPTK: 6639750651230132	NUPTK: 2146770671304O3

lib.mercubuana.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
4. Bapak Ir. Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
6. Teman-teman mahasiswa teknik elektro yang selalu memberikan masukan dan bantuan selama penulis menempuh perkuliahan.
7. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan serta menjadi sumber semangat terbesar dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 1 Agustus 2026



Salsabila Idris Yuniarty

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Salsabila Idris Yuniarty
NIM	:	41425010050
Fakultas/Program Studi	:	Teknik/Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	:	Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Sistem Distribusi Tiga Fasa Penyulang Nangahure Kabupaten Sikka Menggunakan Simulasi Etap

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (***Non-exclusive Royalty-Free Right***) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 1 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Salsabila Idris Yuniarty

lib.mercubuana.ac.id

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA SISTEM DISTRIBUSI TIGA FASA PENYULANG NANGAHURE KABUPATEN SIKKA MENGGUNAKAN SIMULASI ETAP

SALSABILA IDRIS YUNIARTY

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi dan tingkat ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi tiga fasa Penyulang Nangahure Kabupaten Sikka berdasarkan data hasil pengukuran lapangan, membandingkan hasil perhitungan dengan hasil simulasi menggunakan ETAP, serta merekomendasikan upaya perbaikan untuk mengurangi ketidakseimbangan beban tersebut. Variabel yang diteliti meliputi arus pada masing-masing fasa R, S, dan T serta tegangan antar fasa sebagai variabel yang diukur di lapangan, dan persentase ketidakseimbangan beban sebagai variabel yang dianalisis.

Sampel penelitian terdiri atas 58 gardu distribusi yang terhubung pada jaringan Penyulang Nangahure, diambil menggunakan teknik sampling jenuh terhadap seluruh gardu yang memiliki data pengukuran arus dan tegangan lengkap pada kondisi beban puncak dan beban rendah bulan Oktober 2025. Analisis data dilakukan menggunakan metode kuantitatif deskriptif, yaitu menghitung persentase ketidakseimbangan beban berdasarkan koefisien pembebanan tiap fasa terhadap arus rata-rata mengacu pada Standar PLN, kemudian hasilnya divalidasi melalui simulasi Load Flow Analysis dan Unbalance Analysis pada perangkat lunak ETAP.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pembebanan belum merata pada setiap fasa, ditandai munculnya arus netral yang cukup besar, seperti pada gardu KA041 sebesar 136,6 A. Berdasarkan hasil perhitungan dari data simulasi ETAP, tingkat ketidakseimbangan tertinggi pada kondisi beban puncak terjadi pada gardu KB002, KB003, KB005, dan MP017 sebesar 66,6667 persen, sedangkan nilai terendah terjadi pada gardu KA093 sebesar 1,3983 persen. Pada kondisi beban rendah, nilai tertinggi terjadi pada gardu KB002, KB003, KB005, KB012, MP005, MP012, dan MP017 sebesar 66,6667 persen, sedangkan nilai terendah terjadi pada gardu KA083 sebesar 0,7871 persen. Hasil simulasi ETAP menunjukkan kecenderungan yang sejalan dengan hasil perhitungan berdasarkan data pengukuran, sehingga model dinilai mampu merepresentasikan kondisi sistem. Dapat disimpulkan bahwa sistem distribusi Penyulang Nangahure masih mengalami ketidakseimbangan beban baik pada kondisi beban puncak maupun beban rendah, sehingga diperlukan penyeimbangan beban melalui redistribusi pelanggan antar fasa guna meningkatkan keandalan dan kualitas sistem distribusi.

Kata Kunci : ketidakseimbangan beban, distribusi tiga fasa, ETAP, *load flow analysis*

lib.mercubuana.ac.id

ANALYSIS OF LOAD IMBALANCE IN THE THREE-PHASE DISTRIBUTION SYSTEM OF THE NANGAHURE FEEDER IN SIKKA REGENCY USING ETAP SIMULATION

SALSABILA IDRIS YUNIARTY

ABSTRACT

This study aims to evaluate the condition and degree of load unbalance in the three-phase distribution system of the Nangahure feeder, Sikka Regency, based on field measurement data, to compare the calculation results with ETAP simulation results, and to recommend corrective measures for the load unbalance. The variables studied include the current in each phase R, S, and T and the phase-to-phase voltage as the measured variables, along with the percentage of load unbalance as the analyzed variable.

The sample consisted of 58 distribution substations connected to the Nangahure feeder, selected using a saturated sampling technique covering all substations with complete current and voltage data under peak-load and light-load conditions in October 2025. Data were analyzed using a descriptive quantitative method, calculating the percentage of load unbalance from the loading coefficient of each phase relative to the average current per PLN Standards, then validated through Load Flow Analysis and Unbalance Analysis simulations in ETAP.

