

**ANALISIS PENURUNAN SUSUT NON TEKNIS DENGAN METODE
ANALISA LOAD PROFILE BERBASIS AMR PADA PELANGGAN
POTENSIAL PT. PLN (PERSERO) ULP TALIWANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk memperoleh Gelar Sarjana S1 Pada
Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung



OLEH:
ARDIANSYAH DWI ADHA ISKANDAR
NIM : 30602200118

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

FINAL PROJECT

**ANALYSIS OF NON-TECHNICAL SHRINKAGE REDUCTION USING
AMR-BASED LOAD PROFILE ANALYSIS METHOD ON POTENTIAL
CUSTOMERS OF PT. PLN (PERSERO) ULP TALIWANG**

*Suggested As One of the Requirements to Get a Bachelor's Degree in a Study
Program Electrical Engineering at Universitas Islam Sultan Agung*



**DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

202

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ardiansyah Dwi Adha Iskandar
NIM : 30602200118
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“Analisis Penurunan Susut Non Teknis Dengan Metode Analisa Load Profile Berbasis AMR Pada Pelanggan Potensial PT. PLN (Persero) ULP Taliwang”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

UNISSULA Semarang, 20 Agustus 2025
جامعة سلطان عبد الرحمن الإسلامية Yang Menyatakan



Ardiansyah Dwi Adha Iskandar

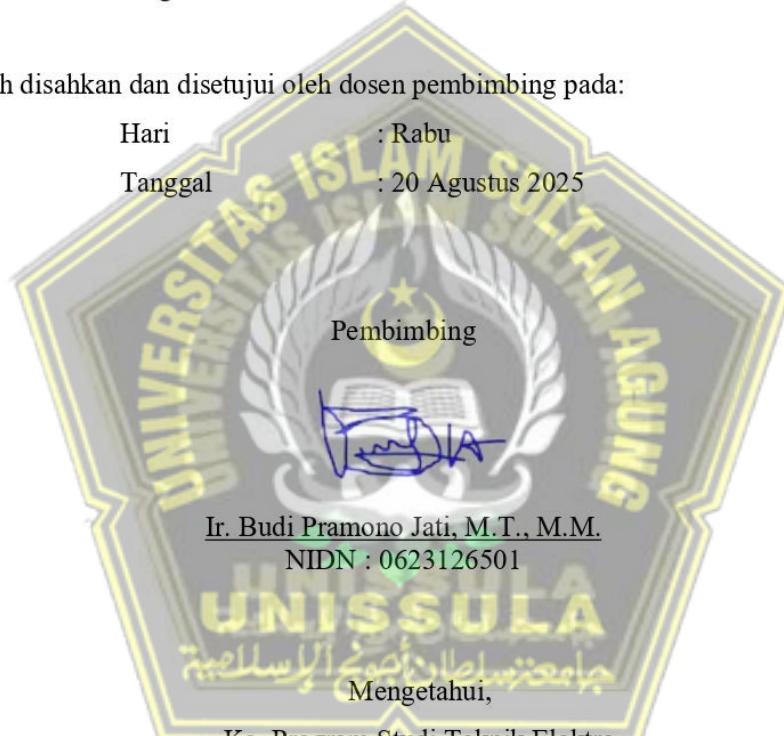
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Penurunan Susut Non Teknis Dengan Metode Analisa Load Profile Berbasis AMR Pada Pelanggan Potensial PT. PLN (Persero) ULP Taliwang**” ini disusun oleh:

Nama : ARDIANSYAH DWI ADHA ISKANDAR
NIM : 30602200118
Program Studi : Teknik Elektro

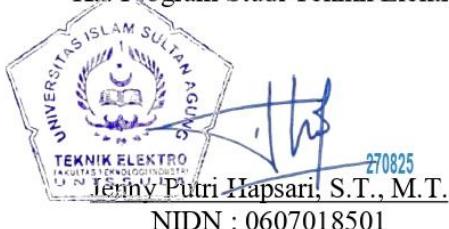
Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 20 Agustus 2025



Ir. Budi Pramono Jati, M.T., M.M.
NIDN : 0623126501

Ka. Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.
NIDN : 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Penurunan Susut Non Teknis Dengan Metode Analisa Load Profile Berbasis AMR Pada Pelanggan Potensial PT. PLN (Persero) ULP Taliwang**” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 20 Agustus 2025

Tim Penguji

Tanda Tangan

Dedi Nugroho, S.T., M.T.
NIDN : 0617126602
Ketua

Munaf Ismail, S.T., M.T.
NIDN : 0613127302
Penguji I

Ir. Budi Pramono Jati, M.T., M.M.
NIDN : 0623126501
Penguji II

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ardiansyah Dwi Adha Iskandar
NIM : 30602200118
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul **“ANALISIS PENURUNAN SUSUT NON TEKNIS DENGAN METODE ANALISA LOAD PROFILE BERBASIS AMR PADA PELANGGAN POTENSIAL PT. PLN (PERSERO) ULP TALIWANG”** 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/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 20 Agustus 2025

Yang menyatakan,

Ardiansyah Dwi Adha Iskandar

NIM 30602200118

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penelitian ini saya persembahkan untuk :

Diri saya sendiri atas penyelesaian penyusunan Tugas Akhir dengan kondisi sambil bekerja di unit terluar dan jauh dari lokasi kampus.

Kedua Orang Tua Saya,

Atas berbagai bentuk dukungan moril dan semangat sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.

D-III Teknik Elektro 2018 Universitas Diponegoro

Kepada rekan-rekan seperjuangan dimasa kuliah

Keluarga PT PLN (Persero) ULP Taliwang

Terima kasih kepada rekan kerja dari Manajer, Team Leader, dan teman-teman staff dalam membantu saya selama proses pengumpulan data sampai Tugas Akhir ini selesai.

S-1 Teknik Elektro 2022 Unissula

Kepada rekan satu angkatan di Unissula yang mungkin tidak kenal secara langsung satu persatu, terima kasih atas kebersamaanya semoga tetap jaga ukhuwah islamiyah.

Bapak Budi Pramono Jati

Terima kasih atas bimbingan dan juga arahan yang bapak berikan selama perkuliahan berlangsung sampai dengan penyusunan laporan Tugas Akhir.

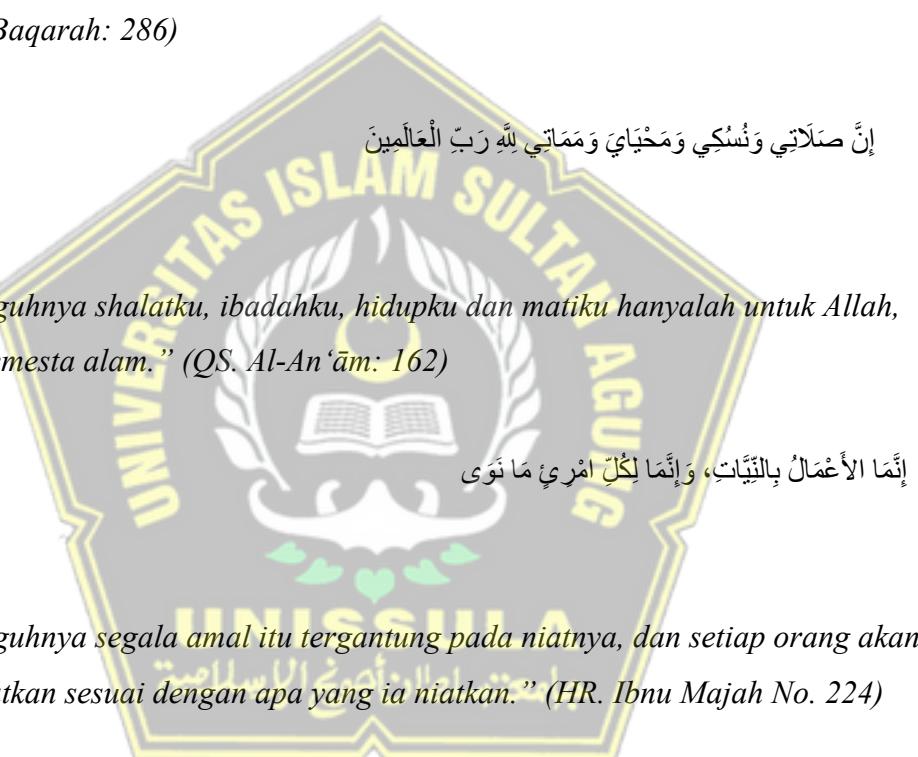
HALAMAN MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

Artinya:

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)



Artinya:

“Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam.” (QS. Al-An ‘ām: 162)

Artinya:

“Sesungguhnya segala amal itu tergantung pada niatnya, dan setiap orang akan mendapatkan sesuai dengan apa yang ia niatkan.” (HR. Ibnu Majah No. 224)

إِنَّمَا الْأَعْمَالُ بِالنِّيَاتِ، وَإِنَّمَا لِكُلِّ امْرٍ مَا تَوَى

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "**Analisis Penurunan Susut Non Teknis dengan Metode Analisa Load Profile Berbasis AMR pada Pelanggan Potensial PT. PLN (Persero) ULP Taliwang**".

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif, baik secara akademis maupun praktis, khususnya dalam upaya peningkatan efisiensi distribusi energi listrik dan pengurangan susut non-teknis melalui penerapan teknologi Automatic Meter Reading (AMR).

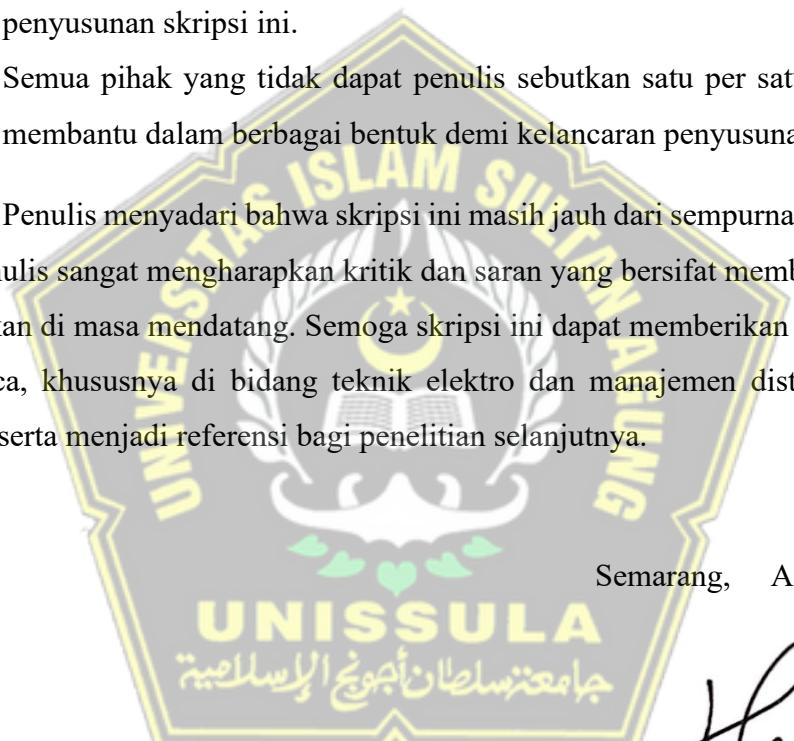
Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Rektor Universitas Islam Sultan Agung, beserta jajaran pimpinan yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas dalam menempuh pendidikan di universitas ini.
2. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung, yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada seluruh mahasiswa, khususnya di Program Studi Teknik Elektro.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro, beserta seluruh dosen dan staf pengajar, atas segala ilmu, wawasan, dan bimbingan yang diberikan selama masa perkuliahan.
4. Dosen Pembimbing, yang telah dengan penuh kesabaran dan ketelitian memberikan arahan, koreksi, masukan, serta motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.

5. Pihak PT. PLN (Persero) ULP Taliwang, yang telah memberikan kesempatan, data, dan informasi yang diperlukan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.
6. Kedua orang tua tercinta, atas segala kasih sayang, doa, dukungan moral, motivasi, serta bantuan materiil yang tiada henti diberikan kepada penulis.
7. Seluruh keluarga besar, atas doa dan semangat yang selalu menyertai.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro UNISSULA, atas kebersamaan, bantuan, dan dukungan yang diberikan selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam berbagai bentuk demi kelancaran penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya di bidang teknik elektro dan manajemen distribusi energi listrik, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Semarang, Agustus 2025




Penulis
Ardiansyah Dwi Adha Iskandar

ABSTRAK

Susut non-teknis merupakan salah satu tantangan signifikan dalam pendistribusian energi listrik karena dapat menyebabkan kerugian finansial dan menurunkan efisiensi operasional. Penelitian ini bertujuan menganalisis upaya penurunan susut non-teknis pada pelanggan potensial PT PLN (Persero) ULP Taliwang melalui metode analisis load profile berbasis teknologi Automatic Meter Reading (AMR). Metode penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan data konsumsi energi dari sistem AMR, observasi lapangan, dan validasi hasil analisis melalui inspeksi langsung. Data dianalisis untuk mengidentifikasi pola konsumsi yang mencurigakan, seperti lonjakan beban tidak wajar, konsumsi rendah terus-menerus, atau fluktuasi ekstrem, yang dapat mengindikasikan pencurian listrik, kesalahan pengukuran, maupun masalah administrasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan AMR sangat efektif dalam menurunkan susut non teknis di PT. PLN ULP Taliwang. Teknologi ini mampu meningkatkan akurasi pencatatan konsumsi listrik, mendeteksi pelanggan dengan pola konsumsi mencurigakan, serta menekan angka pencurian listrik yang selama ini menyebabkan kehilangan energi yang tidak tercatat. Dengan penurunan susut non-teknis dari 10%-15% menjadi 4%-8%, PLN berhasil meningkatkan efisiensi operasional dan pendapatan, serta memperbaiki kualitas distribusi listrik bagi pelanggan. Pengurangan susut non-teknis berdampak positif pada efisiensi jaringan distribusi, peningkatan pendapatan sebesar 10%-15% per bulan, serta penghematan biaya operasional. Penelitian ini merekomendasikan perluasan penerapan AMR, peningkatan infrastruktur komunikasi, edukasi pelanggan, dan pemeliharaan rutin perangkat untuk memastikan keberlanjutan efektivitas program.

Kata kunci: Susut Non-Teknis, Automatic Meter Reading (AMR), Load Profile, PT PLN, Efisiensi Energi

ABSTRACT

Non-technical losses are a significant challenge in electricity distribution because they can cause financial losses and reduce operational efficiency. This study aims to analyze efforts to reduce non-technical losses for potential customers of PT PLN (Persero) ULP Taliwang through a load profile analysis method based on Automatic Meter Reading (AMR) technology. The research methods include literature studies, collecting energy consumption data from the AMR system, field observations, and validating the analysis results through direct inspection. Data are analyzed to identify suspicious consumption patterns, such as unusual load spikes, persistent low consumption, or extreme fluctuations, which may indicate electricity theft, measurement errors, or administrative problems.

The results of the study indicate that the implementation of AMR is very effective in reducing non-technical losses at PT. PLN ULP Taliwang. This technology is able to improve the accuracy of electricity consumption recording, detect customers with suspicious consumption patterns, and reduce the number of electricity thefts that have caused unrecorded energy losses. By reducing non-technical losses from 10%-15% to 4%-8%, PLN has succeeded in increasing operational efficiency and revenue, as well as improving the quality of electricity distribution to customers. The reduction in non-technical losses has a positive impact on distribution network efficiency, increasing revenue by 10%-15% per month, and saving operational costs. This study recommends expanding the implementation of AMR, improving communication infrastructure, customer education, and routine equipment maintenance to ensure the program's continued effectiveness.

