

**ANALISIS SUSUT NON TEKNIS DAN SAVING KWH
BERDASARKAN KEGIATAN PENERTIBAN PEMAKAIAN
TENAGA LISTRIK PADA PT PLN (PERSERO)
UP3 WAMENA
LAPORAN TUGAS AKHIR**

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG



DISUSUN OLEH :

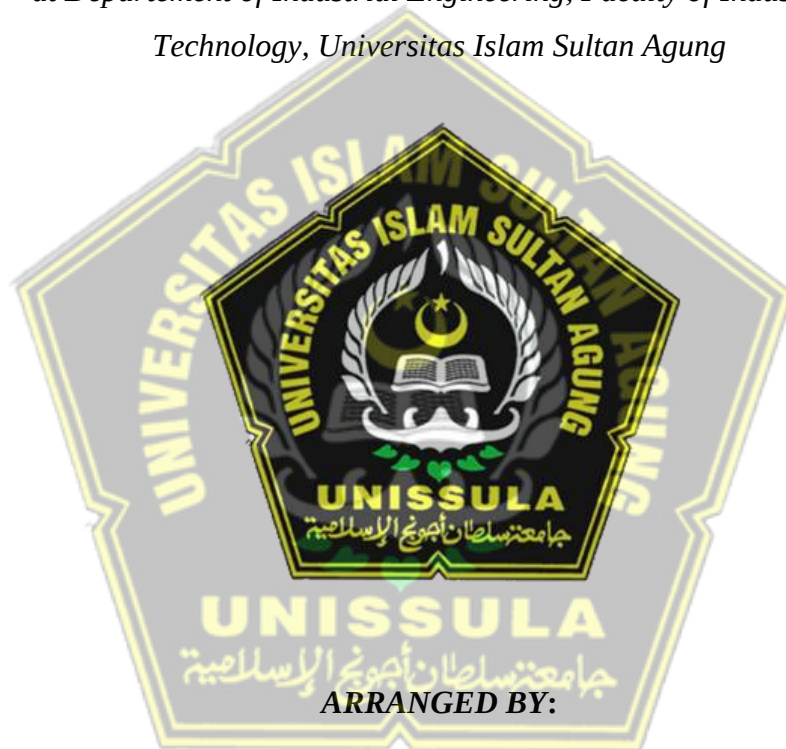
AREGA RIFQY VIONALDI

NIM 30602200119

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
JUNI 2025**

FINAL PROJECT
NON TECHNICAL LOSSES ANALYSIS AND kWh SAVINGS
BASED ON ELECTRIC POWER USE CONTROL (P2TL) AT
PT PLN (PERSERO) UP3 WAMENA

Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1)
at Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial
Technology, Universitas Islam Sultan Agung



AREGA RIFQY VIONALDI

NIM 30602200119

MAJORING INDUSTRIAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY SEMARANG
JUNE 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS SUSUT NON TEKNIS DAN SAVING KWH BERDASARKAN KEGIATAN PENERTIBAN PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK PADA PT PLN (PERSERO) UP3 WAMENA” ini disusun oleh:

Nama : AREGA RIFQY VIONALDI
NIM : 30602200119
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 16 Juni 2025

Pembimbing


Dedi Nugroho, S.T., M.T.

NIDN : 210603032

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro




Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.

NIDN : 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS SUSUT NON TEKNIS DAN SAVING KWH BERDASARKAN KEGIATAN PENERTIBAN PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK PADA PT PLN (PERSERO) UP3 WAMENA” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 25 Juni 2025

Tim Penguji

Tanda Tangan

Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T., IPM.

NIDN : 0628086501

Ketua Penguji I

Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D.

NIDN : 0615036901

Penguji II

Dedi Nugroho, S.T., M.T.

NIDN : 210603032

Penguji III

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arega Rifqy Vionaldi
NIM : 30602200119
Judul Tugas Akhir : ANALISIS SUSUT NON TEKNIS DAN SAVING
KWH BERDASARKAN KEGIATAN PENERTIBAN
PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK PADA PT PLN
(PERSERO) UP3 WAMENA

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul da isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 16 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Arega Rifqy Vionaldi

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arega Rifqy Vionaldi
NIM : 30602200119
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat Asal : Ngawi

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul:
**ANALISIS SUSUT NON TEKNIS DAN SAVING KWH BERDASARKAN
KEGIATAN PENERTIBAN PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK PADA PT
PLN (PERSERO) UP3 WAMENA**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan agung.

Semarang, 16 Juni 2025

Yang Menyatakan,



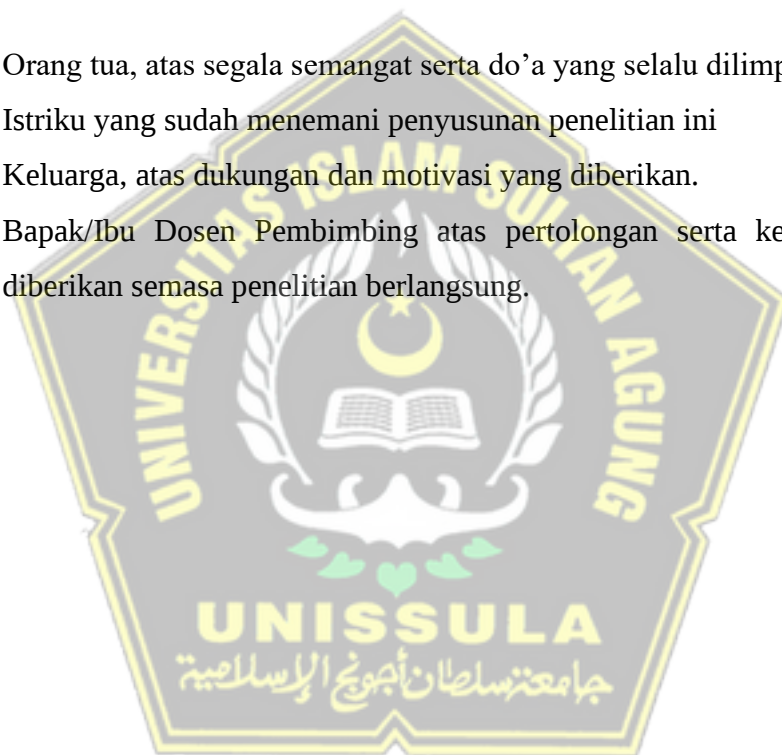
Arega Rifqy Vionaldi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puja dan puji syukur kepada Allah SWT atas nikmat iman, sehat, serta akal yang diberikan kepada saya. Sholawat serta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, semoga kita diberikan keberkahan dan memperoleh syafa'at Beliau di Yaumul Akhir.

Dengan diselesaikannya Tugas Akhir ini, penulis mempersembahkan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua, atas segala semangat serta do'a yang selalu dilimpahkan.
2. Istriku yang sudah menemani penyusunan penelitian ini
3. Keluarga, atas dukungan dan motivasi yang diberikan.
4. Bapak/Ibu Dosen Pembimbing atas pertolongan serta kesabaran yang diberikan semasa penelitian berlangsung.



HALAMAN MOTTO

“berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT atas hidayah, berkah, serta rahmat -Nya sehingga kami mampu menuntaskan Laporan Akhir dengan judul **“ANALISIS SUSUT NON TEKNIS DAN SAVING KWH BERDASARKAN KEGIATAN PENERTIBAN PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK PADA PT PLN (PERSERO) UP3 WAMENA”** sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Strata I Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.

Pada penyusunan Laporan Akhir ini, kami mendapatkan bantuan berupa bimbingan, pengarahan, dan motivasi dari banyak pihak baik secara moral maupun spiritual. Dengan demikian, kami mengungkapkan terimakasih terhadap:

1. Kedua Orang tua beserta semua keluarga yang sudah memberi doa serta dukungan sepanjang proses pembuatan Laporan Akhir.
2. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan semuanya, yang sudah berkontribusi dengan memberi dukungan.

Penulis sadar bahwasanya laporan akhir ini masih memiliki kekurangan yang tak terhindarkan, disebabkan oleh keterbatasan pengalaman dan wawasan penulis. Oleh karenanya, penulis berharap akan saran ataupun kritik yang konstruktif dari para pembaca. Penulis juga memohon maaf bilamana didapati perkataan atau isi tulisan yang kurang berkenan di hati para pembaca. Semoga laporan ini bisa menghadirkan manfaat, termasuk untuk penulis khususnya maupun bagi para pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 2025

Arega Rifqy Vionaldi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Daya Listrik	6
2.2.2 Sistem Distribusi	7
2.2.3 Klasifikasi JTR	11
2.2.4 Susut Distribusi	12
2.2.5 Alat Pengukur dan Pembatas (APP)	14
2.2.6 Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL)	17
2.2.7 Jam Nyala	18

2.2.8	Tagihan Susulan.....	18
2.2.9	Saving kWh P2TL.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....		21
3.1	Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.2	Data Penelitian	22
3.3	Jenis Penelitian.....	23
3.4	Diagram Alur Penelitian	23
3.5	Deskripsi Diagram Alir	24
3.6	Teknis Pengambilan Data	26
3.7	Data Susut Non Teknis Sebelum P2TL	26
3.8	Data kWh Siap Jual.....	27
3.9	Data Saving kWh Sebelum P2TL	27
3.10	Data Temuan P2TL	28
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Perhitungan Perolehan kwh P2TL	29
4.1.1	Data dan Perhitungan Saving kWh Januari 2024.....	29
4.1.2	Data dan Perhitungan Saving kWh Februari 2024.....	29
4.1.3	Data dan Perhitungan Saving kWh Maret 2024.....	30
4.1.4	Data dan Perhitungan Saving kWh April 2024.....	31
4.1.5	Data dan Perhitungan Saving kWh Mei 2024.....	31
4.1.6	Data dan Perhitungan Saving kWh Juni 2024.....	32
4.1.7	Data dan Perhitungan Saving kWh Juli 2024	33
4.1.8	Data dan Perhitungan Saving kWh Agustus 2024	33
4.1.9	Data dan Perhitungan Saving kWh September 2024	34
4.1.10	Data dan Perhitungan Saving kWh Oktober 2024	35
4.1.11	Data dan Perhitungan Saving kWh November 2024	35
4.1.12	Data dan Perhitungan Saving kWh Desember 2024.....	36
4.2	Perhitungan Susut Non Teknis.....	37
4.2.1	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Januari 2024.....	37
4.2.1	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Februari 2024	37
4.2.2	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Maret 2024	38

