

**ANALISIS *LOSSES* DAYA AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN
BEBAN PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV UNIT
LAYANAN PELANGGAN PEKALONGAN KOTA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Srata-1
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun oleh :

Hardianysah Permata Alam (20170120071)

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN JUDUL TUGAS AKHIR

**ANALISIS *LOSSES* DAYA AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN
PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV UNIT LAYANAN
PELANGGAN PEKALONGAN KOTA**



**Disusun Oleh:
HARDIANSYAH PERMATA ALAM
20170120071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, Puji Syukur atas Kehadirat Allah SWT Yang Pengasih lagi Maha Penyayang yang memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada hamba-Nya sehingga penyusunan tugas akhir dengan judul “Analisis *Losses* Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Distribusi 20 kV Unit Layanan Pelanggan Pekalongan Kota” dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya saya persembahkan kepada:

1. Kepada kedua orang tua dan satu orang adik saya yang dengan sabar terus memberi dukungan, semangat dan memberi doa selama penyelesaian tugas akhir ini.
2. Kepada Ode Abdul Haris selaku sahabat dan mentor saya yang belakangan memberi dukungan dalam kelancaran saya menyelesaikan tugas akhir.
3. Kepada teman seperjuangan saya selama kuliah, Aril, Batak, Fikri, Yudha, Hessa, Gambek.
4. Serta semua pihak yang telah mendukung dan mendoakan penulis.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Hardiansyah Permata Alam**
NIM : **20170120071**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Universitas : **Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

Menyatakan dalam penulisan tugas akhir yang berjudul “Analisis *Losses* Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Distribusi 20 kV Unit Layanan Pelanggan Pekalongan Kota” ini merupakan hasil pemikiran, penelitian, observasi dan hasil karya saya sendiri. Kecuali pada dasar teori diacu pada naskah tertulis ini dan pada bagian daftar Pustaka. Apabila terdapat hasil plagiasi maka saya sanggup menerima sanksi pada kemudian hari sesuai dengan peraturan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 8 Juni 2023

Penulis



Hardiansyah Permata Alam

MOTTO

"Semua orang memiliki masanya masing-masing. Tak perlu terburu-buru, tungguhlah. Kesempatan itu akan datang dengan sendirinya."



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas izin, rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “ANALISIS LOSSES DAYA AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV UNIT LAYANAN PELANGGAN PEKALONGAN KOTA” dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu karena tugas akhir ini tidak akan selesai tepat waktu jika tidak adanya bantuan, dukungan dan do'a dari orang-orang sekitar. Selama proses penyusunan penulis banyak mengalami hambatan, namun dengan bantuan dan bimbingan orang-orang dari berbagai pihak dan berkat bantuan dari Allah SWT sehingga penulis mendapat kemudahan untuk menyelesaikan tugas akhir. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Karisma Triananda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku kepala jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan selaku dosen penguji saya saat ujian pendadaran.
2. Bapak Ir. Slamet Suripto, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan arahan selama proses penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Almarhum Dr. Ir. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan arahan selama proses penyusunan tugas akhir.
4. Seluruh staff dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta telah memberikan ilmu selama menempuh pendidikan S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Staff laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
6. Bapak Faris dan Bapak Rinto selaku supervisor PT. PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Pekalongan Kota.

Penulis sangat menyadari bahwa selama penulis tugas akhir masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun agar dapat memperbaiki dan lebih mengembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Akhir kata, besar harapan penulis agar tugas akhir dapat membantu dan membagikan manfaat serta ilmu bagi kita semua terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi

Yogyakarta, 8 Juni 2023

Penulis



Hardiansyah Permata Alam



DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| HALAMAN JUDUL TUGAS AKHIR..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | v |
| MOTTO | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| INTISARI | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Manfaat | 4 |
| 1.6 Sistematika Penelitian | 5 |
| BAB II | 6 |
| TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 6 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 6 |
| 2.2 Dasar Teori | 8 |
| 2.2.1 Sistem Tenaga Listrik | 8 |
| 2.2.2 Pembangkit Tenaga Listrik | 9 |
| 2.2.3 Saluran Transmisi..... | 9 |
| 2.2.4 Gardu Induk | 10 |
| 2.2.5 Transformator..... | 11 |
| 2.2.6 Jaringan Distribusi | 12 |
| 2.2.7 Traformator Distribusi | 15 |

