

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS SUSUT NON TEKNIS BERDASARKAN *JAM NYALA DAN LOAD PROFILE* PADA PELANGGAN *AMR (AUTOMATIC METER READING)* PT PLN (PERSERO) UP3 BIMA

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



DISUSUN OLEH :

ANGGI RACHMAWATI

NIM 30602200115

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

FINAL PROJECT

**NON TECHNICAL LOSSES ANALYSIS
BASED ON LOAD PROFILE AND LIGHT-ON HOURS FOR
AMR (AUTOMATIC METER READING) CUSTOMER
AT PT PLN (PERSERO) UP3 BIMA**

*PROPOSED TO COMPLETE THE REQUIREMENT TO OBTAIN A
BACHELOR'S DEGREE (S1) AT DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL
ENGINEERING, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, UNIVERSITAS
ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG*



ARRANGED BY:

ANGGI RACHMAWATI

NIM 30602200115

**MAJORING INDUSTRIAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY SEMARANG
*JANUARY 2025***

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS SUSUT NON TEKNIS BERDASARKAN JAM NYALA DAN LOAD PROFILE PADA PELANGGAN AMR (AUTOMATIC METER READING) PT PLN (PERSERO) UP3 BIMA” ini disusun oleh:

Nama : Anggi Rachmawati
NIM : 30602200115
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh Dosen Pembimbing pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 30 Januari 2025

Pembimbing

Tanda Tangan

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

Mengetahui,

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



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS SUSUT NON TEKNIS BERDASARKAN JAM NYALA DAN LOAD PROFILE PADA PELANGGAN AMR (AUTOMATIC METER READING) PT PLN (PERSERO) UP3 BIMA” ini telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Tugas Akhir pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 30 Januari 2025

Tim Penguji

Tanda Tangan

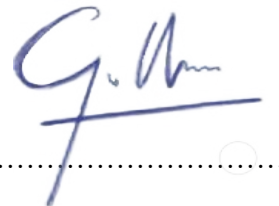
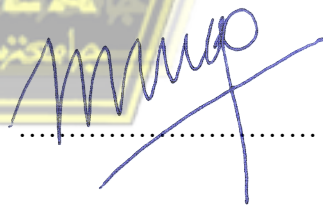
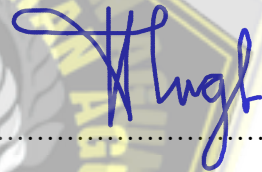
Dedi Nugroho. S.T., M.T.
NIDN. 0617126602

Ketua

Munaf Ismail. S.T., M.T.
NIDN. 0613127302

Penguji I

Dr. Gunawan. S.T., M.T.
NIDN. 0607117101



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggi Rachmawati
NIM : 30602200115
Judul Tugas Akhir : ANALISIS SUSUT NON TEKNIS
BERDASARKAN JAM NYALA DAN LOAD
PROFILE PADA PELANGGAN AMR
(AUTOMATIC METER READING) PT PLN
(PERSERO) UP3 BIMA

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

Semarang, 29 Januari 2025

Yang Menyatakan,



Anggi Rachmawati

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggi Rachmawati
NIM : 30602200115
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat Asal : Malang

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul:
**ANALISIS SUSUT NON TEKNIS BERDASARKAN JAM NYALA DAN
LOAD PROFILE PADA PELANGGAN AMR (AUTOMATIC METER
READING) PT PLN (PERSERO) UP3 BIMA**