4.2.3	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan April 2024	38
4.2.5	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Mei 2024	38
4.2.6	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Juni 2024.....	39
4.2.7	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Juli 2024.....	39
4.2.8	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Agustus 2024.....	40
4.2.9	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan September 2024.....	40
4.2.10	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Oktober 2024.....	40
4.2.11	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan November 2024.....	41
4.2.12	Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Desember 2024.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN.....		48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem <i>Radial</i>	9
Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem <i>Loop</i>	9
Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem <i>Spindle</i>	10
Gambar 2.4 Sistem Interkoneksi	11
Gambar 2.5 Bagian-Bagian kWh Meter Elektromekanik	15
Gambar 2.6 Rangkaian / Skema kWh Meter Elektronik.....	16
Gambar 3.1 Sebaran Wilayah Kerja UP3 Wamena	21



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Klasifikasi Batas Atas Pemakaian Pelanggan	22
Tabel 3.2 Data Klasifikasi Batas Bawah Pemakaian Pelanggan.....	22
Tabel 3.3 Data Susut Non Teknis Sebelum P2TL	26
Tabel 3.4 Data kWh Siap Jual.....	27
Tabel 3.5 Data Saving kWh Sebelum P2TL	27
Tabel 3.6 Data Temuan P2TL	28
Tabel 4.1 Detil Pelanggan P2TL Januari 2024	29
Tabel 4.2 Detil Pelanggan P2TL Februari 2024	30
Tabel 4.3 Detil Pelanggan P2TL Maret 2024	30
Tabel 4.4 Detil Pelanggan P2TL April 2024	31
Tabel 4.5 Detil Pelanggan P2TL Mei 2024	32
Tabel 4.6 Detil Pelanggan P2TL Juni 2024	32
Tabel 4.7 Detil Pelanggan P2TL Juli 2024	33
Tabel 4.8 Detil Pelanggan P2TL Agustus 2024.....	34
Tabel 4.9 Detil Pelanggan P2TL September 2024.....	34
Tabel 4.10 Detil Pelanggan P2TL Oktober 2024.....	35
Tabel 4.11 Detil Pelanggan P2TL November 2024.....	36
Tabel 4.12 Detil Pelanggan P2TL Desember 2024.....	36



DAFTAR RUMUS

Daya Nyata (2.1)	6
Daya Semu (2.2).....	7
Daya Reaktif (2.3).....	7
Susut Distribusi (2.4)	12
Jam Nyala (2.5)	18
Saving kWh P2TL (2.6)	19



ABSTRAK

PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Wamena memiliki peran penting dalam penyediaan dan penyaluran tenaga listrik di Provinsi Papua Pegunungan. PT PLN (Persero) UP3 Wamena dibantu oleh dua Unit Layanan Pelanggan (ULP) yaitu ULP Wamena Kota dan ULP Yalimo. Pada pelaksanaan penyaluran tenaga listrik marak terjadi pencurian, sehingga memberi dampak negatif PT PLN (Persero). Kerugian di pihak PT PLN (Persero), dapat meningkatkan susut non teknis dan berpengaruh terhadap saving kWh. Salah satu cara pencegahan pencurian yaitu melakukan kegiatan P2TL. Berdasarkan Peraturan Direksi PT PL (Persero) Nomor 0028.P/DIR/2023 tentang Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) pelanggaran pemakaian tenaga listrik digolongkan dalam beberapa tingkat yaitu, Pelanggaran Golongan I (PI), Pelanggaran Golongan II (PII), Pelanggaran Golongan III (PIII), dan Pelanggaran Golongan IV (PIV). Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, pada bulan Januari 2024 sampai Desember 2024 sebelum kegiatan P2TL berlangsung susut non teknis sebesar 11,86 % dan setelah kegiatan P2TL berlangsung sebesar 6,76 %. Juni 2024, saving kWh sebelum kegiatan P2TL berlangsung sebesar 3.796.452,827 kWh dan setelah kegiatan P2TL berlangsung sebesar 4.163.344,827 kWh.

Kata Kunci: P2TL, Saving kWh, Susut Non-teknis.

ABSCTRACT

PT PLN (Persero) Wamena Customer Service Implementation Unit (UP3) has an important role in the supply and distribution of electricity in the Papua Mountain Province. PT PLN (Persero) UP3 Wamena is assisted by two Customer Service Units (ULP), namely ULP Wamena City and ULP Yalimo. In the implementation of electricity distribution, theft is rampant, which hurts PT PLN (Persero). Losses on the part of PT PLN (Persero) can increase non-technical losses and affect kWh savings. One way to prevent theft is to carry out P2TL activities. Based on the Regulation of the Directors of PT PL (Persero) Number 0028.P/DIR/2023 concerning Controlling the Use of Electricity (P2TL), violations of the use of electricity are classified into several levels, namely, Class I Violations (PI), Class II Violations (PII), Class III Violations (PIII), and Category IV Violations (PIV). Based on calculations carried out, from January 2024 to December 2024 before P2TL activities took place non-technical losses were 11.86 % and after P2TL activities took place it was 6.76 %. June 2024, kWh savings before P2TL activities took place amounted to 3.796.452,827 kWh and after P2TL activities took place amounted to 4.163.344,827 kWh.

Keywords: P2TL, kWh Saving, non-technical losses.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik adalah komponen terpenting dalam kehidupan manusia modern, hampir semua aktivitas manusia membutuhkan listrik sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa listrik merupakan nyawa bagi kehidupan manusia saat ini. PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Wamena memiliki peran penting dalam penyediaan dan penyaluran tenaga listrik di Provinsi Papua Pegunungan, adapun UP3 Wamena bertanggung jawab atas wilayah meliputi Kabupaten Jayawijaya, Kabupaten Lanny Jaya, Kabupaten Yalimo, Kabupaten Mamberamo Tengah, serta Kabupaten Tolikara. Peran tersebut didukung dengan kompetensi sumber daya alam maupun manusia dari PT PLN (Persero) UP3 Wamena dalam menyalurkan tenaga listrik. Dalam melakukan penyaluran tenaga listrik, PT PLN (Persero) UP3 Wamena dibantu oleh dua Unit Layanan Pelanggan (ULP) yaitu ULP Wamena Kota dan ULP Yalimo.

Sebagai pihak penyedia jasa kelistrikan nasional PT PLN (Persero) mencoba untuk memenuhi kebutuhan tersebut secara maksimal demi memuaskan konsumen dan memenuhi hak konsumen. Namun PT PLN (Persero) juga menyadari akan banyaknya permasalahan terkait dengan penyediaan listrik di masyarakat. Salah satu penyebab permasalahan tersebut adalah tingginya tingkat kehilangan daya baik karena faktor teknis maupun non teknis. Salah satu penyumbang tingginya losses (kehilangan daya) adalah tindakan tidak jujur yang dilakukan oleh sebagian konsumen listrik yang memiliki maksud tidak baik terhadap penggunaan listrik. Oleh karena itu dalam rangka menekan susut dari faktor non teknis ini, PT PLN (Persero) mengeluarkan kebijakan berupa program penertiban tenaga listrik atau disebut P2TL. Namun pada pelaksanaan P2TL dilapangan muncul permasalahan dalam berbagai jenis pelanggaran baik dari dalam masyarakat itu sendiri ataupun dari pihak pelaksana P2TL mulai dari belum

adanya segel pada APP pelanggan, hingga kurang kooperatifnya pelaku penyalahgunaan listrik.

Pelanggaran pemakaian tenaga listrik digolongkan dalam beberapa tingkat yaitu, Pelanggaran Golongan I (PI), Pelanggaran Golongan II (PII), Pelanggaran Golongan III (PIII), dan Pelanggaran Golongan IV (PIV)(PT PLN (Persero), 2023). Kegiatan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) yang berjalan pada tahun 2024, Penyalahgunaan yang sering terjadi adalah pelanggaran golongan IV. Hal inilah yang menjadi perhatian bagi penulis karena dampak dari kegiatan P2TL tersebut akan memberikan dampak positif pada PT PLN (Persero).

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan pembahasan suatu penelitian dengan judul “Analisis Susut Non Teknis dan Saving kWh Berdasarkan Kegiatan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik Pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena” Penulisan tugas akhir ini menggunakan metode pengumpulan data kegiatan P2TL, pengamatan langsung, dan wawancara dengan pihak terkait di PT PLN (Persero) UP3 Wamena.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang ada beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Bagaimana analisis susut non teknis di PT PLN (Persero) UP3 Wamena sebelum dan sesudah dilakukan kegiatan P2TL?
2. Bagaimana analisis saving kWh di PT PLN (Persero) UP3 Wamena sebelum dan sesudah dilakukan kegiatan P2TL?

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Hanya membahas data kegiatan P2TL dalam wilayah kerja PT PLN (Persero) UP3 Wamena..
2. Hanya membahas data kegiatan P2TL pada tahun 2024.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, berikut tujuan dari penulisan Tugas Akhir yaitu:

- 1) Menganalisis susut non teknis dan saving kwh di PT PLN (Persero) UP3 Wamena
- 2) Menganalisis perbandingan sebelum dan sesudah kegiatan P2TL dan kategori pelanggarannya

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memahami dan mempelajari ilmu pengetahuan tentang Alat Pengukur dan Pembatas (APP) beserta komponen secara umum, Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL).
2. Bagi institusi Universitas Sultan Agung, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan perbaikan susut non teknis dan saving kWh melalui kegiatan P2TL, serta kedepannya dapat sebagai acuan untuk penelitian kedepannya..
3. Bagi perusahaan PT.PLN (Persero), hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk memperbaiki susut non teknis dan saving kWh melalui kegiatan P2TL.

1.6 Penulisan

Sistematika penulisan mencakup beberapa bab, meliputi:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini termuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, serta sistematika penulisan tugas akhir/skripsi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bab tinjauan pustaka yang memuat teori dasar terkait sistem distribusi dan transmisi, impedansi, arus hubungan singkat, proteksi pada jaringan distribusi, proteksi pada transformator.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang cara atau metode pengumpulan data, proses pengumpulan data, disertai detail metode yang digunakan.