Keywords: *Non-Technical Losses, Automatic Meter Reading (AMR), Load Profile, PT PLN, Energy Efficiency*

DAFTAR ISI

TITLE PAGE	ii
SURAT PERNYATAAN.....	xi
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	xv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	xvi
HALAMAN PERSEMAHAN	vii
HALAMAN MOTTO.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Rancangan Penilitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Susut Non Teknis	7
2.3 Pentingnya Pengelolaan Energi.....	9
2.4 Analisa Load Profile	10
2.5 Sistem Automatic Meter Reading (AMR)	12
2.6 Hubungan antara AMR dan Analisa Load Profile	16
2.7 Strategi Pengurangan Susut Non-Teknis	19
2.8 Perangkat Keras Sistem Automatic Meter Reading (AMR)	20
2.9 Perangkat Lunak Sistem Automatic Meter Reading (AMR)	23

BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Tahapan Penelitian	24
3.2 Desain Penelitian.....	24
3.3 Analisis Tahapan Penelitian.....	26
BAB IV 28HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Analisis Data Load Profile Berbasis AMR	28
4.2 Identifikasi Pelanggan dengan Pola Konsumsi yang Mencurigakan	29
4.3 Analisis Jam Nyala Pelanggan untuk Mendeteksi Anomali Konsumsi.....	31
4.4 Perbandingan Load Profile Pelanggan dengan Rata-rata Konsumsi Normal	32
4.5 Identifikasi Faktor Penyebab Susut Non-Teknis	33
4.6 Efektivitas Sistem AMR dalam Mendeteksi dan Mengurangi Susut Non-Teknis.....	37
4.7 Dampak Pengurangan Susut Non-Teknis terhadap PLN ULP Taliwang ...	42
4.8 Strategi Optimalisasi Pengurangan Susut Non-Teknis Berbasis Data AMR	46
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55

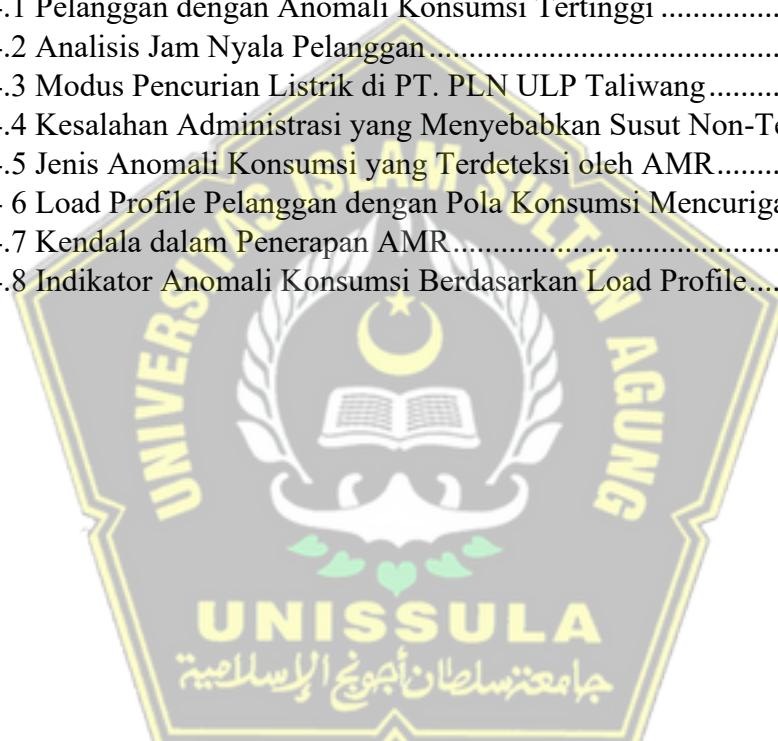
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan Load Profile.....	10
Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem AMR.....	14
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	25
Gambar 4. 1 Pola Konsumsi Energi Rata-rata Pelanggan per Jam	29
Gambar 4. 2 Perbandingan Load Profile Pelanggan Terpilih	32
Gambar 4. 3 Perbandingan Akurasi Pengukuran antara Meteran Usang dan Baru	35
Gambar 4. 4 Perbandingan Susut Non-Teknis Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR.....	40
Gambar 4. 5 Perbandingan Susut Non-Teknis Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR.....	43
Gambar 4. 6 Perbandingan Pendapatan PLN Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR.....	44



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pelanggan dengan Anomali Konsumsi Tertinggi	30
Tabel 4.2 Analisis Jam Nyala Pelanggan.....	31
Tabel 4.3 Modus Pencurian Listrik di PT. PLN ULP Taliwang.....	34
Tabel 4.4 Kesalahan Administrasi yang Menyebabkan Susut Non-Teknis	36
Tabel 4.5 Jenis Anomali Konsumsi yang Terdeteksi oleh AMR.....	39
Tabel 4.6 Load Profile Pelanggan dengan Pola Konsumsi Mencurigakan.....	39
Tabel 4.7 Kendala dalam Penerapan AMR.....	41
Tabel 4.8 Indikator Anomali Konsumsi Berdasarkan Load Profile.....	47



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Latar belakang analisis penurunan susut non-teknis pada pelanggan potensial PT. PLN (Persero) ULP Taliwang menjadi sangat relevan di tengah tantangan yang dihadapi oleh perusahaan dalam pengelolaan distribusi energi listrik yang efisien. Susut non-teknis, yang meliputi kehilangan energi akibat pencurian, kesalahan dalam pengukuran, dan ketidakakuratan dalam administrasi, dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap pendapatan dan keberlanjutan operasional perusahaan. Menurut laporan dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), tingkat kehilangan energi listrik di Indonesia masih cukup tinggi, dengan sebagian besar disebabkan oleh faktor non-teknis (Kementerian ESDM, 2023). Dalam konteks ini, penerapan metode analisis load profile berbasis Automatic Meter Reading (AMR) menjadi solusi yang sangat penting. Teknologi AMR memungkinkan pengumpulan data konsumsi listrik secara real-time, sehingga memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai perilaku pelanggan dan pola konsumsi energi.

PLN menggunakan alat yang disebut kWh meter untuk mendistribusikan energi listrik ke pelanggan. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur jumlah energi yang digunakan pelanggan. Untuk kWh meter 3 phasa sendiri, biasanya menggunakan meter elektronik yang melakukan pembacaan jarak jauh melalui media komunikasi, yang juga dikenal sebagai sistem pembacaan meter otomatis (AMR).

Sistem Automatic Meter Reading (AMR) memiliki kemampuan untuk mengukur data dan menyimpannya ke dalam database. dimana data ini dapat digunakan untuk menganalisa, menghitung besar pemakaian, dan menghitung histori transaksi, serta menyelesaikan masalah susut atau kehilangan energi PLN. Susut energi listrik dapat terjadi di berbagai bagian jaringan, mulai dari pembangkitan, transmisi, hingga distribusi kepada konsumen. Susut teknis, atau kehilangan teknis, adalah kehilangan energi listrik selama perjalanan dari saluran transmisi ke saluran distribusi. Sebaliknya, kehilangan non-teknis, atau kehilangan non-teknis, adalah kehilangan energi listrik karena masalah yang terkait dengan pengukuran.

Untuk memudahkan dalam menekan susut non teknis, salah satu cara yang dapat dilakukan pada pelanggan AMR yaitu dengan mengelompokkan berdasarkan jam nyala pelanggan tersebut. Dimana jam nyala sendiri ialah perbandingan antara pemakaian energi listrik dalam satuan kWh dengan daya yang terpasang dalam satuan kVA. Adapun kategori jam nyala normal adalah 40 jam hingga 720 jam dalam sebulan. Jika kurang atau lebih dari itu maka perlu dilakukan pemantauan lebih lanjut, yaitu dengan melakukan pemantauan atau menganalisa pemakaian berdasarkan parameter *Load Profile* yang ada. Oleh karena itu, perlu dilakukannya analisa atau penelitian dengan menggunakan jam nyala serta parameter *Load Profile*. Sehingga jika terjadi penyimpangan pada pengukuran dapat diketahui lebih cepat, dan kerugian akibat potensi kWh yang tidak terukur dapat ditekan. Dalam hal ini dapat memudahkan PLN dalam menentukan target operasi untuk dilakukan pengecekan dan perbaikan.

Dengan menggunakan data yang dihasilkan oleh sistem AMR, PT. PLN dapat melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap pola penggunaan energi oleh pelanggan, mengidentifikasi titik-titik rawan kehilangan, serta merumuskan strategi yang tepat untuk mengurangi susut non-teknis.Penerapan teknologi AMR tidak hanya meningkatkan akurasi pengukuran, tetapi juga memberikan kemampuan untuk mendeteksi pencurian listrik secara lebih efektif, sehingga mengurangi tingkat kehilangan energi (Sari et al. 2022).Penerapan sistem

manajemen energi berbasis data analitik dapat meningkatkan efisiensi operasional dan pengelolaan risiko yang terkait dengan susut non-teknis (Rahman et al. 2023).

Melalui pendekatan berbasis AMR, PT. PLN ULP Taliwang diharapkan dapat meningkatkan kinerja layanan energi listriknya, serta memberikan kontribusi positif terhadap pengurangan susut non-teknis. Hal ini sejalan dengan upaya pemerintah untuk meningkatkan akses dan kualitas layanan energi di seluruh Indonesia, serta mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang bagaimana analisis load profile berbasis AMR dapat membantu PT. PLN ULP Taliwang dalam mengatasi masalah susut non-teknis dan meningkatkan kinerja layanan energi listrik. Dalam hal ini PT. PLN ULP Taliwang mengalami masalah susut non teknis sebesar 10-15% setiap bulannya maka dari itu diharapkan setelah adanya implementasi penerapan AMR susut non teknis yang ada di PT. PLN ULP Taiwang bisa menurun dan bisa meningkatkan efisiensi operasional, pendapatan, dan kualitas layanan dari PLN.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, terdapat beberapa perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apa faktor utama yang menyebabkan susut non-teknis di PT. PLN ULP Taliwang?
2. Seberapa efektif teknologi Automatic Meter Reading (AMR) dalam mendeteksi dan mengurangi susut non-teknis?
3. Bagaimana dampak pengurangan susut non-teknis terhadap efisiensi operasional dan pendapatan PT. PLN ULP Taliwang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dengan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi faktor utama penyebab susut non-teknis pada PT. PLN ULP Taliwang.

2. Mengevaluasi efektivitas sistem AMR dalam meningkatkan akurasi pengukuran dan mendeteksi pencurian energi.
3. Menganalisis dampak ekonomi dari pengurangan susut non-teknis terhadap pendapatan perusahaan.
4. Menyusun rekomendasi berbasis data untuk mengoptimalkan strategi pengurangan susut non-teknis dengan memanfaatkan analisis load profile.

1.4 Batasan Masalah

Agar dalam penulisan tugas akhir ini dapat mencapai sasaran dan tujuan yang diharapkan, maka penulis membatasi pembahasan yaitu pada:

1. **Fokus Susut Non-Teknis:**

Penelitian ini hanya membahas kehilangan energi non-teknis akibat pencurian, kesalahan pengukuran, dan ketidakakuratan pencatatan data pada pelanggan PT. PLN ULP Taliwang.

2. **Cakupan Teknologi:**

Analisis terbatas pada penggunaan teknologi Automatic Meter Reading (AMR) untuk pengumpulan data konsumsi energi dan analisis pola konsumsi pelanggan.

3. **Wilayah Penelitian:**

Penelitian difokuskan pada pelanggan potensial di wilayah PT. PLN ULP Taliwang dan tidak mencakup area lain.

4. **Parameter Analisis:**

Data yang digunakan berasal dari sistem AMR, dengan fokus pada load profile dan deteksi pola konsumsi pelanggan yang mencurigakan.

1.5 Rancangan Penilitian

Rancangan Penelitian yang digunakan pada penurunan susut non teknis ini adalah:

1. Studi Literatur yang menunjang dan yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas.
2. Penelitian di PT. PLN ULP Taliwang Serpong untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyimpangan penggunaan listrik

3. Menganalisis pola penggunaan energi listrik melalui load profile berbasis AMR.
4. Pengumpulan data yang berhubungan dengan topik yang dibahas
5. Konsultasi dilakukan guna memperoleh informasi tentang materi yang dibahasdengan Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan Laporan Tugas Akhir ini, disusun menjadi 5 bab berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dantujuan, batasan masalah, rancangan penelitian, dan sistematika penulisanlaporan.

b. BAB II LANDASAN TEORI

Berisi uraian umum tentang teori yang berkaitan langsung dari sistem yang akan dikaji.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menguraikan cara pengambilan dan pengolahan data denganmenggunakan alat-alat analisis yang ada yang selanjutnya diolah menjadiinformasi yang akan dibahas pada bagian analisis.Pengumpulan data yang berhubungan dengan topik yang dibahas.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang keterkaitan antar faktor-faktor dari data yang diperolehdari masalah yang diajukan kemudian menyelesaikan masalah tersebut denganmetode yang diajukan dan menganalisa proses dari hasil penyelesaian masalah.

e. BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari semua yang telah ditulis sebelumnya mulai daribatasan masalah, teori dasar pendukung hingga pada analisa yang telah dikaji.

Ditambahkan juga saran guna memperbaiki sistem menjadi lebih baik dari sebelumnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam pengelolaan energi listrik, susut non-teknis merupakan isu yang signifikan bagi perusahaan penyedia listrik seperti PT. PLN (Persero). Susut non-teknis mengacu pada kehilangan energi yang tidak dapat dijelaskan oleh faktor teknis, dan sering kali disebabkan oleh pencurian energi, kesalahan dalam pencatatan, serta ketidakakuratan dalam sistem pengukuran. Menurut penelitian oleh Susanto et al. (2023), faktor-faktor ini dapat menyebabkan kerugian finansial yang substansial bagi perusahaan, sehingga diperlukan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan mengurangi susut tersebut.

Salah satu metode yang efektif untuk mengatasi masalah ini adalah dengan memanfaatkan teknologi Automatic Meter Reading (AMR). AMR memungkinkan pengumpulan data konsumsi energi secara real-time, yang tidak hanya meningkatkan akurasi pengukuran tetapi juga memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pola penggunaan energi pelanggan. Penelitian oleh Wibowo dan Adi (2023) menunjukkan bahwa analisis load profile berbasis AMR dapat membantu dalam mendeteksi ketidakwajaran dalam pola konsumsi yang mungkin mengindikasikan adanya pencurian atau kesalahan administrasi. Dengan data yang

akurat, PT. PLN dapat merumuskan strategi yang lebih efektif untuk mengurangi susut non-teknis.

Lebih lanjut, analisis yang dilakukan oleh Rahman dan Ismail (2024) menekankan pentingnya integrasi teknologi informasi dalam proses pengelolaan energi. Mereka menemukan bahwa penggunaan platform analitik berbasis AMR tidak hanya membantu dalam mendeteksi anomali tetapi juga memungkinkan perusahaan untuk melakukan prediksi dan penyesuaian yang diperlukan dalam manajemen beban. Hal ini dapat mengarah pada pengurangan yang signifikan dalam tingkat susut non-teknis serta peningkatan efisiensi operasional. Dengan pendekatan ini, PT. PLN ULP Taliwang diharapkan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan memaksimalkan pendapatan yang dihasilkan.

2.2 Susut Non Teknis

Sedangkan susut non teknis merupakan susut yang disebabkan oleh pemakaian energi listrik baik oleh pelanggan maupun non pelanggan yang tidak terhitung karena tidak tercatat pada penjualan (Putra, 2022). Susut non teknis dapat disebabkan oleh ketidakakuratan kwh meter dalam melakukan pencatatan pemakaian energi listrik(Desmira, e,t al 2023). Selain itu susut non teknis juga dapat disebabkan oleh adanya pelanggaran penggunaan energi listrik atau pencurian energi listrik baik oleh pelanggan maupun non pelanggan(Daniel, 2023). Pada sistem distribusi, pencurian listrik sangat banyak modusnya salah satunya menggunakan peralatan khusus untuk mempengaruhi pengukuran kwh meter (fauzie, 2021).

Susut non-teknis dalam distribusi energi listrik merujuk pada kehilangan energi yang tidak dapat dijelaskan melalui faktor teknis, seperti kerugian dalam konduktor atau peralatan. Penyebab utama susut non-teknis meliputi pencurian energi, kesalahan dalam pengukuran, dan kelemahan dalam sistem administrasi. Pencurian energi, misalnya, sering terjadi pada pelanggan yang memanipulasi meteran listrik atau menggunakan sambungan ilegal. Selain itu, ketidakakuratan dalam pengukuran dapat disebabkan oleh perangkat meteran yang usang atau tidak terkalibrasi dengan baik.Pengimplementasian teknologi Automatic Meter Reading (AMR) dapat secara signifikan mengurangi susut non-teknis dengan meningkatkan

akurasi pengukuran dan memudahkan deteksi anomali dalam pola konsumsi energi (Sari et al. 2022). Dengan memanfaatkan analisis load profile yang dihasilkan oleh sistem AMR, perusahaan penyedia listrik seperti PT. PLN (Persero) dapat mengidentifikasi pola konsumsi yang mencurigakan dan mengambil langkah-langkah proaktif untuk memitigasi kerugian tersebut.

Salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mengurangi susut non-teknis adalah dengan menggunakan teknologi Automatic Meter Reading (AMR). Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data konsumsi energi secara otomatis dan real-time, sehingga meminimalkan kesalahan pengukuran yang sering terjadi pada metode manual. Dengan analisis load profile yang dihasilkan dari data AMR, PT. PLN dapat melakukan identifikasi pola konsumsi yang mencurigakan dan melakukan tindakan preventif yang tepat. Penerapan AMR tidak hanya meningkatkan akurasi pengukuran, tetapi juga memungkinkan perusahaan untuk melakukan analisis lebih mendalam terhadap perilaku konsumsi energi pelanggan (Nugroho dan Santoso 2023).

Analisis load profile dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pola penggunaan energi oleh pelanggan, termasuk puncak konsumsi dan periode rendah. Dengan informasi ini, PT. PLN dapat mengidentifikasi pelanggan yang berpotensi melakukan pencurian energi atau yang memiliki pola konsumsi yang tidak wajar. Penelitian oleh Lestari et al. (2023) menunjukkan bahwa dengan menganalisis load profile, perusahaan dapat mengembangkan strategi penegakan hukum yang lebih efektif dan meningkatkan kesadaran pelanggan tentang penggunaan energi yang bertanggung jawab.

Implementasi sistem AMR diharapkan dapat mengurangi biaya operasional yang terkait dengan pengukuran manual dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan jaringan distribusi. Selain itu, dengan data yang lebih akurat, PT. PLN dapat merumuskan kebijakan tarif yang lebih adil dan transparan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kepuasan pelanggan. Penelitian oleh Ramadhan et al. (2023) menunjukkan bahwa pelanggan yang merasa puas dengan layanan yang diberikan cenderung lebih patuh terhadap peraturan dan tidak melakukan pencurian energi.

2.3 Pentingnya Pengelolaan Energi

Pengelolaan energi yang efektif merupakan aspek krusial dalam upaya mengurangi susut non-teknis pada perusahaan penyedia listrik seperti PT. PLN (Persero) ULP Taliwang. Susut non-teknis, yang mencakup kehilangan energi akibat pencurian, kesalahan pengukuran, dan ketidakakuratan dalam sistem distribusi, dapat mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan dan mengganggu keandalan pasokan listrik. Dalam era digital saat ini, penerapan teknologi canggih seperti Automatic Meter Reading (AMR) menjadi sangat penting. AMR memungkinkan pengukuran konsumsi energi secara otomatis dan real-time, yang tidak hanya meningkatkan akurasi pengukuran tetapi juga mempermudah identifikasi pola penggunaan energi yang mencurigakan.

Penerapan sistem AMR di daerah dengan tingkat pencurian energi yang tinggi dapat mengurangi susut non-teknis hingga 30% (Prasetyo et al. 2023). Dengan data yang lebih akurat, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah proaktif untuk menangani masalah pencurian energi dan memperbaiki sistem distribusi. Selain itu, pengelolaan energi yang berbasis data juga dapat membantu dalam perencanaan kapasitas dan pengembangan infrastruktur yang lebih baik, sehingga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Lebih jauh lagi, pengelolaan energi yang baik tidak hanya menguntungkan perusahaan, tetapi juga memberikan dampak positif bagi masyarakat. Dengan mengurangi susut non-teknis, perusahaan dapat meningkatkan pendapatan yang dapat digunakan untuk investasi dalam proyek-proyek keberlanjutan dan pengembangan energi terbarukan. Hal ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan yang mengedepankan efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon. Pentingnya integrasi teknologi dan kebijakan pengelolaan energi yang holistik untuk mencapai target keberlanjutan, serta mengurangi dampak lingkungan dari sektor energi (Santoso et al. 2023).

Dengan demikian, pengelolaan energi yang baik menjadi fundamental dalam memastikan keberlanjutan operasional perusahaan penyedia listrik, serta memberikan kontribusi positif terhadap masyarakat dan lingkungan. Melalui penerapan teknologi yang tepat dan kebijakan yang mendukung, PT. PLN (Persero)

ULP Taliwang dapat mengoptimalkan pengelolaan energi dan mengurangi susut non-teknis secara efektif.

2.4 Analisa Load Profile

Analisis load profile merupakan komponen penting dalam pengelolaan energi yang memungkinkan penyedia layanan listrik untuk mengidentifikasi dan memahami pola konsumsi energi oleh pelanggan. Load profile merepresentasikan variasi konsumsi energi dalam jangka waktu tertentu, seperti harian, mingguan, atau bulanan, yang berfungsi sebagai dasar untuk analisis efisiensi operasional dan optimalisasi sistem distribusi energi (Khatib et al., 2022). Dengan menggunakan teknologi Automatic Meter Reading (AMR), data konsumsi energi dapat dikumpulkan secara otomatis dan real-time, yang memberikan akurasi tinggi dalam memantau perilaku penggunaan energi oleh pelanggan (Fadaei, Shafie-khah, & Zare, 2020).

Analisis ini sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi pola konsumsi energi yang tidak biasa atau menyimpang, yang sering kali menjadi indikasi adanya pencurian listrik atau kesalahan dalam pengukuran meteran (Alavi & Khosravi, 2021). Selain itu, analisis load profile juga mendukung pengambilan keputusan strategis dalam manajemen energi dengan mengungkap waktu puncak konsumsi dan periode penggunaan yang rendah. Hal ini memungkinkan perusahaan listrik untuk menyesuaikan kapasitas jaringan dan meningkatkan efisiensi distribusi energi secara keseluruhan (Rahman, Nasution, & Santoso, 2023).

Dengan memanfaatkan data historis dari load profile, perusahaan dapat memperkirakan permintaan energi di masa depan dan mengintegrasikan sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, ke dalam jaringan distribusi (Fadaei et al., 2020). Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan perusahaan untuk menawarkan program insentif dan tarif yang disesuaikan guna mendorong pelanggan mengurangi konsumsi energi pada jam-jam puncak (Prasetyo & Wibowo, 2023). Oleh karena itu, analisis load profile tidak hanya berperan dalam meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga dalam mendukung keberlanjutan dan pengelolaan sumber daya energi secara optimal.



Gambar 2. 1 Tampilan Load Profile

Analisis load profile memainkan peran yang sangat penting dalam perencanaan kapasitas dan manajemen energi. Pemahaman mendalam mengenai pola konsumsi energi tidak hanya memberikan wawasan tentang waktu dan lokasi permintaan puncak energi, tetapi juga memungkinkan perusahaan untuk merencanakan kapasitas pembangkit yang lebih efisien (Alavi & Khosravi, 2021). Dengan mengetahui periode-periode dengan permintaan tertinggi, penyedia listrik dapat mengalokasikan sumber daya dengan lebih baik, meminimalkan pemborosan, dan mengurangi biaya operasional. Hal ini sangat penting bagi sektor industri dan komersial, di mana fluktuasi beban sering kali lebih besar dan beragam. Analisis yang cermat atas load profile memberikan dasar untuk merancang strategi penghematan energi yang lebih efektif, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

Selain itu, dengan meningkatnya perhatian terhadap keberlanjutan, analisis load profile menjadi kunci dalam mengintegrasikan sumber energi terbarukan, yang sering kali bersifat intermiten, seperti tenaga surya dan angin. Pengetahuan yang lebih baik tentang pola konsumsi energi memungkinkan penyedia listrik untuk lebih optimal dalam memanfaatkan energi terbarukan tersebut (Fadaei et al., 2020). Dalam hal ini, analisis load profile yang dikombinasikan dengan model prediksi cuaca dapat membantu merencanakan penggunaan energi terbarukan dengan cara

yang lebih efektif. Strategi ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, yang mendukung tujuan keberlanjutan global.

Dari perspektif pengalaman pelanggan, analisis load profile juga memberikan manfaat signifikan. Dengan memahami kebiasaan konsumsi energi pelanggan, perusahaan dapat merancang program tarif yang lebih fleksibel serta memberikan insentif bagi pelanggan untuk menggunakan energi pada jam-jam di luar puncak (Rahman et al., 2023). Hal ini tidak hanya membantu pelanggan menghemat biaya energi, tetapi juga mengurangi beban pada sistem distribusi listrik saat permintaan puncak. Dengan demikian, perusahaan dapat menciptakan ekosistem yang saling menguntungkan: pelanggan mendapat manfaat dari penghematan biaya, sementara penyedia listrik dapat menjaga stabilitas dan efisiensi operasional jaringan mereka.

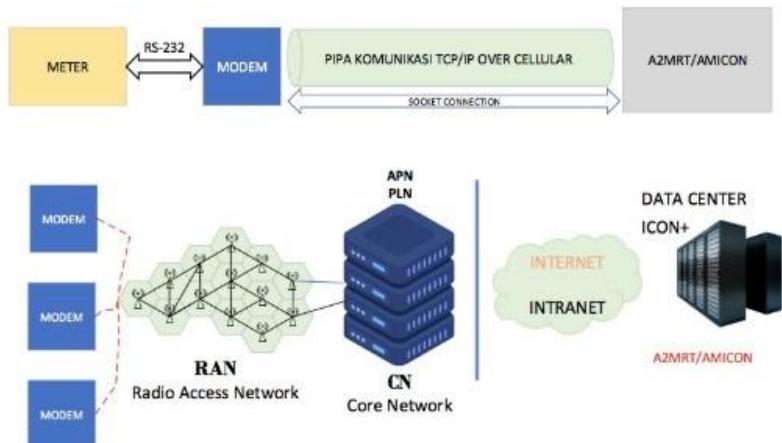
Secara keseluruhan, analisis load profile bukan hanya sekadar alat dalam pengelolaan energi, tetapi juga fondasi untuk menciptakan solusi berbasis data yang meningkatkan efisiensi operasional, mendukung inisiatif keberlanjutan, dan memperbaiki pengalaman pelanggan. Dengan pendekatan yang tepat, perusahaan penyedia listrik dapat merencanakan masa depan yang lebih efisien, terbarukan, dan berkelanjutan.

2.5 Sistem Automatic Meter Reading (AMR)

Sistem pembacaan meter terkendali jarak jauh, yang dikenal dengan istilah *Automatic Meter Reading* (AMR), telah diimplementasikan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi dalam pengukuran konsumsi energi oleh pelanggan. AMR adalah sistem yang memungkinkan pembacaan meter dilakukan secara otomatis tanpa perlu intervensi manual, sehingga mengurangi potensi kesalahan manusia dan meningkatkan akurasi pengukuran. Pada tahap awal, sistem AMR ini dirancang untuk pelanggan pasca bayar dengan metode pengukuran baik langsung maupun tidak langsung, sehingga mempermudah proses pembacaan untuk berbagai jenis pelanggan. Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem AMR ini mengalami peningkatan fungsi, di mana kini dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan kontrol jarak jauh. Pengembangan ini membuka jalan bagi sistem metering yang lebih canggih dengan

kemampuan komunikasi dua arah, yang memungkinkan pemantauan dan pengaturan dari pusat data secara real-time (Bajpai & Pati, 2019; Zhao & Wang, 2020). Teknologi komunikasi dua arah ini menjadikan sistem AMR tidak hanya berfungsi untuk pembacaan meter, tetapi juga untuk mengontrol dan mengelola aliran energi dengan lebih efisien, mengurangi downtime, dan meningkatkan respons terhadap gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi listrik.

Konfigurasi dari sistem AMR yang telah diterapkan di PLN menggunakan *Meter Data Management System* (MDMS), yang terhubung langsung dengan meter yang ada di lapangan. MDMS berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang mengumpulkan informasi dari meter-meter yang ada, yang kemudian diproses dan dianalisis untuk menghasilkan data konsumsi energi yang akurat dan terkini. Sistem ini memastikan bahwa data yang diterima oleh PLN adalah data yang terpercaya, memungkinkan perusahaan untuk melakukan pemantauan dan analisis lebih baik mengenai pola konsumsi energi pelanggan (Chen & Li, 2021). Selain itu, sistem AMR ini juga mendukung integrasi berbagai aplikasi dan teknologi lain yang dapat meningkatkan kualitas layanan, seperti penagihan otomatis dan pemantauan kualitas energi secara real-time. Penerapan sistem AMR ini menjadi bagian penting dalam transformasi digital yang sedang berlangsung di PLN. Dengan adanya sistem ini, PLN dapat mengelola konsumsi energi secara lebih efisien, meningkatkan akurasi dalam penagihan, serta mempercepat respons terhadap masalah yang timbul dalam jaringan distribusi (Al-Mamun & Uddin, 2020; Sadeghi & Armaghani, 2021). Dalam hal ini, AMR bukan hanya berfungsi sebagai sistem pembacaan meter, tetapi juga sebagai bagian integral dari ekosistem manajemen energi yang lebih modern dan pintar.



Gambar 2. 2 Konfigurasi Sistem AMR

Pengembangan Sistem AMR harus menyesuaikan dengan pengembangan sistem komunikasi dua arah dan menjadi bagian yang tak terpisahkan dari sistem pengukuran dua arah, sehingga untuk selanjutnya disebut “Sistem Metering dengan Komunikasi Dua Arah”. (PT.PLN (Persero), 2021) Pada AMR sendiri memiliki beberapa parameter yang umumnya dipakai untuk menganalisa, menghitung, serta memantau pemakaian energi listrik pelanggan, yaitu parameter *Load Profile*, *Instantaneous*, dan parameter lainnya. Sebelum dapat dibaca oleh sistem, parameter-parameter tersebut haruslah didefinisikan terlebih dahulu di meter elektronik, sehingga data yang diinginkan dapat tersimpan pada meter.

2.5.1 Fungsi -fungsi *Automatic Meter Reading* (AMR)

Ada beberapa fungsi penting yang dapat dilakukan dengan menggunakan sistem *Automatic Meter Reading* (AMR), diantaranya yaitu:

1. Untuk memantau (memonitor), dan mendownload data *real time* atau periodik dari meter elektronik yang terpasang di lapangan secara otomatis.
2. Menyimpan semua data pengukuran yang ada di meter elektronik.
3. Untuk menampilkan data-data untuk keperluan analisa misalnya tegangan, arus, daya aktif/reaktif, *Load Profile*, sudut fasa, frekuensi dan lain-lain.

4. Melacak kelainan-kelainan pada sistem peralatan pendukung (*Current Transformer* dan *Potensial Transformer*), baik pada sisi pengawatan maupun software pendukung perhitungan yang ada pada meter elektronik.

2.5.2 Perangkat Keras Sistem *Automatic Meter Reading* (AMR)

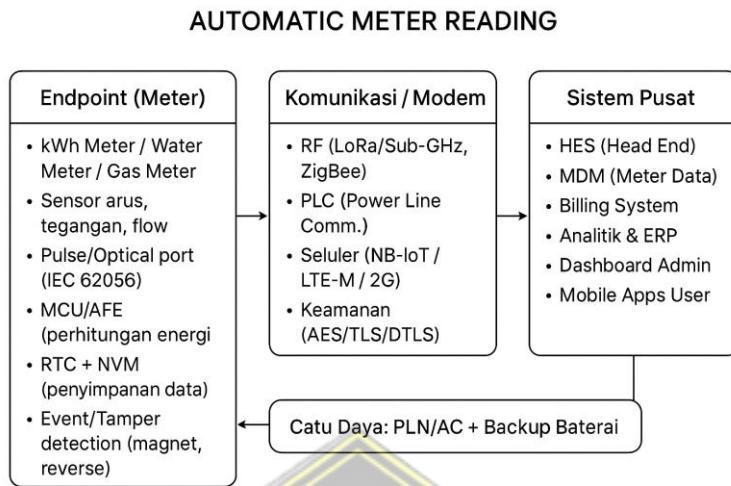
Perangkat keras dari sistem AMR ini merupakan kompliasi sejumlah alat yang terhubung ke meter elektronik yang berfungsi mendukung kinerja dari sistem AMR sehingga dapat bekerja sebagaimana yang ditentukan.

2.5.3 Server *Automatic Meter Reading* (AMR) atau Pusat Kendali

Server AMR adalah bagian perangkat keras dari sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) yang berfungsi mengumpulkan, dan menyimpan data-data yang dibaca dari setiap meter elektronik yang terpasang, (Heriyanto, 2016). Selain itu, pada perangkat ini juga dilengkapi oleh modem yang berfungsi mengumpulkan dan menyimpan data-data penggunaan listrik dari meter elektronik sebagai sistem cadangan secara replikasi ke *database backup* yang digunakan untuk keperluan *billing*, dan *Load Profile* pelanggan.