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

Semarang, 29 Januari 2025

Yang Menyatakan,



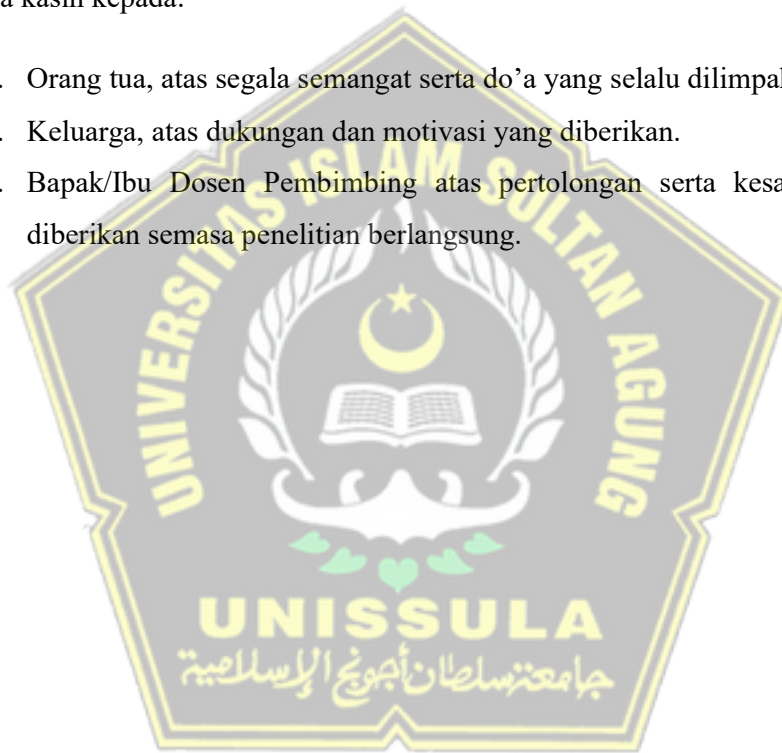
Anggi Rachmawati

HALAMAN PERSSEMBAHAN

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

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

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



HALAMAN MOTTO

“Bersabar adalah nikmat Allah yang paling indah hasilnya”



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT atas hidayah, berkah, serta rahmat -Nya sehingga kami mampu menuntaskan Laporan Akhir dengan judul **“ANALISIS SUSUT NON TEKNIS BERDASARKAN JAM NYALA DAN *LOAD PROFILE* PADA PELANGGAN AMR (*AUTOMATIC METER READING*) PT PLN (PERSERO) UP3 BIMA”** sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Strata I Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.

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

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

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 21 Desember 2024

Anggi Rachmawati



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
<i>FINAL PROJECT</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
HALAMAN PERSSEMBAHAN	viii
HALAMAN MOTTO	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR RUMUS	xxi
ABSTRAK.....	xxii
ABSCTRACK.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6

2.2	Dasar Teori.....	7
2.2.1	Sistem Distribusi.....	7
2.2.2	Klasifikasi JTR.....	11
2.2.3	Susut Distribusi.....	12
2.2.4	Alat Pengukur dan Pembatas (APP)	13
2.2.5	Sistem Automatic Meter Reading (AMR)	16
2.2.6	Perangkat Keras AMR	18
2.2.7	Perangkat Lunak AMR	20
2.2.8	Instrumen Pengukuran	27
2.2.9	Jam Nyala.....	28
2.2.10	Tagihan Susula.....	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	32
3.2	Data Penelitian	32
3.2.1	Data Susut Non Teknis UP3 Bima.....	33
3.2.2	Data Penjualan kWh Pelanggan daya 197 kVA.....	34
3.3	Diagram Alur Penelitian	35
3.5.1	Deskripsi Diagram Alir.....	36
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA		38
4.1	Pengolahan Data.....	38
4.1.1	Jam Nyala.....	38
4.1.2	Hasil Temuan Kelainan Berdasarkan Analisa Jam Nyala dan <i>Load Profile</i> 40	
4.1.3	Perhitungan Tagihan Susulan.....	53
4.1.4	Analisa Kegagalan Baca <i>Load Profile</i> Daya 197 kVA.....	58