The results show that the loading condition is not evenly distributed across phases, indicated by a considerably high neutral current, such as 136.6 A at substation KA041. Based on the calculation using ETAP simulation data, the highest degree of unbalance under peak-load conditions occurred at substations KB002, KB003, KB005, and MP017 at 66.6667 percent, while the lowest occurred at KA093 at 1.3983 percent. Under light-load conditions, the highest occurred at substations KB002, KB003, KB005, KB012, MP005, MP012, and MP017 at 66.6667 percent, while the lowest occurred at KA083 at 0.7871 percent. The ETAP simulation results showed trends consistent with the calculations based on measurement data, indicating that the model adequately represents the actual system condition. It can be concluded that the Nangahure feeder still experiences load unbalance under both conditions, so load balancing through customer redistribution across phases is required to improve system reliability and quality.

Keywords: *load unbalance, three-phase distribution, ETAP, load flow analysis*

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**
HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI ..... **ii**
SURAT KETERANGAN HASIL SIMILARITY ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB ..... **vi**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Penelitian Terdahulu 6
2.2 Sistem Tenaga Listrik 9
2.3 Sistem Distribusi Tenaga Listrik 10
2.4 Konfigurasi Jaringan Distribusi 11
2.5 Pembebanan pada Sistem Distribusi 13
2.6 Ketidakseimbangan Beban 14
2.7 Faktor Penyebab Ketidakseimbangan Beban 17
2.8 Arus Netral pada Sistem Tiga Fasa 18
2.9 Rugi-Rugi Daya pada Sistem Distribusi 20
2.10 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban 21

lib.mercubuana.ac.id

2.11 Software ETAP 22
2.12 Penyulang Nangahure 24
2.13 Kerangka Teori 25
BAB III METODE PENELITIAN 28
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian 28
3.2. Desain Penelitian 28
3.3. Metode Pengumpulan Data 32
3.4. Pemodelan ETAP 38
3.5. Metode Pengolahan Data 43
3.6. Metode Analisis Data 45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 47
4.1 Permodelan Sistem Distribusi Penyulang Nangahure pada ETAP 47
4.2 Analisis Ketidakseimbangan Beban pada Kondisi Beban Puncak 49
4.2.1. Data Beban Puncak 49
4.2.2. Perhitungan Ketidakseimbangan Beban 52
4.2.3. Hasil Simulasi ETAP 54
4.2.4. Analisis Hasil 59
4.3 Analisis Ketidakseimbangan Beban pada Kondisi Beban Rendah 61
4.3.1 Data Beban Rendah 62
4.3.2 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban 65
4.3.3 Hasil Simulasi ETAP 67
4.3.4 Analisis Hasil 73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 75
5.1 Kesimpulan 75
5.2 Saran 76
DAFTAR PUSTAKA 78
LAMPIRAN 82

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 8
Tabel 3.1 Data Beban Puncak Penyulang Nangahure..... 32
Tabel 3.2 Data Beban Rendah Penyulang Nangahure 34
Tabel 3.3 Data Penelitian 37
Tabel 3.4 Kriteria Tingkat Ketidakseimbangan Beban Berdasarkan SPLN 17:1979 45
Tabel 4.1 Data Beban Puncak Penyulang Nangahure..... 49
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Puncak 52
Tabel 4.3 Data Beban Puncak Penyulang Nangahure Simulasi ETAP..... 55
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Puncak Simulasi ETAP 57
Tabel 4.5 Data Beban Rendah Penyulang Nangahure 62
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Rendah..... 65
Tabel 4.7 Data Beban Rendah Penyulang Nangahure Simulasi ETAP 68
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Rendah Simulasi ETAP70

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik..... 9
Gambar 2.2 Konfigurasi Jaringan Radial..... 12
Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Loop atau Ring 12
Gambar 2.4 Konfigurasi Jaringan Mesh 13
Gambar 2.5 Vektor Arus Tiga Fasa 15
Gambar 2.6 Kerangka Teori..... 26
Gambar 3.1 Alur Desain Penelitian 29
Gambar 3.2 Single Line Diagram Penyulang Nangahure..... 39
Gambar 3.3 Single Line Diagram ETAP 40
Gambar 3.4 Pengisian Parameter Transformator pada Etap 41
Gambar 3.5 Pengisian Data Beban pada ETAP 42
Gambar 4.1 Single Line Diagram Penyulang Nangahure..... 48
Gambar 4.2 Grafik Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Puncak..... 53
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Unbalance pada ETAP..... 55
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Puncak Simulasi ETAP..... 58
Gambar 4.5 Grafik Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Rendah 66
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Unbalance pada ETAP..... 67
Gambar 4.7 Grafik Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Puncak Simulasi ETAP..... 71

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Pengukuran Kondisi Beban Puncak 82
Lampiran 2 Data Hasil Pengukuran Kondisi Beban Rendah 84
Lampiran 3 Single Line Diagram..... 86
Lampiran 4 Single Line Diagram ETAP..... 87
Lampiran 5 Data Aset 88
Lampiran 6 Kartu Bimbingan 89

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id