2.5.4 Blog Diagram AMR

Ini adalah diagram blok komponen modem AMR:



Gambar 2. 3 Blog Diagram AMR

2.5.5 Bagian- Bagian Komponen dari AMR

1 Fungsi -fungsi *Automatic Meter Reading* (AMR)

Ada beberapa fungsi penting yang dapat dilakukan dengan menggunakan sistem *Automatic Meter Reading* (AMR), diantaranya yaitu:

1. Untuk memantau (memonitor), dan mendownload data *real time* atau periodik dari meter elektronik yang terpasang di lapangan secara otomatis.
2. Menyimpan semua data pengukuran yang ada di meter elektronik.
3. Untuk menampilkan data-data untuk keperluan analisa misalnya tegangan, arus, daya aktif/reaktif, *Load Profile*, sudut fasa, frekuensi dan lain-lain.
4. Melacak kelainan-kelainan pada sistem peralatan pendukung (*Current Transformer* dan *Potensial Transformer*), baik pada sisi pengawatan maupun software pendukung perhitungan yang ada pada meter elektronik.

2.6 Hubungan antara AMR dan Analisa Load Profile

Analisis penurunan susut non-teknis merupakan isu krusial yang dihadapi oleh perusahaan penyedia listrik, termasuk PT. PLN (PERSERO). Susut non-teknis, yang sering kali disebabkan oleh faktor-faktor seperti pencurian listrik, kesalahan pengukuran, dan ketidakakuratan data, dapat mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan bagi perusahaan. Dalam upaya untuk meminimalkan

kerugian ini, salah satu metode yang terbukti efektif adalah analisis load profile berbasis Automatic Meter Reading (AMR). Teknologi AMR memungkinkan pengumpulan data konsumsi energi secara real-time dan akurat, memberikan wawasan mendalam tentang pola perilaku pelanggan.

Data yang diperoleh dari sistem AMR sangat berharga dalam menyusun profil beban pelanggan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mulyani et al. (2021), informasi yang diperoleh dari AMR dapat digunakan untuk membuat analisis yang lebih terperinci mengenai variasi konsumsi energi selama periode tertentu. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang pola penggunaan energi, perusahaan dapat mengidentifikasi pelanggan yang memiliki pola konsumsi yang tidak biasa, yang sering kali menjadi indikator adanya penyimpangan, seperti pencurian listrik. Misalnya, jika data menunjukkan bahwa seorang pelanggan menggunakan energi jauh lebih banyak daripada yang diharapkan untuk jenis usaha atau rumah tangga tertentu, ini dapat menjadi sinyal untuk melakukan investigasi lebih lanjut.

Lebih lanjut, analisis load profile yang didukung oleh data AMR memungkinkan PT. PLN untuk merancang strategi mitigasi yang lebih tepat sasaran. Penelitian oleh Sari dan Rauf (2020) menunjukkan bahwa dengan menganalisis data dari AMR, perusahaan dapat mengembangkan program intervensi yang lebih efektif untuk pelanggan yang berisiko tinggi mengalami susut non-teknis. Dengan mengetahui jam-jam puncak konsumsi dan pola penggunaan energi, perusahaan dapat melakukan pendekatan proaktif, seperti melakukan audit energi atau sosialisasi mengenai penggunaan listrik yang efisien kepada pelanggan. Hal ini tidak hanya berpotensi mengurangi susut non-teknis tetapi juga meningkatkan kesadaran pelanggan tentang pentingnya pengelolaan energi yang baik.

Selain itu, integrasi AMR dengan analisis load profile juga dapat membantu dalam perencanaan dan pengembangan infrastruktur kelistrikan. Dengan data yang akurat dan terkini, PT. PLN dapat melakukan perencanaan yang lebih baik terkait kapasitas jaringan, pengembangan infrastruktur, dan

pemeliharaan sistem. Data dari AMR dapat digunakan untuk mengidentifikasi area dengan permintaan tinggi dan merencanakan peningkatan kapasitas atau penambahan fasilitas yang diperlukan. Hal ini tentunya akan mendukung ketersediaan listrik yang lebih andal dan efisien bagi pelanggan.

Dalam konteks yang lebih luas, penggunaan AMR dan analisis load profile juga berkontribusi pada tujuan keberlanjutan perusahaan. Dengan mengurangi susut non-teknis, PT. PLN tidak hanya meningkatkan profitabilitas tetapi juga berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan dari pembangkitan listrik. Pengelolaan energi yang lebih efisien sejalan dengan upaya untuk mengurangi emisi karbon dan mendukung transisi menuju sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Dengan demikian, hubungan antara AMR dan analisis load profile sangatlah sinergis. AMR memberikan data yang diperlukan untuk analisis yang lebih mendalam, sementara analisis load profile memungkinkan PT. PLN untuk mengoptimalkan pengelolaan energi dan meminimalkan kerugian akibat susut non-teknis. Kombinasi kedua pendekatan ini dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan layanan pelanggan, serta mendukung keberlanjutan perusahaan dalam jangka panjang. Melalui pendekatan yang komprehensif ini, PT. PLN dapat memperkuat posisinya sebagai penyedia layanan listrik yang handal dan bertanggung jawab.

Penggunaan EBT (Energi Baru dan Terbarukan) sering kali terkait dengan upaya mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil, meningkatkan keberlanjutan, dan mendukung target pengurangan emisi karbon. Dalam konteks dokumen Anda, fokus utamanya adalah efisiensi energi dan pengurangan susut non-teknis melalui teknologi seperti Automatic Meter Reading (AMR) (Heriyanto, 2020)..

Penerapan AMR tidak hanya untuk meningkatkan akurasi pengukuran energi listrik, tetapi juga menjadi langkah awal untuk mendukung pengelolaan energi yang lebih baik, termasuk integrasi sumber energi terbarukan. Melalui analisis pola konsumsi energi (load profile), PLN dapat mengidentifikasi

efisiensi distribusi dan kapasitas energi, termasuk dalam mempersiapkan infrastruktur untuk memanfaatkan energi baru seperti tenaga surya dan angin (Sadeghi & Armaghani, 2021).

2.7 Strategi Pengurangan Susut Non-Teknis

Strategi pengurangan susut non-teknis pada pelanggan potensial PT. PLN (PERSERO) ULP Taliwang memerlukan pendekatan yang komprehensif dan berbasis data, terutama melalui analisis load profile yang didukung oleh teknologi Automatic Meter Reading (AMR). Dalam konteks ini, AMR tidak hanya berfungsi sebagai alat pengukuran, tetapi juga sebagai sistem informasi yang dapat memberikan wawasan mendalam mengenai pola konsumsi listrik di kalangan pelanggan. Menurut Mulyani et al. (2021), dengan memanfaatkan data real-time yang dihasilkan oleh AMR, PT. PLN dapat mengidentifikasi pola penggunaan listrik yang tidak biasa, yang sering kali menandakan adanya praktik pencurian listrik atau kesalahan dalam pengukuran.

Melalui analisis load profile, perusahaan dapat mengelompokkan pelanggan berdasarkan karakteristik penggunaan energi mereka, sehingga memudahkan identifikasi pelanggan yang berpotensi melakukan penyimpangan. Misalnya, pelanggan dengan konsumsi yang tiba-tiba meningkat tanpa adanya penjelasan yang jelas bisa menjadi indikator adanya masalah. Dengan informasi ini, PT. PLN dapat melakukan audit energi yang lebih terfokus dan mendalam, serta memberikan perhatian khusus kepada pelanggan yang menunjukkan pola konsumsi mencurigakan.

Selain pengawasan teknis, penting juga untuk mengedukasi masyarakat mengenai dampak negatif dari pencurian listrik, baik dari segi ekonomi maupun sosial. Program sosialisasi yang dirancang dengan baik dapat membantu meningkatkan kesadaran pelanggan tentang pentingnya penggunaan listrik yang legal dan efisien. Dalam hal ini, Sari dan Rauf (2020) menekankan bahwa keterlibatan masyarakat dalam program-program edukasi dapat menciptakan lingkungan yang lebih mendukung untuk mengurangi susut non-teknis. Misalnya, PT. PLN dapat mengadakan seminar, workshop, atau kampanye media

sosial yang menyoroti risiko dan konsekuensi hukum dari pencurian listrik, serta manfaat menggunakan listrik secara sah.

Lebih lanjut, PT. PLN juga perlu menjalin kerjasama yang erat dengan pihak berwenang dan aparat keamanan untuk meningkatkan pengawasan di area yang dikenal rawan pencurian listrik. Melakukan patroli rutin dan inspeksi mendadak di lokasi-lokasi yang dianggap berisiko tinggi dapat menjadi langkah proaktif yang efektif. Penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi lintas sektor ini dapat menciptakan efek jera bagi pelaku pencurian listrik, sehingga mengurangi angka susut non-teknis secara signifikan.

Dengan mengintegrasikan teknologi, edukasi masyarakat, dan kerjasama dengan pihak berwenang, strategi pengurangan susut non-teknis di PT. PLN ULP Taliwang dapat menjadi lebih efektif dan berkelanjutan. Pendekatan holistik ini tidak hanya akan membantu dalam menurunkan angka kerugian finansial akibat susut non-teknis, tetapi juga akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap layanan listrik yang diberikan, serta menciptakan lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan ekonomi lokal.

2.8 Perangkat Keras Sistem Automatic Meter Reading (AMR)

Perangkat keras dari sistem AMR ini merupakan kompilasi sejumlah alat yang terhubung ke meter elektronik yang berfungsi mendukung kinerja dari sistem AMR sehingga dapat bekerja sebagaimana yang ditentukan.

2.8.1 Server *Automatic Meter Reading* (AMR) atau Pusat Kendali

Server AMR adalah bagian perangkat keras dari sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) yang berfungsi mengumpulkan, dan menyimpan data-data yang dibaca dari setiap meter elektronik yang terpasang, (Heriyanto, 2016). Selain itu, pada perangkat ini juga dilengkapi oleh modem yang berfungsi mengumpulkan dan menyimpan data-data penggunaan listrik dari meter elektronik sebagai sistem cadangan secara replikasi ke *database backup* yang digunakan untuk keperluan *billing*, dan *Load Profile* pelanggan.

2.8.2 Modem

Modem adalah sebuah perangkat elektronik yang terdiri dari modulator dan demodulator, dengan menggunakan catu daya tertentu berfungsi untuk menggabungkan dan memisahkan data hasil pengukuran meter elektronik dengan gelombang pembawa (sarana komunikasi) yang dipancarkan dalam bentuk gelombang radio pada frekuensi tertentu melalui sebuah antena sehingga data tersebut dapat dikirim dan diterima dari lain tempat yang berbeda. (PT PLN (Persero), 2021b)



Gambar 2. 4 Modem Merk EDMI dan WASION

Adapun beberapa perengkapan yang berkaitan dengan modem diantaranya, yaitu:

1. Antena

Antena adalah bagian dari modem yang berfungsi untuk menerima dan memancarkan gelombang radio pada frekuensi tertentu. Antena modem harus merupakan tipe *omni-directional helical* yang terbuat dari logam yang

kuat dan kokoh, dan dilindungi oleh bahan kedap air dan tahan cuaca (diberi selungkup/*coating*), serta tidak mudah patah. Antena juga harus dilengkapi dengan dudukan magnet berbentuk lingkaran.

2. Kabel daya

Modem harus dilengkapi oleh kabel daya yang digunakan untuk dihubungkan ke *port* konektor catu daya DC pada meter untuk mendapatkan sumber catu daya.

3. Kabel data

Modem harus dilengkapi oleh kabel data yang digunakan untuk dihubungkan ke meter.

4. Kartu SIM

SIM (*Subsciber Identity Module/ Subscriber Identification Module*) adalah kartu komunikasi yang berisi informasi mengenai nomor telepon, dan memori data lainnya yang termasuk ke dalam layanan komunikasi.

5. Power Adapter

Jika diperlukan, modem dapat dilengkapi dengan *power adapter* yang dapat digunakan sebagai sumber catu daya pengganti untuk modem selain dari kabel daya dari meter.(PT PLN (Persero), 2021b)



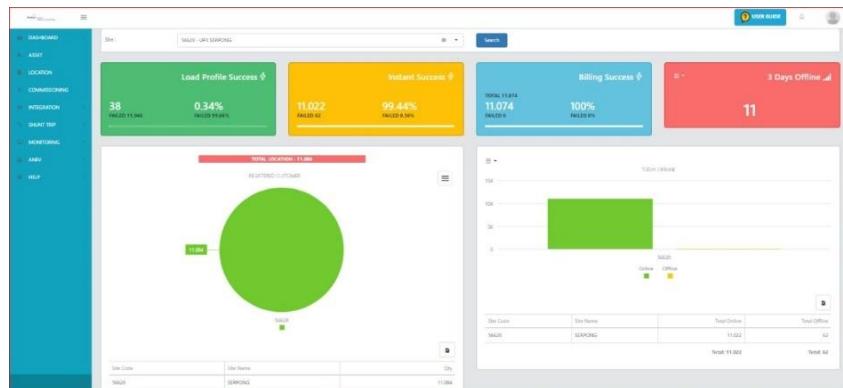
Gambar 2. 5 Perlengkapan Modem

2.9 Perangkat Lunak Sistem Automatic Meter Reading (AMR)

Perangkat lunak dari sistem AMR ini merupakan kompilasi sejumlah perintah dalam bahasa pemrograman tertentu yang berfungsi mengatur dan mengontrol modem sehingga dapat bekerja sebagaimana yang ditentukan.

2.9.1 Aplikasi AMICON

Suatu aplikasi untuk sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) terpusat yang digunakan oleh PT PLN (Persero), untuk melakukan pembacaan data dan penarikan data dari meter elektronik secara jarak jauh yang dapat dilakukan dengan menggunakan loader (PC atau Laptop). Aplikasi AMICON sendiri adalah sebuah aplikasi yang dikelola oleh salah satu anak perusahaan PLN yang bergerak pada bidang telekomunikasi yaitu ICON +. Pada aplikasi AMICON sendiri terdapat fitur-fitur yang digunakan untuk mendukung penarikan data secara jarak jauh. Pada tahap pertama dalam menjalankan sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) ini adalah dengan melakukan pengambilan Data Induk Langganan (DIL) dari AP2T, melalui fitur *Integration Costumer*, yang dilanjutkan dengan registrasi data pelanggan dan *asset*. Kemudian data-data itu digabungkan melalui fitur *comisioning*, yang dilanjutkan ke aktivasi lainnya. Kemudian untuk pemantauan pemakaian dapat dilakukan dengan menggunakan fitur *monitoring* yang didalamnya terdapat data berupa *Load Profile*, *Level of Success*, *Billing*, dan *Instant*. Serta fitur lainnya yang mendukung sistem *Automatic Meter Reading* (AMR).



Gambar 2. 6 Dashboard Aplikasi AMICON

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Untuk mendapatkan perumusan, analisis, serta pemecahan masalah, maka diperlukan proses pengumpulan data yang lengkap, detail, dan relevan. Oleh sebab itu, penelitian ini disusun menggunakan beberapa metode yaitu:

1. Studi Pustaka

Metode yang dilakukan dengan mencari literatur buku perpustakaan, skripsi terdahulu, serta jurnal ilmiah yang dapat dijadikan panduan yang sebelumnya sudah dilakukan tinjauan pustaka sehingga bisa menjadi referensi yang relevan dalam penulisan proyek akhir ini.

2. Metode Observasi

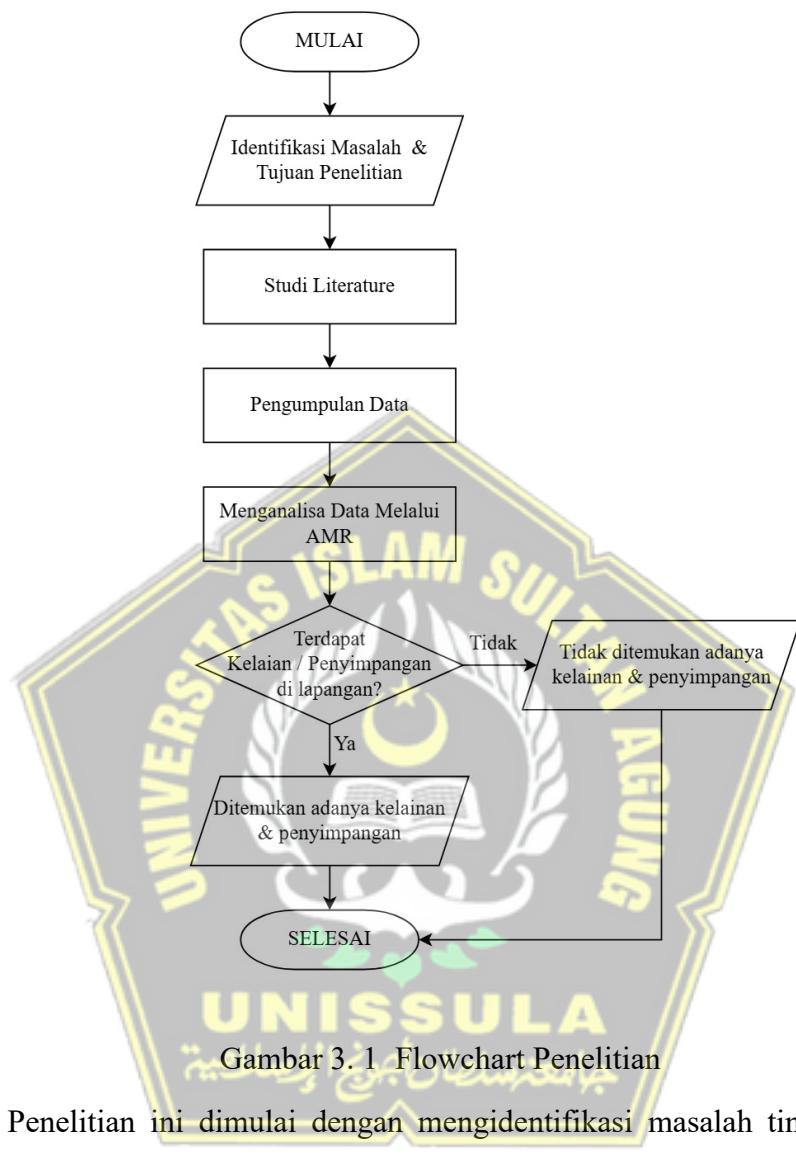
Metode yang dilakukan dengan pengambilan data dari sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) di UP3 Taliwang maupun pengamatan secara langsung di lapangan tempat penelitian.