4.1.5	Hasil Temuan berdasarkan Analisa Kegagalan Baca <i>Load Profile</i> Pelanggan Daya 197 kVA.....	59
4.1.6	Perhitungan Tagihan Susulan.....	66
4.2	Pembahasan.....	69
BAB V PENUTUP.....		74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem <i>Radial</i>	8
Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem <i>Loop</i>	9
Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem <i>Spindle</i>	10
Gambar 2.4 Sistem Interkoneksi	11
Gambar 2.5 Bagian-Bagian kWh Meter Elektromekanik	15
Gambar 2.6 Meter Elektronik Merk HEXING dan EDM1	16
Gambar 2.7 Konfigurasi Sistem AMR.....	17
Gambar 2.8 Modem Merk SANXING.....	19
Gambar 2.9 Perlengkapan Modem.....	20
Gambar 2.10 <i>Dashboard</i> Aplikasi AMICON	21
Gambar 2.11 Tampilan <i>Load Profile</i> Pada Aplikasi AMICON.....	22
Gambar 2.12 Diagram Phasor Tegangan Normal	24
Gambar 2.13 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Langsung (Direct Connect).....	25
Gambar 2.14 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Tidak Langsung.....	26
Gambar 2.15 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Tidak Langsung.....	26
Gambar 2.16 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Tidak Langsung.....	27
Gambar 3.1 Sebaran Wilayah Kerja UP3 Bima.....	32
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Jam nyala pelanggan (CV Sumber Dingin).....	42

Gambar 4. 2 Load profile tegangan pada bulan April 2024.....	44
Gambar 4.3 Load profile arus pada bulan April 2024	44
Gambar 4.4 Load profile kWh pada bulan April 2024	45
Gambar 4.5 Load profile tegangan pada bulan Mei 2024.....	45
Gambar 4.6 Load profile arus pada bulan Mei 2024	46
Gambar 4. 7 Load profile pemakaian kWh pada bulan Mei 2024	46
Gambar 4.8 Diagram Phasor Hasil Penarikan Data <i>Instant</i>	47
Gambar 4.9 Arus Pada kWh Meter Tidak Terukur.....	48
Gambar 4.10 MCCB Terbakar.....	48
Gambar 4. 11 Dilakukan Sambung Langsung Tanpa Melalui kWh Meter	49
Gambar 4.12 Pengukuran Arus Sebelum Penormalan Menggunakan Tang Ampere	49
Gambar 4.13 MCCB Yang Telah Mengalami Penggantian.....	50
Gambar 4.14 Load Profile Tegangan Pada Bulan Juni 2024	51
Gambar 4.15 Load Profile Arus Pada Bulan Juni 2024.....	52
Gambar 4.16 Load Profile kWh Pada Bulan Juni 2024	53
Gambar 4.17 Diagram Phasor Hasil Perbaikan (Data <i>Instant</i> Pelanggan).....	53
Gambar 4.18 Diagram Phasor Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Ukur (<i>Emsyst</i>)	61
Gambar 4.19 Kondisi kWh Meter Blank/Mati Sebelum Penormalan	61
Gambar 4.20 kWh Meter Setelah Penormalan.....	61
Gambar 4. 21 Grafik Jam Nyala Pelanggan.....	64

Gambar 4.22 Load Profile Tegangan Bulan Juni 2024.....	64
Gambar 4.23 Load Profile Arus Bulan Juni 2024.....	65
Gambar 4.24 Load profile kWh bulan Juni 2024.....	65
Gambar 4. 25 Diagram Phasor Hasil Penarikan Data Melalui Sistem AMR.....	66



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Metering Yang Disimpan	23
Tabel 2.2 Perhitungan Interval Data	23
Tabel 2.3 Perhitungan angka total LWBP.....	29
Tabel 2.4 Perhitungan Angka Total WBP.....	29
Tabel 2.5 Perhitungan Angka Total kVAR.....	30
Tabel 2.6 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian LWBP.....	30
Tabel 2.7 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian WBP	30
Tabel 2.8 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian kVAR	30
Tabel 2.9 Perhitungan Total Tagihan Susulan.....	31
Tabel 3.1 Data Susut Non Teknis UP3 Bima.....	34
Tabel 3.2 Data Jumlah Pelanggan Serta Penjualan Kwh Dalam Beberapa Bulan....	34
Tabel 4.1 Klasifikasi Data Jumlah Pelanggan Berdasarkan Jam Nyala Daya 197 kVA	38
Tabel 4.2 Data Klasifikasi Penurunan Jam Nyala Pelanggan 100-300 Jam	39
Tabel 4.3 Data Penurunan Jam Nyala Bulan Februari 2024.....	39
Tabel 4.4 Data Penurunan Jam Nyala Bulan April 2024.....	40
Tabel 4.5 Data Penurunan Jam Nyala Bulan Mei 2024.....	40
Tabel 4.6 Data Penurunan Jam Nyala Bulan Juni 2024.....	40
Tabel 4.7 Data Riwayat Pemakaian Dan Pembayaran Pelanggan	42
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Sebelum Penormalan.....	49