BAB IV : PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil analisa data yang didapat berlandaskan metode penelitian yang telah dimanfaatkan penggunaannya.

BAB V : PENUTUP

Merupakan bab yang memuat kesimpulan serta berbagai saran dari tugas akhir/skripsi ini, secara ringkas dan jelas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 oleh Mochammad Apriyadi Hadi Sirad, Miftah Muhammad, dan Ali Hi Baharuddin membahas analisis terhadap pelanggaran pemakaian tenaga listrik yang terjadi pada pelanggan dengan tegangan menengah (20 kV) di wilayah PT PLN (Persero) UP3 Ternate. Hasil analisis menunjukkan adanya beberapa bentuk pelanggaran, seperti pemakaian energi listrik melebihi kapasitas, pencurian energi, dan manipulasi meteran (Hadi Sirad and Muhammad, 2021).

Tahun 2021, Dalam studi yang dilakukan oleh Arieysyah dan Riki Mukhaiyar, mereka membahas permasalahan susut non-teknis dalam sistem kelistrikan, dengan fokus pada optimalisasi pelaksanaan Program Peningkatan Pengawasan dan Pengendalian Tindak Lanjut (P2TL) di PT PLN (Persero) ULP Indarung. Penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan P2TL yang efektif melibatkan berbagai langkah, seperti peningkatan pengawasan, penegakan hukum terhadap pelanggar, serta peningkatan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya penggunaan energi yang tepat dan legal. Penelitian ini mengemukakan bahwa penurunan susut non teknis sesudah optimalisasi kegiatan P2TL membaik sebesar 1,056% dan saving kWh sebesar Rp.2.086.945.108,00 (Arieysyah and Mukhaiyar, 2021).

Windi Jumadi Putra dan Sukardi melakukan penelitian dengan judul “Pengoptimalan Pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) untuk Menekan Susut Non Teknis di PT PLN (Persero)Unit Layanan Pelanggan (ULP) Balai Selasa” Penelitian ini fokus pada evaluasi dan pengoptimalan pelaksanaan program Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) di ULP Balai Selasa. Penertiban ini dilakukan melalui pemeriksaan, pemantauan, dan tindakan terhadap pelanggan yang diduga melakukan kecurangan dalam penggunaan listrik, baik melalui sambungan ilegal maupun penggunaan meteran yang dimodifikasi. Hasil dari penelitian ini

mengemukakan bahwa Nilai kWh temuan P2TL pada semester II 2020 naik sebesar 258,71% dibanding semester I 2020. Peneliti menyoroti pentingnya peningkatan efektivitas P2TL untuk menekan kerugian yang ditimbulkan akibat susut non-teknis, yang mempengaruhi pendapatan perusahaan dan kestabilan sistem kelistrikan (Jumardi, 2022).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Daya Listrik

Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Daya listrik menyatakan banyaknya energi listrik yang terpakai setiap detiknya. Satuan daya listrik adalah Watt.(Setiaji, Sumpena & Sugiharto, 2022)

Pada dasarnya daya listrik dibagi menjadi 3 yaitu :

a) Daya nyata atau daya aktif (Watt)

Daya nyata merupakan daya Sebenarnya yang dibutuhkan beban dan biasanya daya aktif nilainya lebih rendah dibandingkan dengan daya semu. Daya Aktif dihasilkan dari hasil perkalian Daya Semu dengan Faktor Daya (Cosphi). Daya aktif akan mengalami penurunan nilai yang diakibatkan adanya beban-beban listrik yang menghasilkan daya reaktif.

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (2. 1)$$

Keterangan :

P = Daya Aktif

V = Tegangan

I = Arus Listrik

Cos ϕ = Faktor Daya

b) Daya Semu (VA)

Daya Semu merupakan daya yang dihasilkan dari perhitungan-perhitungan listrik sebelum dibebani dengan beban-beban listrik. Satuan daya nyata adalah VA (Volt.ampere). beban yang bersifat daya semu adalah beban

yang bersifat resistansi (R). Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistansi tidak dapat dihemat karena tegangan dan arus listrik memiliki nilai factor daya adalah 1.

$$S = V \times I \dots\dots\dots(2. 2)$$

Keterangan :

S = Daya semu

V = Tegangan

I = Arus

c) Daya reaktif (VAR)

Daya Reaktif merupakan daya yang mengakibatkan terjadinya kerugian-kerugian daya, sehingga daya dapat mengakibatkan terjadinya penurunan nilai factor daya (Cosphi). Satuan daya reaktif adalah VAR (Volt. Amper Reaktif). Untuk menghemat daya reaktif dapat dilakukan dengan memasang kapasitor pada rangkaian yang memiliki beban bersifat induktif.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots(2. 3)$$

Keterangan :

Q = Daya reaktif

S = Daya semu

P = Daya Aktif

Faktor daya listrik adalah ukuran efisiensi penggunaan daya listrik dalam suatu sistem. Ini adalah perbandingan antara daya nyata (daya yang digunakan untuk melakukan kerja nyata) dan daya semu (total daya yang ditarik dari sumber listrik). Faktor daya sering dinyatakan dalam bentuk desimal atau persen, dengan nilai maksimum 1 (atau 100%).(Sukendar *et al.*, 2014)

2.2.2 Sistem Distribusi

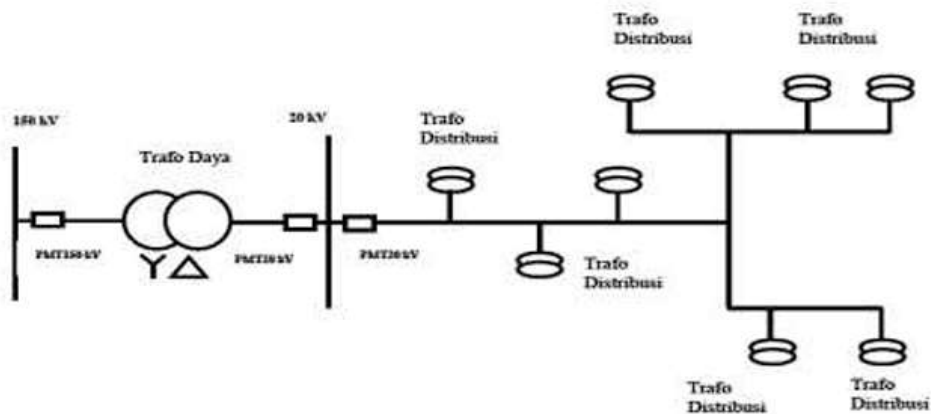
Sistem distribusi merupakan penyaluran energi listrik dari gardu induk ke konsumen. Terdapat 2 (dua) sistem distribusi yaitu distribusi primer dan distribusi sekunder. Distribusi primer, penyalurannya dimulai dari gardu induk

(sisi sekunder trafo daya) ke gardu distribusi (sisi primer trafo distribusi) atau dari gardu induk langsung ke konsumen tegangan menengah 20 kV. di mana tegangan tinggi terlebih dahulu diturunkan menjadi tegangan menengah sebesar 20 kV melalui transformator step down. Distribusi sekunder, penyalurannya dimulai dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke konsumen tegangan rendah. Energi tenaga listrik disalurkan melalui penyalur-penyalur yang berupa saluran udara ataupun saluran kabel bawah tanah. Penyalur distribusi terletak di gardu distribusi. Fungsi gardu distribusi untuk menurunkan tegangan dari sistem primer menjadi tegangan rendah atau tegangan distribusi sekunder sebesar 220/380 V. (Amin & Mustaqim : 2021).

Struktur jaringan primer yang pada suatu daerah, disesuaikan dengan karakteristik beban atau keandalan yang diinginkan serta mempertimbangkan dana yang ada. Beberapa macam dan bentuk dasar struktur jaringan distribusi primer adalah :

1) Sistem *Radial*

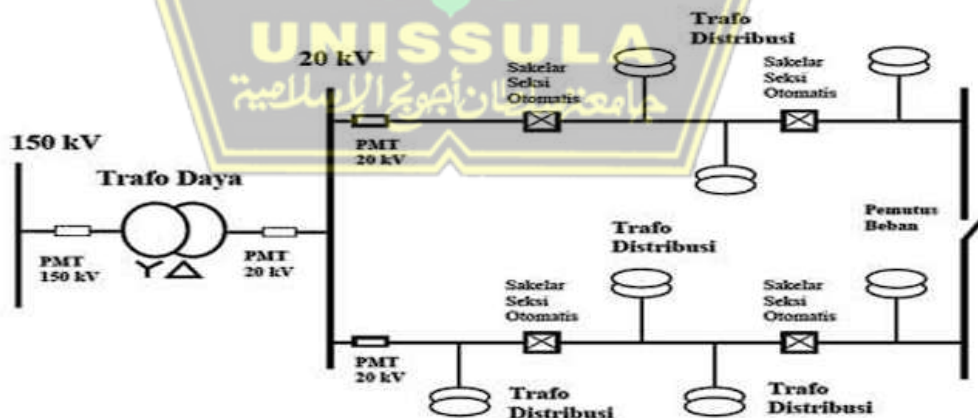
Sistem *radial* merupakan jaringan yang hanya mempunyai satu pasokan tenaga listrik, jika terjadi gangguan akan terjadi “black-out” atau padam pada bagian yang tidak dapat dipasok. Bila terjadi gangguan pada gardu induk maka beberapa gardu distribusi yang mendapat suplai dari GI akan mengalami gangguan listrik karena pemutus dayanya terbuka, sehingga terjadi pemadaman total. Dasar pertimbangan pemakaian jaringan *radial* adalah selain konstruksinya sederhana dan ekonomis, sistem *radial* juga sesuai untuk daerah dengan kerapatan beban rendah sampai menengah, sehingga dapat diharapkan keandalannya masih diterima oleh konsumen. (Suhadi, 2008a)



Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem *Radial*

2) Sistem *Loop*

Sistem ini merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk sistem ring. Sistem ini memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena drop voltage dan rugi daya saluran menjadi lebih kecil. Sistem *loop* merupakan jaringan dengan alternatif pasokan tenaga listrik jika terjadi gangguan, sehingga bagian yang mengalami pemadaman (*black-out*) dapat dikurangi atau bahkan dihindari. (Suhadi, 2008a)



Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem *Loop*

3) Sistem *Spindle*

Sistem *spindle* merupakan kombinasi dari sistem *radial* dan sistem *loop*. Konfigurasi *spindle* umumnya dipakai pada saluran kabel bawah tanah (SKTM). Pada konfigurasi ini dikenal 2 jenis penyulang yaitu penyulang cadangan (*standby* atau *express feeder*) dan penyulang operasi (*working feeder*). Beberapa saluran yang keluar dari Gardu Induk (GI) diarahkan ke Gardu Hubung (GH). Kemudian diantara GI dan GH tersebut dihubungkan dengan satu saluran melewati gardu-gardu distribusi yang disebut *express feeder*. (Suhadi, 2008a)

Penerapan pola *Radial* terdapat pada setiap saluran yang melayani gardu gardu secara *radial*, tetapi ketika ada gangguan seolah-olah sistem ini menjadi sistem *loop* yang mendapat pasokan melalui *express feeder* dengan cara memasukkan PMT dan PMS yang berada pada GH masing masing *feeder* yang bermasalah. Kelebihan dari sistem ini adalah pengoperasian yang sederhana (sisi *radial*) tetapi disertai dengan kontinuitas yang tetap terjaga ketika terjadi gangguan (sisi *loop*). Kemudian adanya kemudahan dalam pemeriksaan beban pada masing-masing saluran, dan memberikan kemudahan dalam menentukan daerah atau bagian yang mengalami gangguan.