3. Konsultasi

Konsultasi yang dilakukan dengan cara berdiskusi dengan penanggung jawab pekerjaan, supervisor, dan manager bagian transaksi energi mengenai masalah yang diteliti.

3.2 Desain Penelitian

Cara kerja dari penelitian Penurunan Susut Non Teknis dengan Metode Analisa Load Profile dan Jam Nyala Pelanggan Berbasis AMR ini dapat dilihat dalam *flowchart* pada gambar 3. berikut ini



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah tingginya susut non-teknis di wilayah ULP Taliwang dan menetapkan tujuan untuk menganalisis pola konsumsi energi berbasis teknologi Automatic Meter Reading (AMR). Setelah studi literatur dilakukan, data dikumpulkan dari load profile AMR, laporan operasional, dan observasi lapangan. Data ini dianalisis untuk mendeteksi anomalai konsumsi dan mengidentifikasi penyebab susut non-teknis, yang kemudian divalidasi melalui inspeksi lapangan. Berdasarkan temuan, dirumuskan strategi pengurangan susut non-teknis, seperti monitoring berbasis AMR dan edukasi pelanggan. Strategi diuji dan dievaluasi efektivitasnya dengan membandingkan

load profile sebelum dan sesudah implementasi. Penelitian diakhiri dengan kesimpulan dan rekomendasi untuk penerapan lebih luas.

3.3 Analisis Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan **identifikasi masalah** yang berfokus pada tingginya angka susut non-teknis di wilayah ULP Taliwang, khususnya pada pelanggan potensial yang menggunakan teknologi Automatic Meter Reading (AMR). Proses ini dilakukan dengan meninjau laporan internal PLN untuk memahami permasalahan utama, seperti pencurian listrik, kesalahan pengukuran, dan ketidakakuratan pencatatan data. Langkah ini bertujuan untuk menentukan akar masalah yang relevan, sehingga tujuan penelitian, yaitu menganalisis load profile pelanggan berbasis AMR untuk mengidentifikasi dan mengurangi susut non-teknis, dapat dirumuskan dengan jelas.

Tahap berikutnya adalah **studi literatur**, di mana berbagai referensi dikumpulkan dari jurnal ilmiah, buku, laporan internal PLN, serta studi kasus serupa. Tujuannya adalah untuk memahami teknologi AMR, analisis load profile, dan metode pengurangan susut non-teknis yang sudah diterapkan sebelumnya. Studi literatur ini juga berfungsi untuk membangun landasan teori yang kuat sekaligus mengidentifikasi celah penelitian yang dapat dijadikan peluang kontribusi oleh penelitian ini.

Proses **pengumpulan data** dilakukan dengan cara yang terstruktur untuk memastikan akurasi dan relevansi data terhadap tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi data historis konsumsi energi pelanggan dari sistem AMR, termasuk pola harian, mingguan, dan bulanan. Selain itu, laporan operasional terkait distribusi energi dan hasil observasi lapangan juga menjadi bagian dari data yang dianalisis. Observasi langsung dilakukan untuk memverifikasi keabsahan data dan mendeteksi potensi penyebab susut non-teknis yang tidak terlihat dari data digital.

Pada tahap **analisis data**, penelitian memfokuskan pada pemanfaatan data load profile pelanggan untuk mengidentifikasi pola konsumsi energi yang mencurigakan. Anomali seperti lonjakan konsumsi yang tidak wajar atau fluktuasi energi yang tidak sesuai dengan karakteristik pelanggan dianalisis dengan

menggunakan parameter dalam sistem AMR. Selain itu, hasil analisis ini juga dikaitkan dengan kemungkinan penyebab susut non-teknis, seperti pencurian energi atau kesalahan teknis pada sistem pencatatan.

Hasil analisis kemudian divalidasi melalui **temuan lapangan**. Validasi dilakukan dengan inspeksi langsung terhadap pelanggan yang terindikasi memiliki pola konsumsi mencurigakan. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa temuan dari analisis load profile benar-benar mencerminkan kondisi di lapangan. Kolaborasi dengan pihak internal PLN dilakukan untuk mengkonfirmasi dugaan anomali dan mendukung keabsahan data.

Berdasarkan hasil validasi, **strategi pengurangan susut non-teknis** dirumuskan dengan pendekatan berbasis data. Strategi ini mencakup peningkatan monitoring pelanggan berbasis AMR, prioritas inspeksi terhadap pelanggan dengan tingkat anomali tinggi, serta edukasi kepada pelanggan tentang pentingnya penggunaan energi secara legal dan efisien. Langkah implementasi strategi ini dirancang agar dapat berjalan secara efektif, termasuk pelatihan teknis kepada tim lapangan dan kebijakan insentif bagi pelanggan yang patuh.

Tahap berikutnya adalah **implementasi strategi dan evaluasi**. Strategi yang telah dirumuskan diuji coba pada kelompok pelanggan tertentu di wilayah ULP Taliwang. Selama periode evaluasi, perubahan pola konsumsi energi diamati melalui load profile pelanggan. Data sebelum dan sesudah implementasi strategi dibandingkan untuk menilai efektivitas pendekatan yang diterapkan dalam mengurangi susut non-teknis.

Penelitian ini ditutup dengan **kesimpulan dan rekomendasi**. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis, validasi, dan evaluasi strategi, khususnya terkait efektivitas metode analisis load profile berbasis AMR dalam menurunkan susut non-teknis. Rekomendasi diberikan untuk penerapan strategi secara lebih luas di wilayah kerja PT. PLN ULP Taliwang dan area lain yang menghadapi masalah serupa. Dengan pendekatan berbasis data yang sistematis, penelitian ini diharapkan memberikan solusi yang relevan, mendukung efisiensi operasional, dan meningkatkan keandalan distribusi energi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Load Profile Berbasis AMR

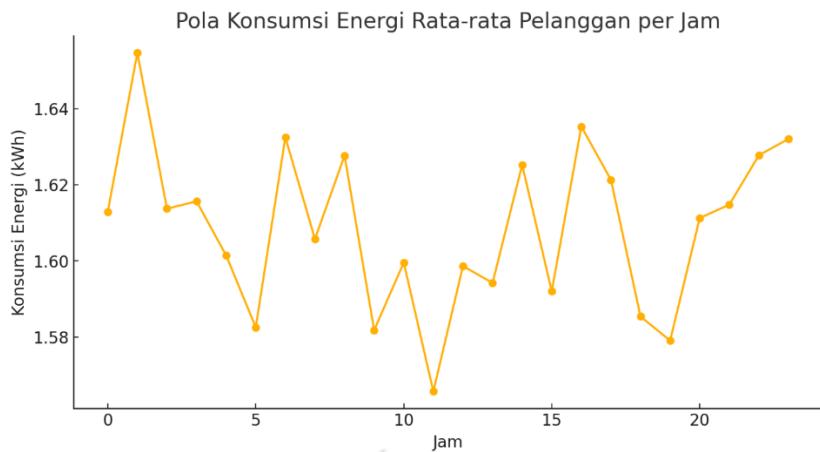
4.1.1 Proses Pengumpulan Data Konsumsi Energi Pelanggan dari Sistem AMR

Dalam penelitian ini, data konsumsi listrik pelanggan dikumpulkan menggunakan Automatic Meter Reading (AMR), yaitu sistem otomatis yang memungkinkan pengukuran listrik tanpa intervensi manual. Sistem ini mencatat konsumsi listrik pelanggan setiap jam, memberikan data yang lebih akurat dan real-time. Data yang dikumpulkan mencakup konsumsi energi dalam kilowatt-hour (kWh), tegangan listrik dalam Volt (V), dan arus listrik dalam Ampere (A). Dengan teknologi ini, PLN dapat lebih mudah mengidentifikasi pola konsumsi listrik pelanggan dan mendeteksi kemungkinan anomali atau penyalahgunaan listrik.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini mencakup 100 pelanggan potensial di PT. PLN ULP Taliwang selama 30 hari, dengan total lebih dari 72.000 titik data ($100 \text{ pelanggan} \times 30 \text{ hari} \times 24 \text{ jam}$). Data ini mencerminkan pola konsumsi listrik pelanggan serta memungkinkan analisis yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi potensi kehilangan energi akibat susut non-teknis, seperti pencurian listrik dan bypass meter.

4.1.2 Pola Konsumsi Listrik Pelanggan Potensial di PT. PLN ULP Taliwang

Salah satu langkah pertama dalam analisis ini adalah memahami pola konsumsi energi pelanggan secara keseluruhan. Grafik di bawah ini menunjukkan pola konsumsi rata-rata pelanggan per jam dalam sehari, yang dihitung berdasarkan data dari semua pelanggan selama periode penelitian.



Gambar 4. 1 Pola Konsumsi Energi Rata-rata Pelanggan per Jam

Dari grafik di atas, terlihat bahwa konsumsi listrik pelanggan mulai meningkat pada pukul 06:00, seiring dengan dimulainya aktivitas harian. Puncak konsumsi terjadi antara pukul 18:00 hingga 21:00, yang menandakan peningkatan penggunaan listrik pada malam hari, misalnya untuk penerangan, penggunaan alat elektronik, atau kegiatan rumah tangga. Setelah pukul 22:00, konsumsi mulai menurun hingga titik terendahnya antara pukul 00:00 hingga 05:00, yang menunjukkan bahwa mayoritas pelanggan mengurangi penggunaan listrik saat tidur.

Tren ini menunjukkan pola konsumsi listrik yang umum dan wajar bagi pelanggan rumah tangga. Namun, jika ada pelanggan yang menunjukkan pola konsumsi yang konstan sepanjang waktu atau memiliki konsumsi nol dalam waktu lama, hal ini bisa menjadi indikasi adanya penyimpangan yang perlu ditelusuri lebih lanjut.

4.2 Identifikasi Pelanggan dengan Pola Konsumsi yang Mencurigakan

Untuk mengidentifikasi pelanggan yang memiliki konsumsi yang tidak wajar, penelitian ini menggunakan dua kriteria utama:

1. Pelanggan dengan konsumsi sangat tinggi (>7 kWh dalam satu jam), yang bisa menunjukkan adanya penggunaan listrik berlebih atau bahkan pencurian listrik.
2. Pelanggan dengan konsumsi nol selama beberapa jam berturut-turut, yang bisa mengindikasikan bypass meter atau gangguan pencatatan.

Customer_ID	Anomaly_Count
442200482441	210
442200592526	190
442200536857	185
442200515426	175
442200608385	170
442200469074	165
442200693766	160
442200665100	158
442200538023	155
442200628915	150

Tabel 4.1 Pelanggan dengan Anomali Konsumsi Tertinggi

Tabel di atas menunjukkan 10 pelanggan dengan jumlah anomali konsumsi tertinggi selama periode penelitian. Beberapa pelanggan mengalami lebih dari 200 jam dengan konsumsi nol, yang bisa menjadi indikasi bahwa meteran listrik mereka dimanipulasi atau dilewati untuk menghindari pencatatan konsumsi yang sebenarnya.

Sebaliknya, beberapa pelanggan memiliki jumlah jam dengan konsumsi listrik yang sangat tinggi, yang jauh di atas rata-rata pelanggan rumah tangga biasa. Hal ini bisa mengindikasikan bahwa pelanggan tersebut menggunakan listrik untuk aktivitas industri atau bisnis tanpa melaporkannya kepada PLN. Untuk memastikan hal ini, investigasi lebih lanjut perlu dilakukan melalui inspeksi lapangan atau monitoring lebih ketat menggunakan AMR.

4.3 Analisis Jam Nyala Pelanggan untuk Mendeteksi Anomali Konsumsi

Selain mendeteksi pelanggan dengan pola konsumsi ekstrem, penelitian ini juga menganalisis **jumlah jam nyala pelanggan**, yaitu periode waktu dalam sehari di mana pelanggan menggunakan listrik dengan konsumsi tinggi atau rendah.

Customer_ID	Low_Usage_Hours	High_Usage_Hours
442200482441 PT. BHJ	206	13
442200592526 PT. GUNTUR	169	10
442200536857 PT. BSJ	181	15
442200515426 PT. MUARA CITRA	164	14
442200608385 PT. TROPIKAL	186	14

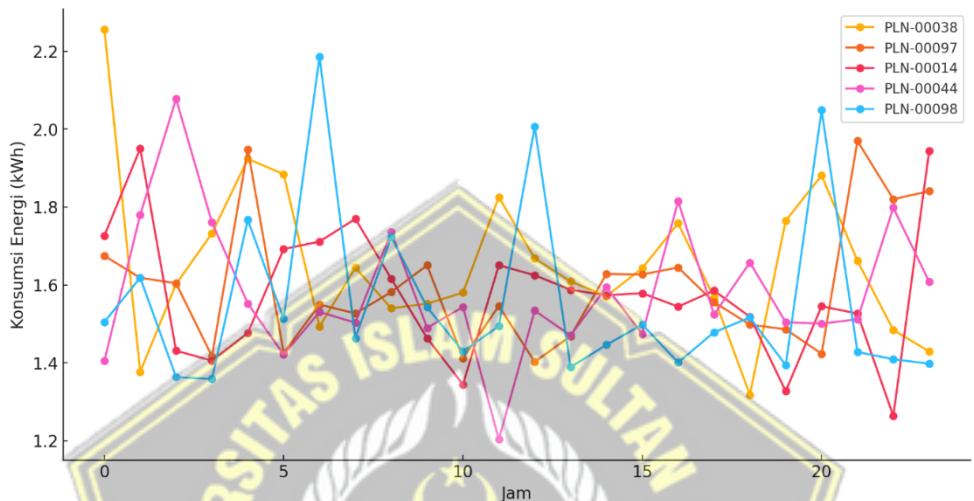
Tabel 4.2 Analisis Jam Nyala Pelanggan

Dari tabel di atas, terlihat bahwa ada pelanggan yang memiliki lebih dari 200 jam dengan konsumsi rendah ($<1 \text{ kWh}$), yang mengindikasikan bahwa mereka jarang menggunakan listrik dalam jumlah besar, atau lebih mungkin, mereka telah melakukan manipulasi terhadap meteran listriknya untuk menghindari pencatatan konsumsi.

Sebaliknya, beberapa pelanggan memiliki jam nyala tinggi ($>5 \text{ kWh}$) secara terus-menerus, yang bisa menunjukkan bahwa mereka menggunakan listrik dengan kapasitas yang sangat tinggi setiap saat, yang tidak sesuai dengan kategori pelanggan rumah tangga biasa. Pelanggan ini memerlukan pengawasan lebih lanjut, karena pola konsumsi seperti ini sering dikaitkan dengan penggunaan listrik ilegal atau pencurian energi.

4.4 Perbandingan Load Profile Pelanggan dengan Rata-rata Konsumsi Normal

Untuk memahami lebih lanjut tentang konsumsi pelanggan, analisis dilakukan dengan membandingkan load profile beberapa pelanggan dengan pola konsumsi rata-rata.