Tabel 4.9 Data Penggantian MCCB.....	50
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Setelah Penormalan	51
Tabel 4.11 Data Rekening Tagihan Pelanggan	54
Tabel 4.12 Perhitungan Angka Total LWP	54
Tabel 4.13 Perhitungan angka total WP	55
Tabel 4.14 Perhitungan Angka Total kVAR.....	56
Tabel 4.15 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian LWP.....	56
Tabel 4.16 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian WP	57
Tabel 4.17 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian kVAR.....	57
Tabel 4.18 Total Perhitungan Tagihan Susulan	58
Tabel 4.19 Data Kegagalan Baca Load Profile	59
Tabel 4.20 Data Hasil Perbaikan Ganti Meter	59
Tabel 4.21 Data Penormalan kWh Meter.....	62
Tabel 4. 22 Data Hasil Pengukuran Pada kWh Meter	63
Tabel 4.23 Data Jam Nyala Pelanggan	63
Tabel 4.24 Data Rekening Tagihan Pelanggan	67
Tabel 4.25 Perhitungan Angka Total LWP	67
Tabel 4.26 Perhitungan Angka Total WP.....	67
Tabel 4.27 Perhitungan Angka Total kVAR.....	67
Tabel 4.28 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian LWP.....	68
Tabel 4.29 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian WP	68

Tabel 4.30 Perhitungan rata-rata pemakaian kVAR 68

Tabel 4.31 Total tagihan susulan 69



DAFTAR RUMUS

Rumus Susut Distribusi (2.1)	12
Rumus Jam Nyala Pelanggan (2.2)	28



ABSTRAK

Penyusutan teknis dan non teknis terjadi saat PLN mendistribusikan tenaga listrik dari pembangkit hingga ke pelanggan. Satu diantara cara yang bisa dilakukan untuk menekan susut non teknis pada pelanggan *Automatic Meter Reading* (AMR) yaitu dengan cara mengelompokkan berdasarkan jam nyala serta memantau parameter *Load Profile* pelanggan tersebut. Dibutuhkan suatu analisa atau penelitian melalui penggunaan jam nyala serta parameter *Load Profile*, untuk menekan susut non teknis terutama pada pelanggan berdaya besar yang menggunakan sistem AMR, seperti pada pelanggan UP3 Bima sebanyak 189 pelanggan. Tujuannya apabila terdapat anomali dalam proses pengukuran, deteksinya dapat dilakukan lebih dini, sehingga potensi kehilangan kWh yang tidak terdeteksi dapat diminimalisasi. Kondisi ini memungkinkan PLN untuk lebih efisien dalam menetapkan sasaran operasional guna pelaksanaan inspeksi dan optimalisasi sistem. Pada penelitian ini ada 2 pelanggan yang mengalami penurunan jam nyala melebihi 100 jam, dengan indikasi adanya anomali pengukuran di pelanggan tersebut. Setelah dilakukan penormalan sistem terdapat pemakaian tenaga listrik belum tertagih dari 2 pelanggan total sebesar 120.457,43 kWh yang belum terbayar.

Kata Kunci: Distribusi listrik, kWh meter, Susut Non-teknis.

ABSTRACT

Technical and non-technical depreciation occurs when PLN distributes electricity from generators to customers. One way that can be done to reduce non-technical losses for Automatic Meter Reading (AMR) customers is by grouping them based on running hours and monitoring the customer's Load Profile parameters. An analysis or research is needed using running hours and Load Profile parameters, to reduce non-technical losses, especially for large power customers who use the AMR system, such as 189 UP3 Bima customers. The goal is that if deviations occur in measurements, they can be identified more quickly, and losses due to potential unmeasured kWh can be reduced. This can make it easier for PLN to determine operational targets for checking and repair. In this research, 2 customers experienced a decrease in operating hours exceeding 100 hours, indicating measurement anomalies in these customers. After normalizing the system, there was uncollected electricity usage from 2 customers totaling 120,457.43 kWh which had not been paid for.