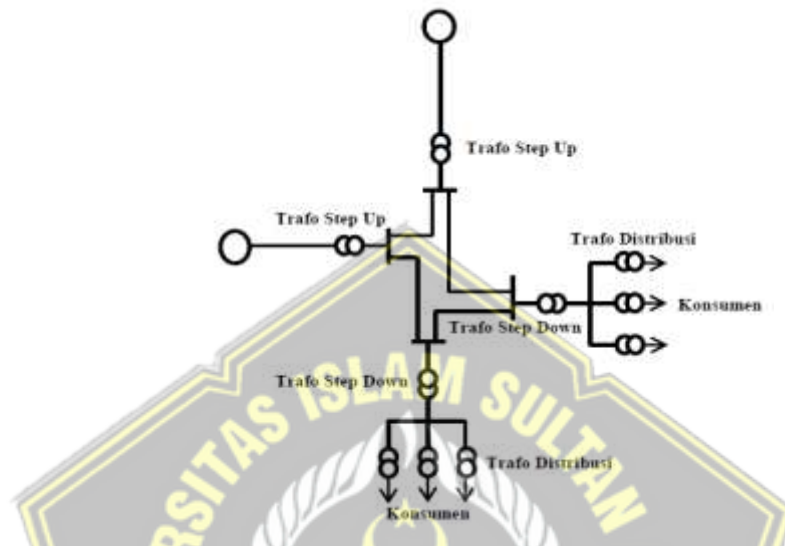


Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem *Spindle*

4) Sistem Interkoneksi

Sistem Interkoneksi merupakan sistem dengan lebih dari satu sumber atau pembangkit. Apabila salah satu jaringan yang berasal dari pembangkit yang satu padam, maka pelayanan energi listrik dapat diganti oleh pembangkit

lain. Bentuk sistem semacam ini banyak digunakan pada daerah yang mempunyai kerapatan beban yang sangat tinggi seperti di daerah ibu kota dan sekitarnya. Jadi sangat cocok untuk daerah metropolitan yang membutuhkan kontinuitas pelayanan dan keandalan yang tinggi. (Suhadi, 2008a)



Gambar 2.4 Sistem Interkoneksi

2.2.3 Klasifikasi JTR

Jaringan Distribusi Tegangan Rendah merupakan saluran distribusi bagian paling akhir dari rangkaian distribusi yang berfungsi menyalurkan tenaga listrik ke pelanggan. Pada umumnya Jaringan Tegangan Rendah (JTR) menggunakan konfigurasi *radial*, yaitu konfigurasi jaringan yang mendapatkan pasokan hanya dari satu pasokan tenaga listrik. (Suhadi, 2008b)

Berdasarkan spesifikasi konstruksi dan jenis kabel yang digunakan, JTR dibagi menjadi beberapa jenis antara lain:

1) Saluran Udara Tegangan Rendah Kabel Pilin

Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) menggunakan kabel pilin atau yang disebut *twisted cable*, dikonstruksikan pada tiang dengan panjang 9 meter yang ditanam 1,5 meter atau seperenam dari panjang tiang. Saluran ini biasanya dikonstruksikan dibawah jaringan saluran udara tegangan menengah, serta pada dinding bangunan. Adapun Spesifikasi kabel pilin

untuk SUTR yaitu menggunakan kabel pilin bertegangan pengenalan 0,6/1 (1,2 kV) untuk penggunaan pada jaringan listrik tegangan rendah di lingkungan PLN yang terdiri dari kabel pilin untuk saluran udara tegangan rendah (NFA2X-T), dan kabel pilin untuk saluran sambungan pelayanan (NFA2X) (PT PLN Persero, 2014)

2) Saluran Kabel Tanah Tegangan Rendah

Saluran kabel bawah tanah yang menggunakan kabel berpelindung mekanis NYFGbY dengan ukuran penampang dan KHA pada $t = 30^{\circ}\text{C}$, dan kedalaman penggalian bawah tanah 70 cm. Kabel NYFGbY merupakan kabel dengan konduktor tembaga berinsulasi PVC, berperisai mekanis yang terdiri dari kawat baja pipih dan berselubung luar PVC. Kabel ini memiliki empat inti yang masing-masing mempunyai luas penampang konduktor 95 mm^2 , dengan tegangan pengenalan 0,6/1 (1,2 kV), di mana luas penampang yang telah ditentukan merupakan standar yang ditujukan untuk penggunaan pada gardu distribusi yaitu penghubung terminal keluaran PHB-TR dengan kabel pilin udara NFA2X-T pada tiang awal dari saluran kabel udara tegangan rendah (SKUTR) (PT PLN Persero, 2014)

2.2.4 Susut Distribusi

Susut distribusi yaitu selisih kWh tersalur dari *outgoing* Gardu Induk Transmisi dengan total kWh yang terpakai oleh pelanggan. Artinya jumlah kWh yang hilang akibat susut distribusi merupakan kWh yang dibangkitkan namun tidak terpakai. (Rahmadhani, 2018)

Dalam hal ini pihak penyedia energi listrik yaitu PLN sendiri mendapatkan kerugian akibat membangkitkan energi listrik dengan biaya yang cukup besar tetapi jumlah energi yang terhitung tidak sesuai pembangkitan awal atau mengalami penyusutan. Untuk mengetahui berapa susut yang terjadi digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susut Distribusi} = \text{kWh terpakai} - \text{kWh tersalur} \dots\dots\dots(2.4)$$

Susut distribusi diperoleh dari kWh terpakai di sisi pelanggan dikurangi dengan kWh tersalur yang dikirim dari *outgoing* Gardu Induk Transmisi. Susut distribusi dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan penyebab susut itu sendiri, yaitu:

1) Susut Teknis

Susut teknis adalah susut yang timbul pada komponen sistem kelistrikan pada saluran energi listrik. Dalam penyaluran energi listrik dari pusat listrik sampai ke konsumen atau pemakai, akan terjadi rugi-rugi daya yang tidak dapat dihindari, yang besarnya sangat tergantung dari besarnya beban yang akan disalurkan, panjangnya saluran, besar tegangan transmisi maupun distribusi, faktor daya dari beban dan sebagainya. Kerugian daya tersebut akan menjadi panas, yaitu energi yang tidak dapat dimanfaatkan (Sulasno. (2000)).

Pada sistem distribusi susut teknis dapat disebabkan oleh karakteristik fisik dari peralatan listrik, yaitu energi yang hilang selama proses pendistribusian. Adapun macam-macam susut teknis di antaranya, yaitu susut pada penghantar, susut akibat sambungan atau terminasi kabel, susut akibat adanya pembebanan yang tidak seimbang, susut pada sistem pengukuran 3 fasa 3 kawat, serta susut pada transformator, baik pada inti besi maupun tembaga.

2) Susut Non Teknis

Susut non teknis atau disebut *non technical losses* (NTL), merupakan susut atau kerugian yang disebabkan oleh adanya faktor eksternal yang tidak terduga terhadap energi listrik pada sistem. Faktor eksternal tersebut berupa kesalahan instalasi, kesalahan parameterisasi meter atau pengukuran, konsumsi energi yang tidak tertagih, dan pencurian energi listrik. Susut non teknis ini tidak hanya dapat menyebabkan kerugian pendapatan yang signifikan, tetapi juga dapat mempengaruhi operasi sistem tenaga listrik karena memberikan ketidakpastian konsumsi yang nyata.

2.2.5 Alat Pengukur dan Pembatas (APP)

Energi listrik merupakan suatu bentuk pemakaian tenaga listrik pada satu satuan waktu yang merupakan hasil dari energi yang dibangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik. Besaran dari energi tenaga listrik dapat disebut dengan kWh (*kilo Watt hour*). Sebagai titik transaksi jual beli tenaga listrik antar PLN dan pelanggan, dipasang alat yang disebut Alat Pengukur dan Pembatas (APP) (SPLN, 2012).