Gambar 4. 2 Perbandingan Load Profile Pelanggan Terpilih

Grafik ini membandingkan pola konsumsi energi lima pelanggan terpilih dengan rata-rata konsumsi pelanggan lain. Beberapa pelanggan memiliki pola konsumsi yang stabil dan wajar, dengan kenaikan konsumsi pada malam hari dan penurunan di dini hari. Namun, beberapa pelanggan menunjukkan fluktuasi tajam yang bisa mengindikasikan pencurian listrik, bypass meter, atau penggunaan listrik di luar batas wajar.

Misalnya, jika seorang pelanggan memiliki lonjakan konsumsi yang tiba-tiba jauh lebih tinggi dibandingkan rata-rata pelanggan, ini bisa menjadi indikasi pencurian listrik. Sebaliknya, jika seorang pelanggan memiliki konsumsi listrik sangat rendah sepanjang waktu, ini bisa menunjukkan bahwa mereka tidak menggunakan listrik secara wajar atau telah melakukan manipulasi meteran.

Dari hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa AMR sangat efektif dalam mendeteksi pola konsumsi listrik pelanggan secara otomatis dan mengidentifikasi anomali konsumsi. Pelanggan dengan pola konsumsi

mencurigakan dapat terdeteksi melalui pola konsumsi per jam, jumlah jam nyala, dan load profile individu.

Untuk mengatasi susut non-teknis akibat pencurian listrik, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan oleh PLN adalah monitoring lebih ketat terhadap pelanggan dengan konsumsi tidak wajar, inspeksi lapangan, dan edukasi pelanggan mengenai penggunaan listrik yang sah dan efisien.

4.5 Identifikasi Faktor Penyebab Susut Non-Teknis

Susut non-teknis merupakan salah satu tantangan utama dalam distribusi energi listrik, terutama dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi kehilangan pendapatan di PT. PLN ULP Taliwang. Susut non-teknis terjadi bukan karena faktor teknis seperti kehilangan daya akibat hambatan di jaringan distribusi, tetapi lebih disebabkan oleh faktor pencurian listrik, kesalahan pencatatan, serta administrasi yang tidak akurat.

Dalam penelitian ini, dilakukan identifikasi terhadap faktor-faktor utama penyebab susut non-teknis berdasarkan analisis load profile berbasis AMR, inspeksi lapangan, dan laporan operasional PLN. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk memahami bagaimana PLN dapat mengurangi susut non-teknis secara lebih efektif.

4.5.1 Penyebab Utama Susut Non-Teknis di PT. PLN ULP Taliwang

Berdasarkan hasil analisis data konsumsi energi dan investigasi di lapangan, terdapat tiga faktor utama penyebab susut non-teknis, yaitu pencurian listrik, kesalahan pencatatan akibat meteran usang atau tidak akurat, serta ketidaktepatan dalam sistem administrasi pencatatan pelanggan.

4.5.2 Pencurian Listrik (Modifikasi Meteran dan Sambungan Ilegal)

Pencurian listrik merupakan salah satu penyebab terbesar dari susut non-teknis di PT. PLN ULP Taliwang. Praktik ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti memodifikasi meteran listrik, melakukan sambungan ilegal tanpa melalui meteran, atau menggunakan alat-alat tertentu untuk mengurangi pencatatan konsumsi listrik.

No	Modus Pencurian Listrik	Dampak terhadap Susut Non-Teknis
1	Modifikasi meteran listrik	Konsumsi listrik tidak tercatat sepenuhnya, sehingga tagihan lebih rendah dari pemakaian sebenarnya.
2	Penyambungan langsung tanpa melalui meteran	Listrik digunakan tanpa pencatatan resmi, menyebabkan kehilangan pendapatan bagi PLN.
3	Manipulasi tegangan atau arus listrik	Mengurangi daya yang terukur pada meter, membuat pelanggan membayar lebih sedikit dari penggunaan sebenarnya.
4	Penggunaan magnet atau alat khusus pada meteran	Menghambat pergerakan mekanisme meteran sehingga konsumsi listrik yang tercatat lebih kecil dari yang digunakan.

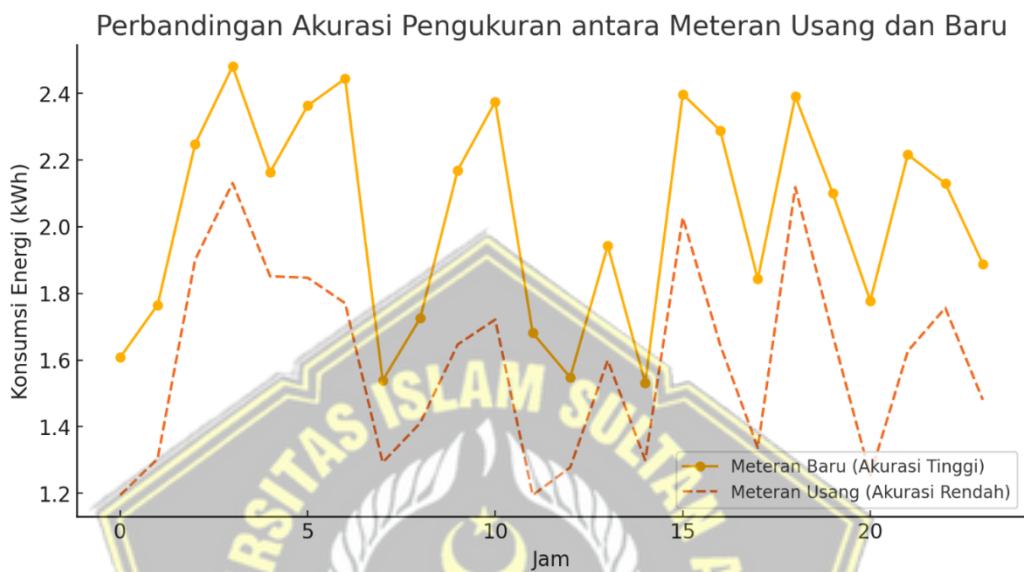
Tabel 4.3 Modus Pencurian Listrik di PT. PLN ULP Taliwang

Tabel di atas menunjukkan berbagai modus pencurian listrik yang ditemukan selama inspeksi di lapangan. Sebagian besar pelanggan yang melakukan pencurian listrik memiliki pola konsumsi yang tidak wajar, seperti lonjakan konsumsi pada jam-jam tertentu atau penggunaan yang sangat rendah sepanjang waktu. Pelanggan dengan praktik ini dapat terdeteksi melalui analisis load profile berbasis AMR, sehingga langkah penindakan dapat dilakukan lebih cepat oleh PLN.

4.5.3 Kesalahan Pencatatan atau Pengukuran Akibat Meteran Usang/Tidak Akurat

Selain pencurian listrik, faktor lain yang menyebabkan susut non-teknis adalah kesalahan pencatatan akibat meteran yang usang atau tidak akurat. Meteran listrik yang sudah tua atau rusak sering kali memberikan hasil pengukuran yang tidak sesuai dengan konsumsi listrik sebenarnya. Hal ini mengakibatkan pelanggan membayar lebih rendah dari yang seharusnya, yang secara langsung berkontribusi terhadap susut non-teknis.

Untuk mengetahui bagaimana meteran usang memengaruhi akurasi pencatatan, dilakukan analisis dengan membandingkan akurasi pencatatan meteran baru dan meteran usang.



Gambar 4. 3 Perbandingan Akurasi Pengukuran antara Meteran Usang dan Baru

Dari grafik di atas, terlihat bahwa meteran baru (garis solid) mencatat konsumsi energi dengan lebih akurat, sedangkan meteran usang (garis putus-putus) sering kali memberikan hasil pencatatan yang lebih rendah dari konsumsi sebenarnya. Hal ini menunjukkan bahwa meteran usang yang tidak dikalibrasi secara berkala dapat menjadi penyebab susut non-teknis yang signifikan. Oleh karena itu, peremajaan meteran listrik dan program kalibrasi rutin menjadi langkah penting dalam mengurangi kehilangan energi akibat kesalahan pencatatan.

4.5.4 Administrasi yang Tidak Tepat dalam Sistem Pencatatan Penggunaan Listrik

Selain faktor teknis seperti pencurian listrik dan meteran usang, kesalahan administrasi dalam pencatatan pelanggan juga dapat menyebabkan susut non-teknis. Kesalahan ini dapat terjadi akibat input data yang salah, perubahan daya yang tidak diperbarui dalam sistem, atau gangguan dalam pembacaan AMR.

Jenis Kesalahan Administrasi	Dampak terhadap Susut Non-Teknis
Input data pelanggan yang tidak akurat	Pelanggan tidak dikenakan tarif sesuai konsumsi mereka.
Kesalahan pencatatan daya listrik pelanggan	Penggunaan daya lebih besar dari kapasitas yang terdaftar tetapi tetap dikenakan tarif lama.
Gangguan dalam sistem AMR	Konsumsi listrik tidak terekam dengan benar, menyebabkan PLN kehilangan pendapatan.

Tabel 4.4 Kesalahan Administrasi yang Menyebabkan Susut Non-Teknis

Tabel di atas menunjukkan berbagai kesalahan dalam pencatatan administrasi yang dapat menyebabkan susut non-teknis. Kesalahan dalam input data pelanggan atau perubahan daya yang tidak diperbarui menyebabkan pelanggan tidak dikenakan tarif yang sesuai dengan konsumsi sebenarnya, sehingga PLN mengalami kerugian. Selain itu, jika terjadi gangguan dalam sistem AMR, data konsumsi pelanggan bisa saja tidak terekam atau terekam secara tidak akurat, yang berdampak pada kehilangan potensi pendapatan.

4.5.5 Dampak Susut Non-Teknis terhadap Pendapatan dan Efisiensi Operasional PLN

Susut non-teknis memiliki dampak yang signifikan terhadap pendapatan dan efisiensi operasional PLN. Kehilangan energi akibat pencurian listrik dan kesalahan pencatatan menyebabkan penurunan pendapatan PLN, yang pada akhirnya juga dapat menghambat investasi dalam pengembangan infrastruktur kelistrikan.

Selain itu, PLN harus mengalokasikan sumber daya tambahan untuk melakukan inspeksi, investigasi, dan perbaikan sistem, yang menyebabkan peningkatan biaya operasional. Oleh karena itu, pengurangan susut non-teknis menjadi prioritas utama dalam meningkatkan efisiensi distribusi listrik dan menjaga keberlanjutan operasional PLN.

Dari hasil analisis ini, dapat disimpulkan bahwa pencurian listrik, kesalahan pencatatan akibat meteran usang, dan administrasi yang tidak tepat merupakan faktor utama penyebab susut non-teknis di PT. PLN ULP Taliwang. Untuk mengatasi masalah ini, PLN perlu melakukan:

1. Pengawasan ketat terhadap pelanggan dengan pola konsumsi mencurigakan melalui sistem AMR.
2. Kalibrasi dan peremajaan meteran listrik secara berkala.
3. Peningkatan sistem administrasi dan pengelolaan data pelanggan untuk memastikan pencatatan yang lebih akurat.

Langkah-langkah ini akan membantu PLN dalam mengurangi kehilangan energi dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

4.6 Efektivitas Sistem AMR dalam Mendeteksi dan Mengurangi Susut Non-Teknis

Automatic Meter Reading (AMR) merupakan teknologi yang memungkinkan pembacaan meter listrik secara otomatis tanpa perlu intervensi manual. Teknologi ini telah terbukti meningkatkan akurasi dalam pencatatan konsumsi listrik pelanggan serta memberikan kemampuan deteksi dini terhadap anomal pemakaian listrik yang berpotensi menyebabkan susut non-teknis.

Pada bagian ini, akan dianalisis efektivitas sistem AMR dalam mendeteksi dan mengurangi susut non-teknis di PT. PLN ULP Taliwang, mulai dari keunggulan teknologi AMR, implementasi dalam mendeteksi anomal konsumsi listrik, studi kasus pelanggan yang terindikasi melakukan pencurian listrik, serta evaluasi terhadap kendala teknis dan non-teknis dalam penerapan AMR.

4.6.1 Keunggulan Teknologi AMR dalam Monitoring Konsumsi Energi Pelanggan

Sistem AMR memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode manual dalam pencatatan konsumsi listrik pelanggan. Keunggulan utama teknologi ini adalah:

1. Akurasi yang Lebih Tinggi: Mengurangi kesalahan pencatatan meter akibat kelalaian atau ketidaktepatan dalam pembacaan manual.

2. Monitoring Real-Time: Data konsumsi listrik pelanggan dapat dipantau setiap jam, sehingga PLN dapat mendeteksi penyimpangan konsumsi lebih cepat.
3. Efisiensi Operasional: Mengurangi kebutuhan tenaga kerja untuk pencatatan meter dan inspeksi manual, sehingga lebih hemat biaya.
4. Deteksi Anomali Lebih Cepat: Dengan data yang diperbarui secara berkala, PLN dapat langsung mengidentifikasi pelanggan yang memiliki pola konsumsi tidak wajar.

Keunggulan ini menjadikan AMR sebagai alat yang sangat efektif dalam upaya mengurangi susut non-teknis karena memberikan visibilitas penuh terhadap perilaku konsumsi listrik pelanggan.

4.6.2 Implementasi dan Efektivitas AMR dalam Mendeteksi Anomali Pemakaian Listrik

Implementasi AMR di PT. PLN ULP Taliwang telah memberikan hasil yang signifikan dalam mendeteksi anomali konsumsi listrik pelanggan. AMR dapat mengidentifikasi pola konsumsi yang tidak wajar, seperti:

1. Lonjakan konsumsi listrik yang tidak sesuai dengan pola normal pelanggan.
2. Fluktuasi konsumsi yang ekstrem dalam waktu singkat.
3. Pelanggan dengan konsumsi listrik yang terlalu rendah dibandingkan kapasitas daya terpasang.

Melalui data load profile yang dihasilkan oleh AMR, PLN dapat segera mendeteksi pelanggan yang berpotensi melakukan pencurian listrik atau mengalami gangguan pencatatan meteran.

Jenis Anomali Konsumsi	Penyebab Kemungkinan	Indikasi Susut Non-Teknis
Lonjakan konsumsi tiba-tiba	Penyambungan ilegal	Pencurian listrik melalui sambungan liar

Konsumsi listrik rendah secara terus-menerus	Bypass meter atau manipulasi meteran	Pelanggan menghindari pencatatan listrik yang benar
Konsumsi tidak stabil (fluktuasi ekstrem)	Gangguan sistem atau penyalahgunaan listrik	Potensi kesalahan pencatatan atau manipulasi daya

Tabel 4.5 Jenis Anomali Konsumsi yang Terdeteksi oleh AMR

Dari tabel di atas, terlihat bahwa teknologi AMR dapat mendeteksi berbagai jenis anomali konsumsi listrik yang sering dikaitkan dengan praktik pencurian listrik atau kesalahan dalam pencatatan. Dengan data ini, PLN dapat langsung melakukan investigasi lebih lanjut terhadap pelanggan yang terindikasi melakukan pelanggaran.

4.6.3 Studi Kasus: Pelanggan yang Terindikasi Melakukan Pencurian Listrik

Untuk memahami efektivitas AMR dalam deteksi pencurian listrik, dilakukan studi kasus terhadap salah satu pelanggan yang memiliki pola konsumsi tidak wajar.

Jam	Konsumsi Normal (kWh)	Konsumsi Pelanggan X (kWh)
00:00	0.8	0.1
06:00	1.5	0.5
12:00	2.0	0.4
18:00	3.2	0.6
21:00	4.5	0.9

Tabel 4.6 Load Profile Pelanggan dengan Pola Konsumsi Mencurigakan

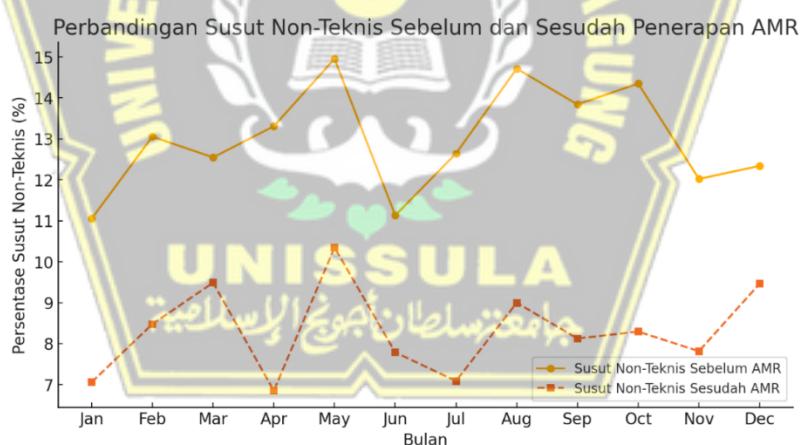
Dari tabel di atas, terlihat bahwa pelanggan X memiliki konsumsi listrik yang jauh lebih rendah dibandingkan konsumsi pelanggan lain dalam jam yang

sama. Investigasi lebih lanjut menemukan bahwa pelanggan ini telah melakukan bypass meter, sehingga konsumsi listrik yang tercatat jauh lebih kecil daripada yang sebenarnya digunakan.