Keywords: *Electricity distribution, kWh meter, non-technical losses.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT PLN (Persero) ialah perusahaan yang beroperasi pada bidang kelistrikan yang melayani semua masyarakat. Proses bisnis PLN sendiri dimulai dari pembangkit energi listrik, transmisi, sampai pendistribusian energi ke pelanggan. PLN mempunyai unit pelayanan tersebar di seluruh wilayah Indonesia, Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) yang berfokus dalam memberikan pelayanan pasokan energi listrik di daerah, adapun UP3 Bima bertanggung jawab atas wilayah meliputi Kota dan Kabupaten Bima serta Kabupaten Dompu hingga perbatasan dengan Kabupaten Sumbawa. UP3 Bima berada di bawah Unit Induk Nusa Tenggara Barat (UIW NTB) melayani 76.000 pelanggan pascabayar serta 230.000 pelanggan prabayar. Dengan pelanggan AMR (*Automatic Meter Reading*) potensial sejumlah 1.224 pelanggan tersebar. Kawasan pelayanan UP3 Bima merupakan kawasan yang banyak mengalami perkembangan baik dari sektor rumah tangga, pariwisata, pemerintahan maupun industri.

Dalam mendistribusikan energi listrik, PLN menggunakan kWh meter sebagai alat pengukuran energi pada pelanggan. Pada kWh meter tiga fasa, umumnya telah diterapkan teknologi meter elektronik yang mendukung pembacaan secara remote melalui pemanfaatan media komunikasi yang dikenal sebagai sistem AMR atau *Automatic Meter Reading*. Sistem AMR mampu mengukur dan menyimpan data-data ke dalam *database*, dimana kemudian bisa dimanfaatkan guna menganalisa, menghitung besar pemakaian dan riwayat transaksi.

Tentunya masalah akan selalu timbul, termasuk pada saat proses pendistribusian listrik di UP3 Bima sendiri. Masalah yang menjadi momok setiap tahunnya adalah susut atau losses energy yang sangat merugikan PLN. Susut ini sendiri terbagi menjadi 2 yaitu susut teknis dan susut non teknis. Susut teknis merujuk pada kehilangan energi listrik yang terjadi selama proses penghantaran, mulai dari jaringan transmisi hingga jaringan distribusi, akibat hambatan alami dalam sistem. Sementara, susut non teknis mengacu pada kehilangan energi yang

disebabkan oleh permasalahan terkait akurasi dan keandalan pengukuran pada alat ukur. Angka susut Non teknis di PLN UP3 Bima pada bulan Desember 2023 adalah 892.887 kWh.

Dalam upaya menekan angka susut non teknis, satu diantara cara yang bisa dijalankan adalah dengan mengelompokkan pelanggan AMR berlandaskan jam nyala. Jam nyala adalah rasio antara konsumsi energi listrik yang dilakukan pengukuran dalam satuan kWh dengan kapasitas daya terpasang yang dinyatakan dalam satuan kVA, adapun kategori jam nyala normal pelanggan adalah 40 - 720 jam dalam satu bulan (Kementerian ESDM, 2016). Jika kurang atau lebih dari itu maka perlu dilakukan analisa pemakaian energi pelanggan berdasarkan parameter *Load Profile* yang ada. Apabila terdapat anomali pengukuran, akan diketahui lebih cepat sehingga kerugian akibat kWh yang tidak terukur bisa berkurang. Untuk maksud tersebut maka penulis menjalankan penelitian yang ditulis dalam bentuk Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Susut Non Teknis Berdasarkan Jam Nyala Dan Load Profile Pada Pelanggan AMR (Automatic Meter Reading) PT PLN (Persero) UP3 Bima**”. Hal ini juga bisa mempermudah PLN dalam menetapkan sasaran operasi untuk kemudian dijalankan dan dibenahi dan pemeriksaan lebih lanjut.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana analisis susut non teknis pada pelanggan AMR PT PLN (Persero) UP3 Bima berdasarkan jam nyala ?
2. Bagaimana analisis susut non teknis pada pelanggan AMR PT PLN (Persero) UP3 Bima berdasarkan load profilnya ?
3. Bagaimana perhitungan saving kWh di PT PLN (Persero) UP3 Bima sebelum dan sesudah dilakukan analisis susut non teknis ?