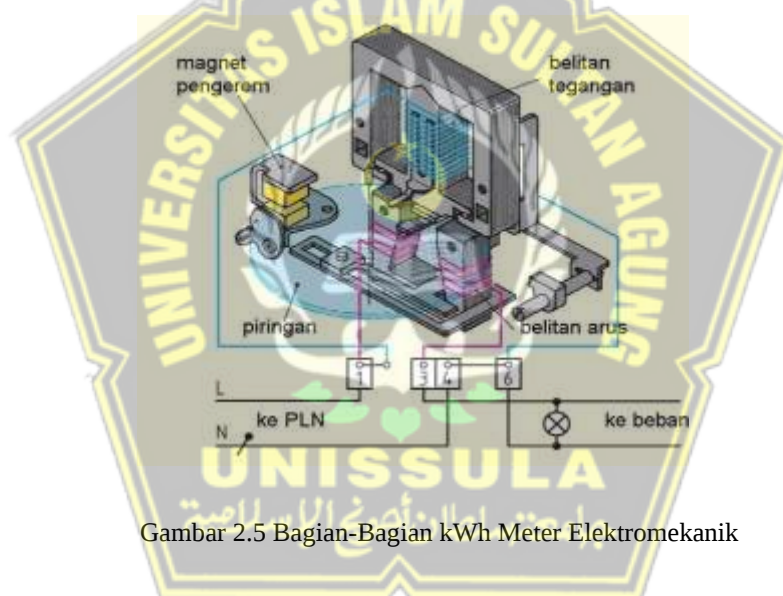
Alat Pengukur dan Pembatas atau biasa disingkat dengan APP adalah sebuah alat milik PLN yang dipakai untuk membatasi daya listrik dan mengukur energi listrik, baik untuk sistem pembayaran prabayar, maupun paskabayar. Pada APP terdapat alat ukur yang dapat berupa kWh meter maupun kVARh meter, serta alat pembatas yang dapat berupa *Mini Circuit Breaker* (MCB), MCCB, *Fuse*, dan *Relay*. Selain itu, APP juga memiliki beberapa perlengkapan pendukung untuk mengoperasikan APP, diantaranya yaitu lemari APP, kotak APP, Kabel, Trafo Arus atau *Current Transformer* (CT), Trafo Tegangan atau *Voltage Transformer* (VT)/*Potensial Transformer* (PT), kunci, dan segel. Selain itu, APP juga dapat dilengkapi dengan saklar waktu yang berfungsi untuk memindahkan posisi register pada waktu tertentu, yaitu antara Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Biasanya saklar waktu ini digunakan untuk pelanggan dengan tarif ganda (Sopiyani, 2021).

1) kWh Meter

Alat yang digunakan PLN untuk mengukur energi listrik yang dipakai oleh pelanggan, yang berupa peralatan elektro mekanik maupun elektronik disebut dengan kWh (*kilo Watt hour*) meter. Dimana alat ukur ini bekerja berdasarkan prinsip induksi magnetis oleh medan magnet yang dibangkitkan melalui kumparan yang teraliri arus terhadap piringan kWh meter, maupun *counter* pada meter elektronik. Berdasarkan jenis, dan cara kerjanya, kWh meter dibagi menjadi dua jenis, yaitu meter elektro mekanik atau biasa disebut meter analog, dan meter elektronik.

2) Meter Elektro Mekanik

Meter jenis ini adalah suatu alat ukur yang bekerja berdasarkan induksi magnetis oleh medan magnet yang dibangkitkan melalui kumparan arus terhadap piringan kWh meter. Induksi magnetis dari kumparan arus ini akan berpotongan dengan insuksi magnetis arus yang melewati kumparan tegangan terhadap piringan yang sama. Induksi magnetis kedua medan magnet tersebut membuat fasa bergeser sebesar 90° satu terhadap lainnya (azas Ferrari) maka dapat membangkitkan kopel putar pada piringan kWh meter. Hal ini disebabkan karena konstruksi kumparan tegangan yang dibuat dalam jumlah gulungan yang besar sehingga dapat dianggap induktansi murni.



Gambar 2.5 Bagian-Bagian kWh Meter Elektromekanik

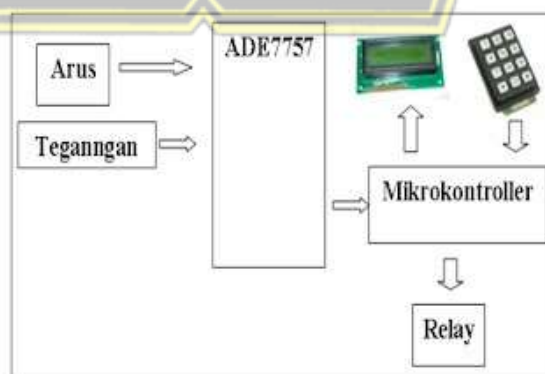
KWH meter analog bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui kumparan akan menarik piringan aluminium yang terhubung dengan sistem pembacaan, menyebabkan piringan tersebut berputar. Besar kecilnya pemakaian energi listrik dapat ditunjukkan dengan kecepatan putaran piringan kWh meter elektro mekanik maupun kecepatan *counter* digital yang ada pada meter elektronik. Apabila pemakaian daya listrik oleh beban kecil, maka kecepatan *counter* dan putaran piringan juga akan bergerak lambat. Besarnya pemakaian

energi listrik yang tersalurkan ke pelanggan selama rentang periode tertentu dapat dilihat dari angka yang terdapat pada register kWh meter.

3) Meter Elektronik

Meter energi listrik elektronik adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengukur besaran-besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, energi, dan besaran-besaran lainnya,(PT PLN (Persero), 2021).

Meter elektronik ini bekerja berdasarkan prinsip elektronis, yaitu sinyal arus dan tegangan yang berbentuk sinyal analog akan diteruskan ke dalam bentuk sinyal elektronik. Pada jaman sekarang meter elektronik lebih dipilih untuk mengukur pemakaian energi listrik dibandingkan meter jenis lainnya yaitu meter elektro mekanik. Hal ini dikarenakan meter elektronik ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya meter ini memiliki keakuratan pembacaan lebih tinggi dibanding meter mekanik, selain itu meter jenis ini juga memiliki memori internal yang dapat menyimpan hasil pengukuran, serta meter elektronik ini dapat terhubung ke modem. Adapun jenis meter elektronik yang umumnya digunakan di PT PLN (Persero) untuk saat ini adalah meter elektronik dengan merek Edmi, Wasion, Itron, dan Hexing (Buzau *et al.*, 2019).



Gambar 2.6 Rangkaian / Skema kWh Meter Elektronik

Rangkaian sederhana kWh meter elektronik ditunjukkan pada Gambar 2.6. Dari sensor arus dan tegangan, output sensor masuk ke modul ADE7757 untuk menghitung nilai kWh yang digunakan. Lalu pergi ke mikrokontroler.

Mikrokontroler dihubungkan ke layar LCD untuk menampilkan status konsumsi daya (kWh) dan menampilkan sisa token. Keyboard digunakan untuk memasukkan token pulsa. Terakhir, relai bertanggung jawab untuk memutus daya saat pulsa habis. Jadi cara kerjanya adalah, mikrokontroller menerima perhitungan daya oleh modul ADE7757 kemudian mengurangi saldo kWh yang ada. Jika saldo kWh sudah mencapai nol, maka relay diperintahkan untuk memutus aliran listrik.

2.2.6 Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL)

Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) adalah rangkaian kegiatan meliputi perencanaan, pemeriksaan, tindakan teknis dan/ atau hukum dan penyelesaian yang dilakukan oleh PLN terhadap instalasi PLN dan/ atau instalasi pemakai tenaga listrik dari PLN (PT PLN, 2023).

Jenis dan Golongan Pelanggaran Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) :

- a. Pelanggaran Golongan I (PI) Pelanggaran golongan I yaitu pelanggaran yang memengaruhi batas daya tetapi tidak memengaruhi pengukuran energi.
- b. Pelanggaran Golongan II (PII) Pelanggaran golongan II yaitu pelanggaran yang memengaruhi pengukuran energi tetapi tidak memengaruhi batas daya.
- c. Pelanggaran Golongan III (PIII) Pelanggaran golongan III yaitu pelanggaran yang memengaruhi pengukuran energi dan batas daya.
- d. Pelanggaran Golongan IV (PIV) Pelanggaran golongan IV yaitu pelanggaran yang dilakukan oleh bukan konsumen.

2.2.7 Jam Nyala

Jam Nyala adalah parameter dalam menentukan seberapa besar daya yang tersalurkan pada pelanggan tersebut untuk berbagai daya, yang bisa menentukan apakah pelanggan tersebut besar atau kecil pemakaiannya. (Surusa, Humena and Nani, 2022)

Pentingnya jam nyala ini adalah sebagai standar pemantauan pemakaian energi listrik. Dimana jam nyala berada pada rentang 0-720 jam dalam sebulan, untuk pemakaian 720 jam sendiri adalah pemakaian penuh dalam jangka waktu 24 jam dalam sebulan dengan daya kontrak yang terpasang. Adapun standar yang digunakan untuk pelanggan berdaya besar ini adalah 40 jam nyala dalam satu bulan. Dimana jika pemakaian pelanggan dibawah 40 jam itu maka harus membayar sebesar 40 jam, namun jika lebih dari standar itu maka akan dilakukan perhitungan berdasarkan besar pemakaian jam nyala sesungguhnya. Untuk menghitung besarnya jam nyala pelanggan digunakan rumus berikut:

$$T = \frac{E}{P} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

T = Jam nyala (Jam)

E = Pemakaian energi listrik (kWh)

P = Daya tersambung (kVA)

(Kementerian ESDM, 2016)

2.2.8 Tagihan Susulan

Tagihan susulan P2TL adalah tagihan yang diberikan kepada pelanggan PLN karena melanggar penggunaan tenaga listrik Tagihan susulan P2TL dihitung berdasarkan jenis tarif, daya terpasang, dan golongan pelanggaran. Ada beberapa golongan pelanggaran (PT PLN (Persero), 2023).