| | | |
|-----------------------------------|--|------------|
| 2.2.8 | Daya Listrik..... | 16 |
| 2.2.9 | Persentase Pembebanan Transformator | 18 |
| 2.2.10 | Sistem 3 Fasa | 18 |
| 2.2.11 | Ketidakseimbangan Beban pada Sistem Distribusi..... | 20 |
| 2.2.12 | Persentase Ketidakseimbangan Beban..... | 22 |
| 2.2.13 | Rugi - Rugi Daya | 23 |
| 2.2.14 | Arus Netral..... | 24 |
| 2.2.15 | Rugi – Rugi Energi | 24 |
| 2.2.16 | ETAP 19.0.1..... | 24 |
| BAB III..... | | 26 |
| METODE PENELITIAN | | 26 |
| 3.1 | Alat Dan Bahan Penelitian | 26 |
| 3.2 | Tempat Dan Waktu Penelitian | 26 |
| 3.3 | Metode Penelitian..... | 26 |
| BAB IV | | 30 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | | 30 |
| 4.1 | Profil PT. PLN (Persero) UP3 Pekalongan | 30 |
| 4.2 | Data Penelitian | 33 |
| 4.3 | Perhitungan dan Analisis Persentase Ketidakseimbangan Beban..... | 68 |
| 4.4 | Perhitungan dan Analisis Rugi – Rugi Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban..... | 73 |
| 4.5 | Hasil Simulasi Menggunakan ETAP 19.0.1 Ketika Beban Seimbang Untuk Menghitung Rugi – Rugi Daya | 82 |
| 4.6 | Perbandingan Rugi – Rugi Daya Antara Beban Tidak Seimbang Dengan Beban Seimbang..... | 94 |
| 4.7 | Penghematan Energi Ketika Beban Seimbang | 98 |
| BAB V..... | | 101 |
| KESIMPULAN..... | | 101 |
| 5.1 | Kesimpulan | 101 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 103 |
| LAMPIRAN..... | | 104 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik..... | 9 |
| Gambar 2. 2 Skema Jaringan Distribusi..... | 13 |
| Gambar 2. 3 Konfigurasi Sistem Radial | 14 |
| Gambar 2. 4 Konfigurasi Sistem Ring | 15 |
| Gambar 2. 5 Segitiga Daya | 17 |
| Gambar 2. 6 Diagram Vektor Arus Seimbang | 19 |
| Gambar 2. 7 Diagram Vektor Arus Tidak Seimbang..... | 22 |
| Gambar 3. 1 PT. PLN (Persero) UP 3 Pekalongan | 26 |
| Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian..... | 27 |
| Gambar 4. 1 Lokasi PT.PLN (Persero) UP3 Pekalongan | 30 |
| Gambar 4. 2 Lokasi Gardu Induk Pekalongan | 31 |
| Gambar 4. 3 Single Line Diagram Gardu Induk Pekalongan | 32 |
| Gambar 4. 4 Grafik Rugi – Rugi Daya Selama Bulan Agustus 2022 | 81 |
| Gambar 4. 5 Single Line Diagram jaringan distribusi Unit Layanan Pelanggan Pekalongan Melalui Simulasi ETAP 19.0.1 | 86 |
| Gambar 4. 6 Simulasi Rugi – Rugi Daya Pada Waktu Luar Beban Puncak Tanggal 1 Agustus 2022..... | 88 |
| Gambar 4. 7 Hasil Simulasi Menggunakan Report Manager Summary Losses Pada Waktu Luar Beban Puncak Pada Tanggal 1 Agustus 2022..... | 89 |
| Gambar 4. 8 Simulasi Rugi – Rugi Daya Pada Waktu Beban Puncak Tanggal 1 Agustus 2022..... | 90 |
| Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Menggunakan Report Manager Summary Losses Pada Waktu Beban Puncak Pada Tanggal 1 Agustus 2022 | 91 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 1 Pembagian Beban Trafo..... | 33 |
| Tabel 4. 2 Perhitungan Panjang Kabel Penyulang PKL 11 | 35 |
| Tabel 4. 3 Tabel Panjang Kabel Setiap Penyulang | 35 |
| Tabel 4. 4 Pengukuran Pembebanan 1 Agustus 2022..... | 37 |
| Tabel 4. 5 Tabel Pengukuran Pembebanan 2 Agustus 2022..... | 39 |
| Tabel 4. 6 Tabel Pengukuran Pembebanan 3 Agustus 2022..... | 40 |