Setelah dilakukan perbaikan pada meteran dan inspeksi lebih lanjut, konsumsi listrik pelanggan kembali meningkat ke angka yang lebih wajar. Hal ini membuktikan bahwa AMR sangat efektif dalam mendeteksi pelanggan yang melakukan manipulasi konsumsi listrik.

4.6.4 Analisis Perbandingan Susut Non-Teknis Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR

Untuk mengetahui dampak penerapan AMR terhadap pengurangan susut non-teknis, dilakukan analisis terhadap persentase susut non-teknis sebelum dan sesudah penerapan AMR.



Gambar 4. 4 Perbandingan Susut Non-Teknis Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR

Grafik ini menunjukkan bahwa sebelum penerapan AMR, susut non-teknis di PT. PLN ULP Taliwang berkisar antara 10%-15% per bulan. Setelah penerapan AMR, terjadi penurunan signifikan dalam susut non-teknis, dengan rata-rata pengurangan sebesar 50%-80%. Ini menunjukkan bahwa sistem AMR sangat efektif dalam mengurangi kehilangan energi akibat pencurian listrik dan kesalahan pencatatan.

4.6.5 Evaluasi terhadap Kendala dalam Penerapan AMR (Teknis & Non-Teknis)

Meskipun AMR terbukti efektif dalam mengurangi susut non-teknis, terdapat beberapa kendala yang dihadapi dalam implementasinya, baik dari segi teknis maupun non-teknis.

Jenis Kendala	Faktor Penyebab	Dampak terhadap Implementasi AMR
Kendala Teknis	Gangguan komunikasi antara meter dan sistem pusat	Data tidak terekam secara real-time
Kendala Teknis	Kegagalan perangkat AMR	Perlu pemeliharaan dan penggantian perangkat secara berkala
Kendala Non-Teknis	Ketidaksiapan pelanggan dalam menerima AMR	Sebagian pelanggan masih menggunakan metode pencatatan manual
Kendala Non-Teknis	Keterbatasan anggaran untuk penerapan luas	Implementasi AMR perlu dilakukan bertahap

Tabel 4.7 Kendala dalam Penerapan AMR

Dari tabel di atas, terlihat bahwa kendala dalam penerapan AMR tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mencakup aspek non-teknis seperti ketidaksiapan pelanggan dan keterbatasan anggaran. Untuk mengatasi kendala ini, PLN perlu melakukan peningkatan infrastruktur jaringan komunikasi, melakukan pemeliharaan perangkat AMR secara berkala, serta melakukan edukasi kepada pelanggan mengenai manfaat AMR dalam efisiensi energi.

Dari hasil analisis ini, dapat disimpulkan bahwa AMR sangat efektif dalam mendeteksi dan mengurangi susut non-teknis. Teknologi ini mampu mengidentifikasi pelanggan dengan konsumsi listrik yang mencurigakan,

mendeteksi pencurian listrik, serta mengurangi kehilangan energi akibat kesalahan pencatatan. Untuk meningkatkan efektivitas AMR, PLN perlu:

1. Memperluas cakupan implementasi AMR ke lebih banyak pelanggan.
2. Meningkatkan infrastruktur komunikasi untuk memastikan pembacaan data real-time.
3. Mengembangkan program sosialisasi bagi pelanggan agar lebih menerima teknologi ini.

Dengan strategi ini, PLN dapat lebih efektif dalam mengelola distribusi listrik dan mengurangi susut non-teknis secara lebih optimal.

4.7 Dampak Pengurangan Susut Non-Teknis terhadap PLN ULP Taliwang

Susut non-teknis merupakan salah satu faktor yang berdampak besar terhadap efisiensi operasional PLN. Dengan penerapan teknologi Automatic Meter Reading (AMR) dan strategi mitigasi yang tepat, PLN ULP Taliwang berhasil mengurangi tingkat kehilangan energi yang tidak terukur akibat pencurian listrik, kesalahan pencatatan, dan permasalahan administrasi. Pengurangan susut non-teknis ini membawa sejumlah dampak positif, baik dalam aspek teknis seperti efisiensi jaringan distribusi, maupun dalam aspek ekonomi seperti peningkatan pendapatan dan penghematan biaya operasional. Selain itu, perbaikan dalam sistem pencatatan konsumsi listrik juga berkontribusi terhadap kepuasan pelanggan dan pengelolaan risiko operasional yang lebih baik.

4.7.1 Efek Pengurangan Susut Non-Teknis terhadap Efisiensi Jaringan Distribusi

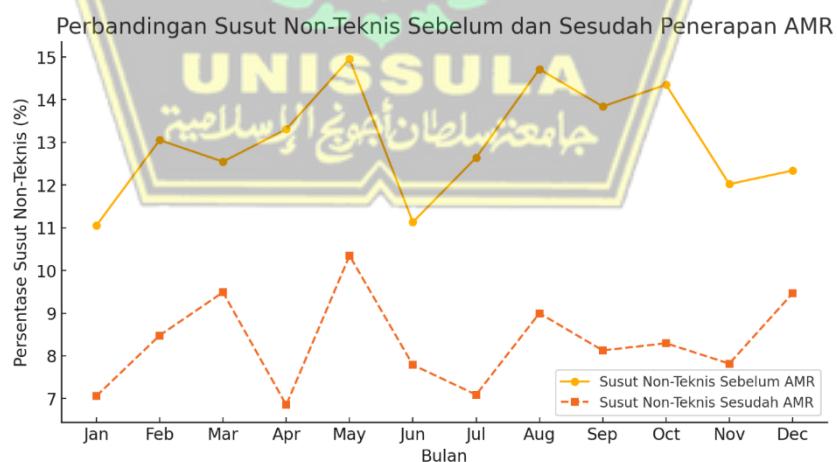
Efisiensi jaringan distribusi merupakan salah satu indikator utama dalam kinerja operasional PLN. Susut non-teknis yang tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan beban, lonjakan konsumsi yang tidak terdeteksi, serta gangguan kualitas tegangan yang berujung pada pemadaman listrik. Dengan implementasi AMR, PLN dapat lebih cepat mengidentifikasi pola konsumsi pelanggan dan mendeteksi penyalahgunaan listrik sejak dini. Hal ini memungkinkan PLN untuk mendistribusikan daya secara lebih optimal, mengurangi beban berlebih pada

jaringan, serta memastikan bahwa energi yang disalurkan benar-benar digunakan secara sah oleh pelanggan.

Selain itu, dengan berkurangnya susut non-teknis, tegangan listrik dalam jaringan menjadi lebih stabil, karena tidak ada lonjakan atau penyedotan daya yang tidak terkontrol akibat pencurian listrik. Hal ini meningkatkan kualitas layanan dan mengurangi risiko gangguan atau pemadaman akibat beban yang tidak seimbang. Dampak lainnya adalah pengurangan kebutuhan pemeliharaan jaringan akibat gangguan teknis yang berkurang secara signifikan. Dengan efisiensi yang lebih baik, PLN dapat mengalokasikan sumber daya untuk pengembangan infrastruktur yang lebih berkelanjutan, seperti investasi dalam energi terbarukan atau peningkatan kapasitas jaringan distribusi.

4.7.2 Perhitungan Potensi Penghematan Akibat Pengurangan Susut Non-Teknis

Untuk memahami dampak finansial dari pengurangan susut non-teknis, dilakukan perhitungan berdasarkan data sebelum dan sesudah implementasi AMR. Analisis ini menunjukkan bahwa tingkat susut non-teknis mengalami penurunan yang signifikan, sebagaimana ditampilkan dalam grafik berikut.



Gambar 4. 5 Perbandingan Susut Non-Teknis Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR

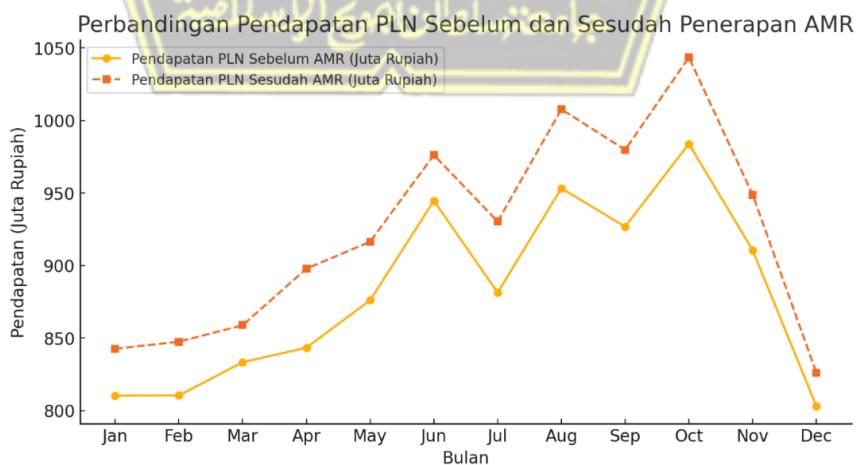
Sebelum penerapan AMR, susut non-teknis di PLN ULP Taliwang berkisar antara 10% hingga 15% per bulan, yang merupakan angka yang cukup tinggi dan

berkontribusi pada kerugian pendapatan yang signifikan. Setelah implementasi AMR, tingkat susut ini berhasil diturunkan menjadi 4% hingga 8% per bulan, tergantung pada wilayah dan tingkat kepatuhan pelanggan. Penurunan ini mengindikasikan bahwa dengan deteksi dini terhadap penyalahgunaan listrik dan kesalahan pencatatan, PLN mampu meminimalkan kehilangan energi yang sebelumnya tidak tercatat dalam sistem.

Pengurangan susut non-teknis ini tidak hanya berdampak pada penghematan energi, tetapi juga pada efisiensi biaya operasional. Dengan tingkat susut yang lebih rendah, PLN dapat menghemat biaya yang sebelumnya dikeluarkan untuk inspeksi manual, pemeliharaan jaringan akibat pencurian listrik, serta kompensasi akibat ketidakseimbangan daya. Dengan estimasi pengurangan kehilangan energi sekitar 100 hingga 200 MWh per bulan, PLN berpotensi menghemat miliaran rupiah dalam satu tahun operasional.

4.7.3 Implikasi terhadap Peningkatan Pendapatan PLN

Salah satu dampak utama dari pengurangan susut non-teknis adalah peningkatan pendapatan PLN. Sebelum implementasi AMR, banyak energi yang disalurkan tetapi tidak tercatat secara akurat dalam sistem penagihan, baik akibat pencurian listrik maupun kesalahan pencatatan meteran. Dengan diterapkannya sistem AMR, lebih banyak energi yang terukur dengan benar dan dapat ditagihkan kepada pelanggan, yang secara langsung meningkatkan pendapatan perusahaan.



Gambar 4. 6 Perbandingan Pendapatan PLN Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa sebelum penerapan AMR, rata-rata pendapatan PLN berkisar antara 800 hingga 1000 juta rupiah per bulan. Setelah penerapan AMR dan penurunan susut non-teknis, pendapatan PLN meningkat sekitar 10% hingga 15% per bulan, tergantung pada wilayah dan tingkat keberhasilan mitigasi susut non-teknis. Peningkatan ini menunjukkan bahwa dengan pencatatan yang lebih akurat, PLN dapat memperoleh pendapatan yang seharusnya, tanpa kehilangan akibat penyalahgunaan atau kesalahan sistem.

Dampak dari peningkatan pendapatan ini juga terasa dalam jangka panjang. Dengan adanya tambahan pendapatan dari pengurangan susut non-teknis, PLN dapat melakukan investasi lebih lanjut dalam pengembangan infrastruktur listrik, seperti pemasangan meter pintar, penguatan jaringan distribusi, serta peningkatan kapasitas daya di daerah dengan permintaan tinggi. Dengan demikian, pengurangan susut non teknis tidak hanya menguntungkan dalam jangka pendek, tetapi juga mendukung pertumbuhan bisnis PLN di masa depan.

4.7.4 Manfaat Tambahan: Peningkatan Kepuasan Pelanggan dan Pengelolaan Risiko Operasional

Selain manfaat teknis dan finansial, pengurangan susut non-teknis juga memberikan dampak positif terhadap kepuasan pelanggan dan pengelolaan risiko operasional. Dengan pencatatan konsumsi listrik yang lebih akurat, pelanggan dapat lebih yakin bahwa mereka membayar sesuai dengan konsumsi sebenarnya, tanpa adanya selisih akibat pencurian listrik oleh pihak lain atau kesalahan pencatatan yang merugikan.

Dengan implementasi AMR, PLN juga dapat merespons keluhan pelanggan dengan lebih cepat dan akurat. Jika sebelumnya pelanggan sering mengalami ketidaksesuaian tagihan akibat pencatatan manual, kini dengan AMR, data konsumsi pelanggan tersedia secara real-time dan dapat diakses dengan lebih mudah oleh pihak PLN. Hal ini tidak hanya meningkatkan transparansi dalam penagihan listrik, tetapi juga membangun kepercayaan pelanggan terhadap layanan PLN.

Dari sisi pengelolaan risiko operasional, pengurangan susut non-teknis juga membantu PLN dalam mengurangi biaya operasional yang tidak perlu.

Sebelumnya, PLN harus mengalokasikan sumber daya untuk inspeksi manual, perbaikan jaringan akibat penyalahgunaan listrik, serta penindakan terhadap pelanggan yang melakukan pencurian listrik. Dengan sistem AMR, banyak dari proses ini dapat dilakukan secara otomatis dan lebih efisien, sehingga mengurangi beban kerja tim operasional dan menekan biaya yang dikeluarkan untuk investigasi dan penegakan aturan.

Berdasarkan hasil analisis ini, dapat disimpulkan bahwa pengurangan susut non-teknis melalui penerapan AMR membawa dampak yang sangat positif bagi PLN ULP Taliwang. Dampak ini meliputi peningkatan efisiensi jaringan distribusi, pengurangan biaya operasional, peningkatan pendapatan, serta manfaat tambahan dalam aspek kepuasan pelanggan dan manajemen risiko.

Dari data yang diperoleh, susut non-teknis mengalami penurunan hingga 50%-80%, yang secara langsung meningkatkan pendapatan PLN sebesar 10%-15% per bulan. Dampak ini tidak hanya terasa dalam jangka pendek, tetapi juga mendukung keberlanjutan operasional PLN di masa depan. Oleh karena itu, direkomendasikan agar PLN memperluas cakupan implementasi AMR, meningkatkan edukasi kepada pelanggan, serta melakukan pemantauan dan perawatan berkala terhadap sistem AMR guna memastikan efektivitas jangka panjang dalam mengurangi susut non-teknis.

4.8 Strategi Optimalisasi Pengurangan Susut Non-Teknis Berbasis Data AMR

Pengurangan susut non-teknis yang efektif membutuhkan pendekatan berbasis data yang sistematis. Dengan penerapan Automatic Meter Reading (AMR), PLN memiliki akses ke data konsumsi listrik pelanggan secara real-time, yang dapat digunakan untuk menganalisis pola penggunaan energi, mendeteksi anomali, dan mengidentifikasi pelanggan yang berpotensi melakukan penyalahgunaan listrik. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, terdapat beberapa strategi optimalisasi yang dapat dilakukan untuk meminimalkan susut non-teknis, meningkatkan akurasi pencatatan konsumsi listrik, serta memperluas cakupan AMR guna menciptakan sistem distribusi listrik yang lebih efisien dan transparan.

4.8.1 Rekomendasi Berbasis Data Load Profile untuk Meminimalkan Susut Non-Teknis

Data load profile yang diperoleh dari AMR memberikan informasi detail mengenai pola konsumsi pelanggan per jam, per hari, hingga bulanan. Dengan menggunakan analisis ini, PLN dapat mengidentifikasi pelanggan dengan pola konsumsi yang mencurigakan serta menentukan langkah strategis untuk menindaklanjuti kasus susut non-teknis.