1. Tagihan Susulan Pelanggaran Golongan I:

$$TS I = 6 \times (2 \times \text{Daya Tersambung (kVA)}) \times \text{Biaya Beban (Rp/kVA)}$$

2. Tagihan Susulan Pelanggaran Golongan II

$TS\ II = 9 \times 720 \text{ jam} \times \text{Daya Tersambung (kVA)} \times 0,85 \times \text{harga per kWh}$ yang tertinggi pada golongan tarif konsumen sesuai dengan Tarif Tenaga Listrik

3. Tagihan Susulan Pelanggaran Golongan III

$$TS\ III = TS\ I + TS\ II$$

4. Tagihan Susulan Pelanggaran Golongan IV

Ada 2 Daya Kedapatan:

- Daya Kedapatan sampai dengan 900 VA

$$TS\ IV = (9 \times (2 \times \text{Daya Kedapatan (kVA)} \times \text{Biaya Beban (Rp/kVA)})) + (9 \times 720 \text{ Jam nyala} \times \text{Daya Kedapatan (kVA)} \times 0,85 \times \text{Tarif Tertinggi pada golongan tarif sesuai dengan Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kedapatan})$$

- Daya Kedapatan Lebih Besar dari 900 VA

$$TS\ IV = (9 \times (2 \times \text{Daya Kedapatan (kVA)} \times \text{Biaya Beban (Rp/kVA)})) + (9 \times 720 \text{ Jam nyala} \times \text{Daya Kedapatan (kVA)} \times 0,85 \times \text{Tarif Tertinggi pada golongan tarif sesuai dengan Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kedapatan}) + ((9 \times 720 \text{ jam nyala} \times \text{Daya kedapatan (kVA)} \times 0,85 \times \text{Tarif Tertinggi pada golongan tarif sesuai dengan Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kedapatan})$$

2.2.9 Saving kWh P2TL

Besar saving kWh dari pelanggaran pemakaian tenaga listrik dapat diketahui dengan cara menghitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cos phi} \dots\dots (2. 6)$$

Dimana :

- 9 = Konstanta Pengali
- 720 Jam Nyala = Jam nyala rata-rata per hari yang diasumsikan dalam 24 jam/hari selama sebulan penuh
- Daya Pelanggan = kapasitas daya listrik yang terdaftar untuk pelanggan tersebut (kVA)
- Cos Phi = faktor daya



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian

Waktu penelitian : Januari 2024 – Desember 2024
 Tempat Penelitian : PT PLN (Persero) Unit Pelaksana
 Pelayanan Pelanggan Wamena

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Papua Pegunungan, yang dimana merupakan area kerja PT PLN (Persero) UP3 Wamena mulai dari Kab. Jayawijaya, Kab. Lanny Jaya, Kab. Yalimo, Kab. Mamberamo Tengah, serta Kab. Tolikara dan data yang digunakan pada tahun 2024.



Gambar 3.1 Sebaran Wilayah Kerja UP3 Wamena

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data hasil dari kegiatan P2TL pada tahun 2024 mulai dari Golongan Pelanggaran, Tarif/Daya, dan Data susut non teknis pada tahun 2024 per bulannya.

Tabel 3.1 Data Klasifikasi Batas Atas Pemakaian Pelanggan

DAYA	BATAS DAYA	BATAS PEMAKAIAN
(VA)	(A)	(kWh)
450	2	324
900	4	648
1300	6	936
2200	10	1.584
3500	16	2.520
4400	20	3.168
5500	25	3.960
7700	35	5.544
11000	50	7.920

Tabel 3.2 Data Klasifikasi Batas Bawah Pemakaian Pelanggan

DAYA	BATAS DAYA	BATAS PEMAKAIAN
(VA)	(A)	(kWh)
450	2	18
900	4	36
1300	6	52
2200	10	88
3500	16	140
4400	20	176
5500	25	220
7700	35	308
11000	50	440

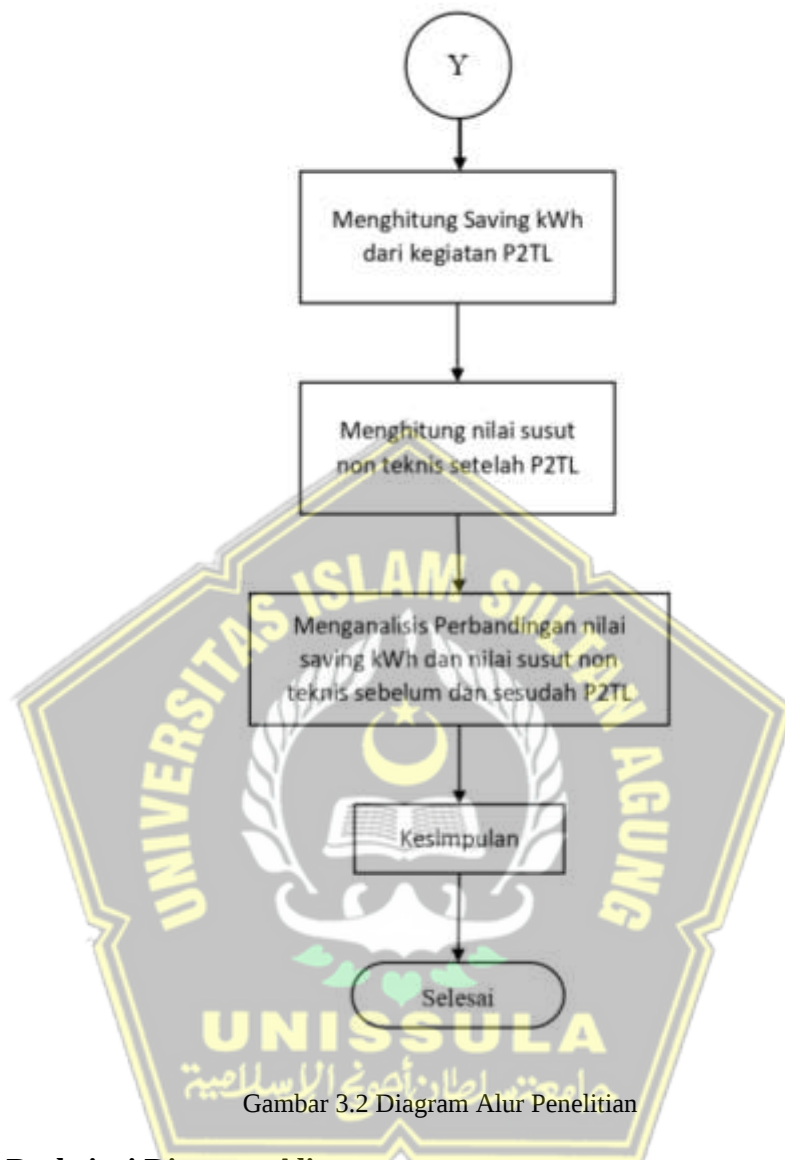
3.3 Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat Analisa yang bertujuan guna memahami bagaimana besar susut non teknis pada pelanggan UP3 Wamena.

3.4 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur dari penelitian yang akan dijalankan diperlihatkan pada gambar berikut:





Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

3.5 Deskripsi Diagram Alir

1. Mulai
Pengerjaan tugas akhir dimulai dengan melakukan konsultasi tentang permasalahan yang diangkat sebagai bahasan Tugas akhir.
2. Studi Literatur
Melakukan Studi Literatur mengenai permasalahan yang diangkat menjadi judul tugas akhir
3. Observasi Lapangan

Melakukan Observasi lapangan dengan mengikuti kegiatan P2TL wilayah kerja PLN UP3 Wamena

4. Selanjutnya yaitu mengumpulkan data terkait dengan pembahasan Tugas Akhir :

- Data susut Non teknis sebelum P2TL
- Data kWh Siap Jual
- Data Saving kWh Sebelum P2TL
- Data Temuan P2TL

5. Pengecekan ulang data

Tahap kelima, yaitu mengecek ulang terkait data yang dikumpulkan sudah sesuai atau belum. Jika sudah bisa melanjutkan langkah berikutnya, jika belum maka mengulang lagi ke tahap empat.

dan perhitungan Susut non teknis setelah kegiatan P2TL

6. Menghitung nilai Saving kWh P2TL

Menghitung nilai saving kWh dari data kegiatan P2TL dari bulan Januari hingga bulan desember 2024 menggunakan rumus (2.6)

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \cos \phi$$

7. Menghitung Susut non Teknis setelah P2TL

Tahap ketujuh, menghitung nilai susut non teknis setelah dilakukan kegiatan P2TL menggunakan persamaan :

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kWh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

8. Menganalisis Perbandingan Hasil Penelitian sebelum dan sesudah kegiatan P2TL

Setelah perhitungan saving kWh dan susut non teknis setelah kegiatan P2TL dilakukan, selanjutnya data tersebut digunakan untuk membandingkan dengan data sebelum dilakukan kegiatan P2TL lalu kemudian dilakukan analisis

9. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil penelitian

10. Selesai

3.6 Teknis Pengambilan Data

Data yang diperlukan untuk pembuatan tugas akhir ini diperoleh dari Aplikasi internal PLN yaitu Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat (AP2T). Dalam melaksanakan kegiatan tersebut, meminta izin kepada PT PLN (Persero) UP3 Wamena bidang transaksi energi mulai dari Assisstant Manager Transaksi Energi, Team Leader Transaksi Energi, dan Team Leader Pemeliharaan Meter.

3.7 Data Susut Non Teknis Sebelum P2TL

Berikut merupakan tabel data susut non teknis sebelum dilakukan kegiatan P2TL. Kolom Real merupakan realisasi Susut non teknis perbulannya, kolom Kumulasi merupakan gabungan nilai susut non teknis dari bulan sebelum hingga bulan berjalan.

Tabel 3.3 Data Susut Non Teknis Sebelum P2TL

BULAN	SUSUT NON TEKNIS		
	KWH	REAL (%)	KUMULASI (%)
JANUARI	1.105.660	24,4	24,49
FEBRUARI	268.261	7,25	16,89
MARET	473.571	11,58	15,14
APRIL	483.331	12,35	14,49
MEI	402.432	9,87	13,58
JUNI	513.117	11,65	13,26
JULI	552.989	13,41	13,28
AGUSTUS	495.616	10,57	12,91
SEPTEMBER	502.006	11,06	12,71
OKTOBER	471.639	11,0953	12,55
NOVEMBER	555.152	11,35	12,46
DESEMBER	301.540	5,74	11,86
JUMLAH	6.125.314	11,86	11,86

3.8 Data kWh Siap Jual

Berikut merupakan tabel kWh siap jual, yaitu data kwh yang dibangkitkan oleh pembangkit yang sudah dikurangi oleh nilai susut teknis dari bulan Januari hingga bulan Desember 2024

Tabel 3.4 Data kWh Siap Jual

Bulan	kWh Siap Jual
Januari	4.455.408,59
Februari	3.546.001,59
Maret	3993889,238
April	3.818.238,97
Mei	3.964.921,23
Juni	4.297.230,46
Juli	4.042.966,23
Agustus	4.583.061,18
September	4.413.562,24
Oktober	4.148.934,06
November	4.717.911,73
Desember	4.816.000,11
Total	50.798.125,63

3.9 Data Saving kWh Sebelum P2TL

Berikut merupakan data saving kwh atau kwh terjual dari bulan Januari hingga bulan Desember 2024.