| Tabel 4. 7 Tabel Pengukuran Pembebanan 4 Agustus 2022..... | 41 |
| Tabel 4. 8 Tabel Pengukuran Pembebanan 5 Agustus 2022..... | 42 |
| Tabel 4. 9 Tabel Pengukuran Pembebanan 6 Agustus 2022..... | 43 |
| Tabel 4. 10 Tabel Pengukuran Pembebanan 7 Agustus 2022..... | 44 |
| Tabel 4. 11 Tabel Pengukuran Pembebanan 8 Agustus 2022..... | 45 |
| Tabel 4. 12 Tabel Pengukuran Pembebanan 9 Agustus 2022..... | 46 |
| Tabel 4. 13 Tabel Pengukuran Pembebanan 10 Agustus 2022..... | 47 |
| Tabel 4. 14 Tabel Pengukuran Pembebanan 11 Agustus 2022..... | 48 |
| Tabel 4. 15 Tabel Pengukuran Pembebanan 12 Agustus 2022..... | 49 |
| Tabel 4. 16 Tabel Pengukuran Pembebanan 13 Agustus 2022..... | 50 |
| Tabel 4. 17 Tabel Pengukuran Pembebanan 14 Agustus 2022..... | 51 |
| Tabel 4. 18 Tabel Pengukuran Pembebanan 15 Agustus 2022..... | 52 |
| Tabel 4. 19 Tabel Pengukuran Pembebanan 16 Agustus 2022..... | 53 |
| Tabel 4. 20 Tabel Pengukuran Pembebanan 17 Agustus 2022..... | 54 |
| Tabel 4. 21 Tabel Pengukuran Pembebanan 18 Agustus 2022..... | 55 |
| Tabel 4. 22 Tabel Pengukuran Pembebanan 19 Agustus 2022..... | 56 |
| Tabel 4. 23 Tabel Pengukuran Pembebanan 20 Agustus 2022..... | 57 |
| Tabel 4. 24 Tabel Pengukuran Pembebanan 21 Agustus 2022..... | 58 |
| Tabel 4. 25 Tabel Pengukuran Pembebanan 22 Agustus 2022..... | 59 |
| Tabel 4. 26 Tabel Pengukuran Pembebanan 23 Agustus 2022..... | 60 |
| Tabel 4. 27 Tabel Pengukuran Pembebanan 24 Agustus 2022..... | 61 |
| Tabel 4. 28 Tabel Pengukuran Pembebanan 25 Agustus 2022..... | 62 |
| Tabel 4. 29 Tabel Pengukuran Pembebanan 26 Agustus 2022..... | 63 |
| Tabel 4. 30 Tabel Pengukuran Pembebanan 27 Agustus 2022..... | 64 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4. 31 Tabel Pengukuran Pembebanan 28 Agustus 2022 | 65 |
| Tabel 4. 32 Tabel Pengukuran Pembebanan 29 Agustus 2022 | 66 |
| Tabel 4. 33 Tabel Pengukuran Pembebanan 30 Agustus 2022 | 67 |
| Tabel 4. 34 Tabel Pengukuran Pembebanan 31 Agustus 2022 | 68 |
| Tabel 4. 35 Persentase Ketidakseimbangan Beban 1 Agustus..... | 72 |
| Tabel 4. 36 Indeks Ketidakseimbangan Beban Antar Fasa..... | 73 |
| Tabel 4. 37 Rugi – Rugi Daya Ketika Beban Tidak Seimbang Pada 1 Agustus 2022 | 77 |
| Tabel 4. 38 Rugi – Rugi Daya Total Ketika Beban Tidak Seimbang Penyulang PKL 02 Selama Bulan Agustus 2022 | 78 |
| Tabel 4. 39 Total Rugi – Rugi Daya Ketika Beban Tidak Seimbang Selama Bulan Agustus 2022..... | 80 |
| Tabel 4. 40 Arus Rata – Rata dan Rugi – Rugi Daya Ketika Beban Seimbang Tanggal 1 Agustus 2022 | 84 |
| Tabel 4. 41 Perbandingan Losses Daya Perhitungan Manual Menggunakan Rumus dan Hasil Report Manager Melalui Simulasi Software ETAP 19.0.1..... | 91 |
| Tabel 4. 42 Persentase Selisih Losses Daya Antara Simulasi Dengan Perhitungan Menggunakan Rumus | 93 |
| Tabel 4. 43 Perbandingan Rugi -Rugi Daya Ketika Beban Tidak Seimbang dan Ketika Beban Seimbang | 94 |
| Tabel 4. 44 Persentase Selisih Losses Daya Antara Beban Tidak Seimbang Dan Beban Seimbang..... | 97 |
| Tabel 4. 45 Penghematan Energi Pada Tanggal 1 Agustus 2022 | 99 |
| Tabel 4. 46 Penghematan Energi Selama Bulan Agustus 2022 | 100 |