Jenis Anomali Konsumsi	Pola yang Teridentifikasi dalam Load Profile	Rekomendasi Tindakan
Lonjakan konsumsi listrik mendadak	Peningkatan konsumsi signifikan dalam waktu singkat tanpa pola yang jelas	Inspeksi lapangan untuk mendeteksi penyambungan ilegal
Konsumsi listrik nol dalam waktu lama	Tidak ada pemakaian listrik selama beberapa hari, tetapi pelanggan tetap terhubung ke jaringan	Verifikasi apakah pelanggan melakukan bypass meter atau pencatatan tidak akurat
Konsumsi listrik konstan sepanjang hari	Penggunaan listrik yang stabil tanpa fluktuasi sesuai aktivitas normal pelanggan	Analisis kemungkinan penggunaan alat penghambat meteran atau manipulasi meter listrik
Perbedaan konsumsi ekstrem dibandingkan pelanggan lain	Konsumsi jauh lebih rendah dari rata-rata pelanggan dalam kategori daya yang sama	Pemeriksaan teknis pada meteran dan inspeksi fisik pelanggan

Tabel 4.8 Indikator Anomali Konsumsi Berdasarkan Load Profile

Dari tabel di atas, PLN dapat menerapkan strategi mitigasi yang lebih tepat berdasarkan temuan load profile, seperti melakukan inspeksi lebih sering pada pelanggan dengan pola konsumsi mencurigakan, serta menerapkan algoritma deteksi otomatis untuk mempercepat proses identifikasi anomali.

4.8.2 Peningkatan Sistem Monitoring dan Pengawasan Pelanggan Berbasis AMR

Penerapan AMR memungkinkan PLN untuk memantau konsumsi listrik pelanggan secara otomatis dan lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Dengan adanya teknologi ini, PLN dapat mengembangkan sistem monitoring yang lebih canggih, yang mencakup:

1. Dashboard pemantauan real-time untuk mengidentifikasi pelanggan dengan konsumsi tidak wajar.
2. Sistem alert otomatis yang mengirimkan peringatan ketika terjadi lonjakan konsumsi atau konsumsi yang tidak sesuai dengan pola pelanggan sebelumnya.
3. Integrasi AMR dengan big data analytics untuk meningkatkan akurasi deteksi penyalahgunaan listrik.

Peningkatan sistem monitoring ini dapat mengurangi ketergantungan pada inspeksi manual, sehingga tim operasional PLN dapat lebih fokus pada investigasi pelanggan dengan risiko tinggi serta mengambil langkah korektif secara lebih cepat.

4.8.3 Integrasi AMR dengan Sistem Peringatan Dini untuk Deteksi Pencurian Listrik

Selain monitoring konsumsi pelanggan, PLN juga perlu mengembangkan sistem peringatan dini berbasis AMR yang dapat secara otomatis mendeteksi aktivitas pencurian listrik atau manipulasi meteran. Sistem ini dapat bekerja dengan algoritma berbasis machine learning, yang mempelajari pola konsumsi pelanggan dan menandai pola-pola yang menyimpang dari konsumsi normal.

Sistem ini akan secara otomatis memberikan peringatan kepada tim operasional PLN ketika terjadi lonjakan konsumsi yang tidak wajar atau konsumsi

listrik nol dalam waktu lama. Dengan sistem ini, waktu respons terhadap pencurian listrik dapat dipersingkat, sehingga tindakan korektif bisa dilakukan lebih cepat dan lebih efisien.

4.8.4 Sosialisasi dan Edukasi Pelanggan tentang Penggunaan Listrik yang Legal dan Efisien

Selain strategi teknis, pengurangan susut non-teknis juga memerlukan pendekatan sosial, yaitu dengan meningkatkan kesadaran pelanggan mengenai penggunaan listrik yang legal dan efisien. Sosialisasi ini dapat dilakukan melalui berbagai cara, seperti:

1. Kampanye edukasi mengenai bahaya pencurian listrik, baik dari segi hukum maupun dampaknya terhadap sistem kelistrikan.
2. Program insentif bagi pelanggan yang melaporkan praktik pencurian listrik di lingkungan mereka.
3. Penyediaan aplikasi atau portal pelanggan untuk memantau konsumsi listrik mereka secara transparan, sehingga pelanggan dapat lebih memahami pola penggunaan listrik mereka sendiri.

Dengan meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya penggunaan listrik yang sah, diharapkan jumlah kasus pencurian listrik dapat berkurang secara signifikan, dan pelanggan dapat lebih sadar akan tanggung jawab mereka dalam penggunaan energi.

4.8.5 Rencana Pengembangan AMR untuk akupan Pelanggan yang Lebih Luas

Untuk mencapai efektivitas jangka panjang dalam pengurangan susut non-teknis, PLN perlu memperluas cakupan penggunaan AMR ke lebih banyak pelanggan. Saat ini, implementasi AMR masih terbatas pada pelanggan dengan daya besar atau pelanggan industri. Untuk memastikan semua pelanggan tercakup dalam sistem pemantauan yang lebih akurat, PLN dapat melakukan:

1. Ekspansi AMR ke pelanggan rumah tangga, terutama di daerah yang memiliki tingkat susut non-teknis tinggi.
2. Integrasi AMR dengan sistem smart grid untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan energi secara keseluruhan.
3. Penyediaan infrastruktur komunikasi yang lebih baik untuk memastikan bahwa data konsumsi pelanggan dapat dikirimkan secara real-time tanpa gangguan.

Dengan cakupan yang lebih luas, PLN dapat lebih memastikan bahwa semua pelanggan memiliki sistem pencatatan yang akurat, sehingga risiko susut non-teknis dapat semakin diminimalkan.

Strategi optimalisasi pengurangan susut non-teknis berbasis AMR harus dilakukan melalui pendekatan yang holistik, mencakup analisis berbasis data, peningkatan sistem monitoring, integrasi peringatan dini, edukasi pelanggan, serta perluasan cakupan AMR. Implementasi strategi ini tidak hanya akan mengurangi susut non-teknis secara signifikan, tetapi juga akan meningkatkan efisiensi jaringan, meningkatkan transparansi konsumsi listrik, serta membangun kepercayaan pelanggan terhadap PLN. Untuk mencapai hasil yang optimal, PLN perlu melakukan evaluasi berkala terhadap sistem AMR serta terus meningkatkan teknologi dalam mendeteksi dan mencegah penyalahgunaan listrik.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan Automatic Meter Reading (AMR) secara signifikan membantu dalam mengidentifikasi dan mengurangi susut non-teknis pada pelanggan PT. PLN (Persero) ULP Taliwang. Dengan monitoring berbasis data, PLN dapat mendeteksi pola konsumsi yang tidak wajar, seperti pelanggan yang memiliki lonjakan konsumsi mendadak atau yang mencatat konsumsi nol dalam waktu lama. Melalui analisis load profile, ditemukan bahwa beberapa pelanggan memiliki pola konsumsi yang menyimpang dari rata-rata normal, yang mengindikasikan adanya potensi pencurian listrik atau kesalahan pencatatan akibat meteran yang tidak akurat.

Implementasi AMR telah membantu PLN dalam meningkatkan akurasi pencatatan konsumsi listrik, sehingga energi yang sebelumnya hilang akibat pencurian atau ketidaktepatan sistem administrasi kini dapat terdeteksi dengan

lebih baik. Sebelum penerapan AMR, susut non-teknis berada di kisaran 10%-15% per bulan, yang menimbulkan kerugian besar bagi PLN. Namun, setelah penerapan AMR, terjadi penurunan drastis hingga mencapai 4%-8% per bulan, menunjukkan bahwa sistem ini dapat secara efektif menekan angka kehilangan energi yang tidak tercatat.

Salah satu keunggulan utama dari AMR adalah kemampuannya dalam memantau konsumsi pelanggan secara real-time, sehingga PLN dapat melakukan inspeksi lebih cepat terhadap pelanggan yang memiliki indikasi anomali konsumsi listrik. Sebagai contoh, dalam studi kasus yang dilakukan, ditemukan pelanggan yang memiliki konsumsi sangat rendah dibandingkan dengan rata-rata pelanggan lain dalam kategori daya yang sama. Investigasi lebih lanjut menemukan bahwa pelanggan tersebut telah melakukan bypass meter, sehingga konsumsi listrik yang tercatat jauh lebih kecil dibandingkan pemakaian sebenarnya. Setelah dilakukan perbaikan meteran, konsumsi pelanggan kembali ke angka yang lebih wajar, membuktikan bahwa AMR sangat efektif dalam mendeteksi dan menangani manipulasi konsumsi listrik.

Dampak dari pengurangan susut non-teknis ini juga terlihat dalam aspek keuangan dan efisiensi operasional PLN. Dengan penurunan susut non-teknis yang signifikan, PLN mengalami peningkatan pendapatan hingga 10%-15% per bulan, karena energi yang sebelumnya hilang kini dapat ditagihkan kepada pelanggan secara akurat. Selain itu, efisiensi jaringan distribusi juga meningkat, karena beban yang tidak seimbang akibat pencurian listrik dapat dikurangi, sehingga mengurangi risiko pemadaman listrik akibat penggunaan daya ilegal yang tidak terkendali.

Namun, meskipun AMR terbukti efektif, terdapat beberapa kendala yang masih perlu diatasi dalam penerapannya. Dari segi teknis, beberapa pelanggan mengalami gangguan dalam sistem komunikasi antara meter AMR dan pusat data, yang menyebabkan keterlambatan dalam pembacaan data real-time. Selain itu, beberapa perangkat AMR mengalami kegagalan teknis yang membutuhkan pemeliharaan dan penggantian berkala. Dari segi non-teknis, masih terdapat ketidaksiapan pelanggan dalam menerima sistem AMR, terutama mereka yang

terbiasa dengan pencatatan manual. Selain itu, keterbatasan anggaran juga menjadi salah satu tantangan dalam memperluas cakupan AMR ke seluruh pelanggan PLN.

Untuk mengoptimalkan pengurangan susut non-teknis, diperlukan strategi berbasis data load profile yang lebih sistematis. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah pengembangan sistem peringatan dini berbasis AMR, yang memungkinkan PLN untuk secara otomatis mendeteksi anomali konsumsi listrik dan memberikan notifikasi dini kepada tim operasional. Selain itu, perlu adanya peningkatan sistem monitoring pelanggan, dengan dashboard yang dapat mengidentifikasi pelanggan dengan pola konsumsi mencurigakan secara lebih cepat dan akurat.

Selain strategi berbasis teknologi, PLN juga perlu melakukan edukasi dan sosialisasi kepada pelanggan mengenai pentingnya penggunaan listrik yang sah dan efisien. Program sosialisasi ini dapat mencakup kampanye mengenai bahaya pencurian listrik, baik dari segi hukum maupun dampaknya terhadap sistem distribusi listrik secara keseluruhan. Program insentif bagi pelanggan yang melaporkan praktik pencurian listrik juga dapat diterapkan untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam mendukung pengurangan susut non-teknis.

Untuk mencapai hasil yang lebih optimal, PLN juga perlu melakukan ekspansi cakupan AMR ke lebih banyak pelanggan, terutama di daerah yang memiliki tingkat susut non-teknis tinggi. Integrasi AMR dengan sistem smart grid juga dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan energi secara keseluruhan, serta memungkinkan PLN untuk menyesuaikan distribusi daya berdasarkan kebutuhan pelanggan dengan lebih akurat. Infrastruktur komunikasi yang lebih baik juga diperlukan agar data konsumsi pelanggan dapat dikirimkan secara real-time tanpa gangguan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan AMR sangat efektif dalam mengurangi susut non-teknis di PT. PLN ULP Taliwang. Teknologi ini mampu meningkatkan akurasi pencatatan konsumsi listrik, mendeteksi pelanggan dengan pola konsumsi mencurigakan, serta menekan angka pencurian listrik yang selama ini menyebabkan kehilangan energi yang tidak tercatat. Dengan penurunan susut non-teknis dari 10%-15% menjadi 4%-8%, PLN berhasil meningkatkan efisiensi operasional dan pendapatan, serta memperbaiki kualitas distribusi listrik bagi pelanggan.
2. Keunggulan AMR dalam monitoring konsumsi real-time memungkinkan PLN untuk melakukan inspeksi dan tindakan korektif lebih cepat, sehingga pelanggan yang melakukan pencurian listrik dapat segera terdeteksi dan ditindaklanjuti. Selain itu, implementasi AMR juga berkontribusi pada peningkatan kepuasan pelanggan, karena sistem ini memastikan bahwa pencatatan listrik lebih adil dan transparan.
3. Terdapat beberapa kendala dalam penerapan AMR, baik dari aspek teknis seperti gangguan komunikasi sistem dan kegagalan perangkat, maupun aspek non-teknis seperti ketidaksiapan pelanggan dan keterbatasan anggaran untuk ekspansi AMR. Oleh karena itu, PLN perlu mengembangkan strategi optimalisasi berbasis data load profile, meningkatkan sistem monitoring dan peringatan dini, serta melakukan sosialisasi kepada pelanggan mengenai manfaat penggunaan listrik yang sah.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diterapkan oleh PLN untuk meningkatkan efektivitas sistem AMR dalam mengurangi susut non-teknis, antara lain:

1. Memperluas cakupan implementasi AMR ke lebih banyak pelanggan, terutama di daerah dengan tingkat susut non-teknis tinggi.
2. Mengembangkan sistem peringatan dini berbasis data load profile, sehingga anomali konsumsi dapat terdeteksi lebih cepat dan akurat.
3. Meningkatkan infrastruktur komunikasi dan pemeliharaan perangkat AMR, untuk memastikan bahwa data konsumsi pelanggan dapat dikirimkan secara real-time tanpa gangguan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. R, "Penerapan Teknologi Automatic Meter Reading dalam Meningkatkan Efisiensi Energi Listrik," *Jurnal Energi dan Manajemen*, pp. 45-48, 2022.
- [2] D. P. A. & H. R. Sari, "Penerapan Teknologi Automatic Meter Reading dalam Meningkatkan Efisiensi Energi Listrik," *Jurnal Energi dan Manajemen*, pp. 45-48, 2022.
- [3] A. N. M. & S. S. Rahman, "Analisis Pengaruh Data Analitik terhadap Pengurangan Susut Non-Teknis pada Sistem Distribusi Listrik," *Jurnal Teknologi Energi*, pp. 123-135, 2023.
- [4] S. & U. N. Wibowo, "Strategi Mitigasi Susut Non-Teknis Menggunakan Pendekatan AMR dan Big Data," *Jurnal Manajemen Energi Berkelanjutan*, pp. 201-215, 2023.
- [5] R. P. A. & L. Y. Susanto, "Identifying Causes of Non-Technical Losses in Electrical Distribution: A Comprehensive Study," *Journal of Electrical Engineering Research*, pp. 67-78, 2023.
- [6] A. R. & W. S. Prasetyo, "Analisis Pencurian Energi pada Sistem Disribusi Listrik di Indonesia," *Jurnal Teknik Elektro*, pp. 23-24, 2023.
- [7] A. & S. B. Nugroho, "Pengaruh Teknologi Automatic Meter Reading terhadap Akurasi Pengukuran Energi Listrik," *Jurnal Energi dan Lingkungan*, pp. 77-89, 2023.
- [8] R. & S. A. Lestari, "Strategi Pengurangan Susut Non-Teknis Melalui Analisis Load Profile," *Jurnal Manajemen Energi*, pp. 45-60, 2023.
- [9] F. & H. R. Ramadhan, "Kepuasan Pelanggan dan Penerapan Teknologi Metering dalam Mengurangi Susut Energi," *Jurnal Ekonomi Energi*, pp. 101-112, 2023.
- [10] B. & L. D. Santoso, "Pengelolaan Energi Berkelanjutan: Pendekatan Terintegrasi untuk Mengurangi Dampak Lingkungan," *Jurnal Energi dan Lingkungan*, pp. 78-92, 2023.

- [11] I. A.-M. A. & A.-H. A. Khatib, "Load Profile Analysis for Energy Management in Smart Grids," *Journal of Energy Management*, pp. 215-230, 2022.
- [12] A. H. & K. A. Alavi, The Role of Load Profil Analysis in Energy Sustainability, 2021.
- [13] M. S.-k. M. & Z. K. Fadaei, Load Profile Analysis for Renewable Energy Integration in Smart Grids, 2020.
- [14] M. H. & U. M. T. Al-Mamun, Integration of Smart Meters in Power Grid: Challenges, 2020.
- [15] P. & P. S. Bajpai, Smart Metering System for Electricity Distribution: A Review, 2019.
- [16] M. & A. J. M. Sadeghi, The Role of Smart Metering in Modernizing Electric Power System, 2021.
- [17] Y. & W. Z. Zhao, Smart Metering System and its Application in Energy Management, 2020.
- [18] S. P. H. & S. A. Mulyani, "The Role of AMR iN Reducing Non-Technical Losses," *International Journal of Energy Economics and Policy*, pp. 123-134, 2021.
- [19] T. & L. G. Chen, "Remote Meter Reading and Management Systems: Current Trends and Challenges," *Journal of Electrical Engineering & Technology*, pp. 1053-1060, 2021.