Tabel 3.5 Data Saving kWh Sebelum P2TL

NO	Bulan	kWh terjual
1	Januari	3.366.270,18
2	Februari	3.288.825,10
3	Maret	3.531.136,34
4	April	3.346.668,69
5	Mei	3.573.501,26
6	Juni	3.796.452,83
7	Juli	3.500.553,01
8	Agustus	4.098.246,56
9	September	3.925.286,50
10	Oktober	3.688.594,71
11	November	4.182.226,78

12	Desember	4.539.279,22
	Total	44.837.041,18

3.10 Data Temuan P2TL

Hasil dari kinerja tim P2TL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik) sebagai tim anti susut di setiap unit PLN Distribusi, yang tugasnya mencari anomali atau kecurangan pelanggan dari setiap level daya, golongan pelanggan, dan tarif pelanggan.

Tabel 3.6 Data Temuan P2TL

NO	Bulan	Golongan / Daya						Total
		P2		P3	P4			
		450	900	450	450	900	3500	
1	Januari				3			3
2	Februari	2			2			4
3	Maret	2	1		3			6
4	April	2		4	6			12
5	Mei	3		3	5			11
6	Juni			1	147			148
7	Juli	1			3			4
8	Agustus				177	1	1	179
9	September	1			143			144
10	Oktober			1	1			2
11	November	1			210			211
12	Desember				284			284
	Total	12	1	9	984	1	1	1.008

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Perolehan kwh P2TL

4.1.1 Data dan Perhitungan Saving kWh Januari 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Januari 2024 diperoleh sebesar 3.366.270,176 kWh dan memperoleh 7.437 kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Januari 2024. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 3.373.707,176 kWh.

Tabel 4.1 Detil Pelanggan P2TL Januari 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
3	R1	450	P4

Pada bulan januari 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 3 pelanggan dimana pelanggan melakukan pelanggaran golongan P4 dengan daya 450 dan tarif R1 untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus (2.6) :

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi} \\ \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Januari 2024 sebesar 7.437 kWh.

4.1.2 Data dan Perhitungan Saving kWh Februari 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Februari 2024 diperoleh sebesar 3.288.825,102 kWh dan memperoleh 9.916 kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Februari 2024. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 3.298.741,102 kWh.

Tabel 4.2 Detil Pelanggan P2TL Februari 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
2	R1	450	P4
1	R1	450	P2
1	B1	450	P2

Pada bulan Februari 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 4 pelanggan dimana pelanggan melakukan pelanggaran golongan P4 dan P2 dengan daya 450 dan tarif R1 dan B1, untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus (2.6) :

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi}$$

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Februari 2024 sebesar 9.916 kWh.

4.1.3 Data dan Perhitungan Saving kWh Maret 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Maret 2024 diperoleh sebesar 3.531.136,34 kWh dan memperoleh 17.352 kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Maret 2024. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 3.548.488,34.

Tabel 4.3 Detil Pelanggan P2TL Maret 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
3	R1	450	P4
2	R1	450	P2
1	S1	900	P2

Pada bulan Januari 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 6 pelanggan dimana pelanggan melakukan pelanggaran golongan P4 dan P2 dengan daya 450 dan 900 dengan tarif R1 dan S1, untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi}$$

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479$$

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,9 \times 0,85 \text{ kWh} = 4958$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Maret 2024 sebesar 17.352 kWh.

4.1.4 Data dan Perhitungan Saving kWh April 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan April 2024 sebesar 3.346.668,688 kWh dan dari tabel 4.6 diperoleh kWh bulan April 2024 sebesar 29.748 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 3.376.416,68 kWh.

Tabel 4.4 Detil Pelanggan P2TL April 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
6	R1	450	P4
2	R1	450	P2
4	R1	450	P3

Pada bulan April 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 12 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran golongan P4, P2, dan P3 dengan daya 450 dan tarif R1 untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi} \\ \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan April 2024 sebesar 29.748 kWh.

4.1.5 Data dan Perhitungan Saving kWh Mei 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Mei diperoleh sebesar 3.573.501,258 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Mei 2024 sebesar 27.269 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 3.600.770,25 kWh

Tabel 4.5 Detil Pelanggan P2TL Mei 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
3	R1	450	P4
3	R1	450	P2
3	R1	450	P3
2	B1	450	P4

Pada bulan Mei 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 11 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran Golongan P4, P2, dan P3 dengan daya 450 dan tarif R1 dan B1 untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi} \\ \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479 \end{aligned}$$

Diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Mei 2024 sebesar 27.269 kWh.

4.1.6 Data dan Perhitungan Saving kWh Juni 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Juni diperoleh sebesar 3.796.452,827 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Juni 2024 sebesar 366.892 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 4.163.344,827 kWh

Tabel 4.6 Detil Pelanggan P2TL Juni 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
147	R1	450	P4
1	R1	450	P3

Pada bulan Juni 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 148 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran Golongan P4, dan P3 dengan daya 450 dan tarif R1 untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi}$$

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Juni 2024 sebesar 366,892 kWh.

4.1.7 Data dan Perhitungan Saving kWh Juli 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Juli diperoleh sebesar 3.500.553,01 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Juli 2024 sebesar 9.916 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 3.510.469,01 kWh

Tabel 4.7 Detil Pelanggan P2TL Juli 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
3	R1	450	P4
1	R1	450	P2

Pada bulan Juli 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 4 pelanggan dimana pelanggan melakukan pelanggaran Golongan P4, dan P2 dengan daya 450 dan tarif R1 untuk menghitung kWh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi}$$

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Juli 2024 sebesar 9.916 kWh.

4.1.8 Data dan Perhitungan Saving kWh Agustus 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Agustus diperoleh sebesar 4.098.246,563 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Agustus 2024 sebesar 463.018 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 4.561.264,563 kWh.

Tabel 4.8 Detil Pelanggan P2TL Agustus 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
177	R1	450	P4
1	B1	3500	P4
1	S2	900	P4

Pada bulan Agustus 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 179 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran Golongan P4 dengan daya 450, 3500 dan 900 dan tarif R1, B1 dan S2 untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi}$$

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479$$

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,9 \times 0,85 \text{ kWh} = 4958$$

$$\text{kWh} = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 3,5 \times 0,85 \text{ kWh} = 19.278$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Agustus 2024 sebesar 463.018 kWh.

4.1.9 Data dan Perhitungan Saving kWh September 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan September diperoleh sebesar 3.925.286,504 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan September 2024 sebesar 356.976 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 4.282.262,504 kWh.

Tabel 4.9 Detil Pelanggan P2TL September 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
143	R1	450	P4
1	B1	450	P2

Pada bulan September 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 144 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran Golongan P4 dan P2

dengan daya 450 dan tarif R1 dan B1 untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi} \\ \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan September 2024 sebesar 356.976 kWh.

4.1.10 Data dan Perhitungan Saving kWh Oktober 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Oktober diperoleh sebesar 3.688.594,706 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Oktober 2024 sebesar 7.436 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 3.696.030,706 kWh.

Tabel 4.10 Detil Pelanggan P2TL Oktober 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
1	R1	450	P4
1	B1	450	P3

Pada bulan Oktober 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 2 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran Golongan P4 dan P3 dengan daya 450 dan tarif R1, dan B1 untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi} \\ \text{kWh} &= 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Oktober 2024 sebesar 7.436 kWh.

4.1.11 Data dan Perhitungan Saving kWh November 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan November diperoleh sebesar 4.182.226,783 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan November 2024 sebesar 523.069 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 4.705.295,783 kWh.

Tabel 4.11 Detil Pelanggan P2TL November 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
210	R1	450	P4
1	B1	450	P2

Pada bulan November 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 211 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran Golongan P4 dengan daya 450 dan tarif R1 dan B1, untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi}$$

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan November 2024 sebesar 523.069 kWh

4.1.12 Data dan Perhitungan Saving kWh Desember 2024

Data tabel 3.5 Saving kWh UP3 Wamena pada bulan Desember diperoleh sebesar 4.539.279,221 kWh dan memperoleh kWh dari laporan pendapatan P2TL pada bulan Desember 2024 sebesar 704.036 kWh. Jadi, total saving kWh sesudah dilakukan kegiatan P2TL sebesar 5.243.315,221 kWh.

Tabel 4.12 Detil Pelanggan P2TL Desember 2024

Jumlah Pelanggan	Tarif	Daya	Golongan Pelanggaran
284	R1	450	P4

Pada bulan Desember 2024 setelah dilakukan kegiatan P2TL ditemukan 284 pelanggar dimana pelanggar melakukan pelanggaran Golongan P4 dengan daya 450 dan tarif R1, untuk menghitung kwh yang didapatkan menggunakan rumus :

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times \text{Daya Pelanggan (KVA)} \times \text{Cosphi}$$

$$kWh = 9 \times 720 \text{ Jam Nyala PLN} \times 0,45 \times 0,85 \text{ kWh} = 2479$$

Sehingga diperoleh kWh P2TL pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Desember 2024 sebesar 704.036 kWh

Temuan P2TL itu sendiri tersebar di beberapa wilayah kabupaten yang dibawah oleh UP3 Wamena. dengan keterbatasan sumber daya petugas, dilaksanakan P2TL secara bergiliran dari ULP ULP yang ada di UP3 Wamena. Sehingga semakin menuju akhir tahun, semakin akurat TO yang didapat oleh petugas dan menjadi temuan P2TL yang dapat terealisasi.

4.2 Perhitungan Susut Non Teknis

4.2.1 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Januari 2024

4.2.1.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.455.409,54) - (3.366.270,176)}{(4.455.409,54)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 24,4 \%$$

4.2.1.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.455.409,54) - (3.383.850,69)}{(4.455.409,54)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 24,1 \%$$

4.2.1 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Februari 2024

4.2.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.546.002,43) - (3.288.825,102)}{(3.546.002,43)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 7,25\%$$

4.2.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.546.002,43) - (3.298.741,69)}{(3.546.002,43)} \times 100\%$$

(3.546.002,43)

$$\text{Susut (\%)} = 6,97 \%$$

4.2.2 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Maret 2024

4.2.3.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.993.889,21) - (3.531.136,34)}{(3.993.889,21)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,58\%$$

4.2.3.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.993.889,21) - (3.548.488,34)}{(3.993.889,21)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,15\%$$

4.2.3 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan April 2024

4.2.4.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.818.239,41) - (3.346.666,69)}{(3.818.239,41)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 12,35 \%$$

4.2.4.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.818.239,41) - (3.376.413,69)}{(3.818.239,41)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,57 \%$$

4.2.5 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Mei 2024

4.2.5.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.964.921) - (3.573.501,26)}{(3.964.921)} \times 100\%$$

(3.964.921)

$$\text{Susut (\%)} = 9,87 \%$$

4.2.5.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(3.964.921) - (3.600.770,26)}{(3.964.921)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 9,18 \%$$

4.2.6 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Juni 2024

4.2.6.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.297.230,37) - (3.796.452,827)}{(4.297.230,37)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,65 \%$$

4.2.6.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.297.230,37) - (4.163.344,827)}{(4.297.230,37)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 3,11\%$$

4.2.7 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Juli 2024

4.2.7.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.042.966,27) - (3.500.553,01)}{(4.042.966,27)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 13,41\%$$

4.2.7.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.042.966,27) - (3.510.469,01)}{(4.042.966,27)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 13,17 \%$$

4.2.8 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Agustus 2024

4.2.8.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.583.061,14) - (4.098.247,56)}{(4.583.061,14)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 10,57 \%$$

4.2.8.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.583.061,14) - (4.561.265,56)}{(4.583.061,14)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 0,47\%$$

4.2.9 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan September 2024

4.2.9.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.413.562,22) - (3.925.287,504)}{(4.413.562,22)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,06\%$$

4.2.9.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.413.562,22) - (4.282.263,504)}{(4.413.562,22)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 2,97 \%$$

4.2.10 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Oktober 2024

4.2.10.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.148.934,12) - (3.688.595,706)}{(4.148.934,12)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,0953\%$$

4.2.10.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.148.934,12) - (3.688.603,142)}{(4.148.934,12)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,0951 \%$$

4.2.11 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan November 2024

4.2.11.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.717.912,07) - (4.182.226,783)}{(4.717.912,07)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 11,35 \%$$

4.2.11.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.717.912,07) - (4.705.295,783)}{(4.717.912,07)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 0,27 \%$$

4.2.12 Perhitungan Susut Non Teknis Pada Bulan Desember 2024

4.2.12.1 Susut Non Teknis Sebelum Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.816.000,25) - (4.539.279,221)}{(4.816.000,25)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = 5,74 \%$$

4.2.12.2 Susut Non Teknis Sesudah Dilakukan Kegiatan P2TL

$$\text{Susut (\%)} = \frac{kWh \text{ siap jual} - kwh \text{ terjual}}{kWh \text{ siap jual}} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = \frac{(4.816.000,25) - (5.243.315,221)}{(4.816.000,25)} \times 100\%$$

$$\text{Susut (\%)} = - 8,87 \%$$

4.3 Perbandingan Saving kwh dan susut non teknis sebelum dan sesudah P2TL

Berikut merupakan tabel perbandingan saving kWh dan susut non teknis sebelum kegiatan P2TL dan setelah kegiatan P2TL

Bulan	Saving kWh	
	Sebelum	Sesudah
Januari	3.366.270,18	3.373.707,18
Februari	3.288.825,10	3.298.741,10
Maret	3.531.136,34	3.548.488,34
April	3.346.668,69	3.376.416,69
Mei	3.573.501,26	3.600.770,26
Juni	3.796.452,83	4.163.344,83
Juli	3.500.553,01	3.510.469,01
Agustus	4.098.246,56	4.561.264,56
September	3.925.286,50	4.282.262,50
Oktober	3.688.594,71	3.696.030,71
November	4.182.226,78	4.705.295,78
Desember	4.539.279,22	5.243.315,22
Total	44.837.041,18	47.360.106,18

Bulan	Susut Non teknis	
	Sebelum	Sesudah
Januari	24,4	24,1
Februari	7,25	6,97
Maret	11,58	11,15
April	12,35	11,57
Mei	9,87	9,18
Juni	11,65	3,11
Juli	13,41	13,17
Agustus	10,57	0,47
September	11,06	2,97
Oktober	11,0953	11,0951
November	11,35	0,27
Desember	5,74	-8,87
Total	11,86	6,76

Bulan	Saving kWh	
	Sebelum	Sesudah
Januari	3.366.270,18	3.373.707,18
Februari	3.288.825,10	3.298.741,10
Maret	3.531.136,34	3.548.488,34
April	3.346.668,69	3.376.416,69
Mei	3.573.501,26	3.600.770,26
Juni	3.796.452,83	4.163.344,83
Juli	3.500.553,01	3.510.469,01
Agustus	4.098.246,56	4.561.264,56
September	3.925.286,50	4.282.262,50
Oktober	3.688.594,71	3.696.030,71
November	4.182.226,78	4.705.295,78
Desember	4.539.279,22	5.243.315,22
Total	44.837.041,18	47.360.106,18

Berdasarkan tabel diatas dapat di analisis bahwa penurunan susut non teknis dan peningkatan Saving kWh merupakan dampak paling langsung dari kegiatan P2TL. P2TL berhasil mengidentifikasi dan menindak pelanggan yang melakukan

penyalahgunaan tenaga listrik melalui penertiban sambungan liar. ketika praktik penyalahgunaan tenaga listrik berkurang, secara otomatis saving kWh yang tercatat akan meningkat.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan dilakukannya kegiatan P2TL berhasil menekan susut *non* teknis dan meningkatkan *saving* kWh pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena pada bulan Januari 2024 sampai dengan Desember 2024 sebelum dilakukan kegiatan P2TL sebesar 11,86%. Kemudian setelah dilakukan kegiatan P2TL, diperoleh susut *non* teknis sebesar 6,76%. Sehingga disimpulkan bahwa susut *non* teknis dari bulan Januari 2024 hingga bulan Desember 2024 turun.
2. Penekanan susut berpengaruh pada *Saving* kWh pada PT PLN (Persero) UP3 Wamena, pada bulan Januari 2024 sampai dengan bulan Desember 2024 *saving* kWh meningkat. Sebelum dilakukan kegiatan P2TL *saving* kwh pada uP3 Wamena sebesar 44.837.153,18 kWh. Kemudian setelah dilakukan kegiatan P2TL, diperoleh *Saving* kWh sebesar 47.360.218,18 kWh.
3. Maraknya penyalahgunaan energi listrik sangat merugikan PLN karena terhitung sebagai pencurian listrik dan merupakan tindak pidana. Penyebab dari penyalahgunaan energi listrik ini adalah banyaknya masyarakat yang menggunakan energi listrik tanpa mendaftar menjadi pelanggan (non-pelanggan) PLN.

5.2 Saran

1. Kegiatan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) harus dilaksanakan secara rutin, untuk meminimalisir susut *non* teknis.
2. Melaksanakan kegiatan harus memperhatikan cara komunikasi dengan pemakai tenaga listrik dan ketentuan yang berlaku, agar relasi tetap terjaga dan tidak ada kesalahpahaman yang terjadi.



DAFTAR PUSTAKA

- Arieyansyah, A. and Mukhaiyar, R. (2021) 'Penekanan Susut Non-Teknis dengan cara Optimalisasi Pelaksanaan P2TL di PT PLN (Persero) ULP Indarung', Padang
- Buzau, M.M. *et al.* (2019) 'Detection of non-technical losses using smart meter data and supervised learning', *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(3), pp.
- Hadi Sirad, M.A. and Muhammad, M (2021) 'Analisa Pelanggaran Pemakaian Tenaga Listrik Pada Pelanggan Tegangan Menengah (20 kV) di PT. PLN (persero) UP3 Ternate', Ternate
- Jumardi, W. (2022) 'Pengoptimalan Pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) untuk Menekan Susut Non Teknis di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Balai Selasa', *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), pp. 311–318.
- Kementerian ESDM (2016) 'Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)', *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*, Jakarta.
- PT PLN (Persero) (2021) *SPLN D3.023: 2021 Modem Seluler untuk Sistem Metering Komunikasi Dua Arah*. PT PLN (PERSERO), Jakarta.
- PT PLN (Persero) (2023) 'Peraturan Direksi PT PLN Persero Nomor 0028.P/DIR/2023 Tentang Penerbitan Pemakaian Tenaga Listrik', Jakarta.
- PT PLN Persero (2014) 'SPESIFIKASI KABEL TEGANGAN RENDAH Bagian 1: Kabel Pilin Udara', *Lampiran Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0144.K/DIR/2014*, Jakarta.
- Rahmadhani, S.N. (2018) 'EVALUASI EFEKTIVITAS PENGENDALIAN INTERNAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI DI SISTEM 20 kV (kilo Volt) STUDI KASUS: PT PLN (Persero) Wilayah Sumatera Utara', Medan.
- Setiaji, N., Sumpena and Sugiharto, A. (2022) 'Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik'.
- Sopiyani, R. (2021) 'Implikasi Yuridis Dalam Pembayaran Tagihan Tenaga

Listrik Yang Tidak Sesuai Pemakaian Akibat Kerusakan Alat Pengukur Dan Pembatas', Jakarta.

SPLN D3.015-2: 2012 (2012) 'ALAT PENGUKUR, PEMBATAS DAN PERLENGKAPANNYA Bagian 2: APP TR Pengukuran Tidak Langsung Fase Tiga Untuk Pelanggan 53 kVA s/d 197 kVA', Lampiran Surat Keputusan Direksi PT. PLN (Persero), Jakarta.

Suhadi (2008b) *Teknik distribusi tenaga listrik untuk sekolah menengah kejuruan jilid 2*, Jakarta.

Sukendar, T. *et al.* (2014) 'Analisa Faktor Daya Menggunakan Capacitor Bank Untuk Meningkatkan Kualitas Daya Listrik Di Wisma Nusantara Internasional', Jakarta.

Surusa, F.E.P., Humena, S. and Nani, F.Y. (2022) 'Analisa Susut Non Teknis Menggunakan Automatic Meter Reading (AMR) Pada Pelanggan Potensial', Gorontalo.