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, sudah ditetapkan berbagai batasan masalah, meliputi:

1. Penentuan analisis dan perhitungan anomali pengukuran yang terjadi hanya pada pelanggan potensial paskabayar UP3 Bima ditentukan berdasarkan Jam Nyala dan parameter *Load Profile* pelanggan.
2. Penentuan faktor penyebab anomali pengukuran energi berdasarkan data yang diperoleh dan kondisi di lapangan.
3. Penentuan 1 sample untuk setiap *case* yang dianalisis hanya pelanggan potensial paskabayar daya 197kVA.

1.4 Tujuan

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

1. Menganalisis susut non teknis pada pelanggan AMR di PT PLN (Persero) UP3 Bima berdasarkan jam nyala.
2. Menganalisis susut non teknis pada pelanggan AMR PT PLN (Persero) UP3 Bima berdasarkan load profile.
3. Menghitung dan membandingkan saving kWh pada PT PLN (Persero) UP3 Bima sebelum dan sesudah dilakukan analisis susut non teknis.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah:

1. Menurunkan potensi kenaikan susut non teknis akibat anomali pengukuran pada PLN UP3 Bima.
2. Mengetahui lebih awal anomali pengukuran maupun kerusakan alat pengukuran sehingga dapat dilakukan pemeliharaan aset lebih cepat.
3. Menambah referensi studi literatur bagi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

1.6 Penulisan

Sistematika penulisan mencakup beberapa bab, meliputi:

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV : PEMBAHASAN

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

BAB V : PENUTUP

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Susut non teknis merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi oleh PLN, yang kerap terjadi pada pelanggan potensial (Tanjung, Zain, Susanto, 2019). Tingginya susut nonteknis pada pelanggan potensial ini disebabkan oleh kesalahan pemasangan maupun pemeliharaan. Pada penelitian ini dilakukan pemantauan kemudian analisa pemakaian energi pada pelanggan potensial menggunakan aplikasi AMR pada pelanggan PT Tjockro Bersaudara Bontang Kaltim. Dengan aplikasi AMR tersebut dapat dengan mudah dan cepat mengetahui apakah terdapat penyimpangan dalam pemakaian energi listrik. Sehingga dapat mempercepat pula proses perbaikan atau penormalan yang diketahui akibat polaritas terbalik pada CT.

Penelitian yang dilakukan terkait susut non teknis juga dilakukan di Gorontalo, yang membahas mengenai susut non teknis yang terjadi pada pelanggan potensial berbasis data *Automatic Meter Reading* (AMR). Dilakukan studi kasus menggunakan data AMR yang telah diperoleh untuk mempermudah dalam mencari adanya penyimpangan/anomali pengukuran. Hasil yang didapatkan yaitu adanya kWh yang tidak terukur pada salah satu fasa yang disebabkan oleh rusaknya salah satu instrumen pengukuran yaitu *Current Transformer* (CT), sehingga menyebabkan kerugian susut non teknis pada PT PLN Persero UP3 Gorontalo (Surusa, Humena and Nani, 2022).

Dilakukan penelitian “Analisa Implementasi *Anomaly Early Warning System* pada Pelanggan *Automatic Meter Reading* (AMR) dalam Pengendalian Susut Jaringan Distribusi pada PLN UP3 Mataram” (Wibowo, Purwaningsih, Susanty, 2024). Penelitian ini membahas tentang susut distribusi yang ada pada UP3 Mataram melebihi batas target yaitu 6,69% pada tahun 2019. Penulis melakukan penelitian dengan menganalisis dari susut non teknis yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti, pemakaian listrik ilegal, kesalahan baca meter, kesalahan alat pengukuran dan lain-lain. Dalam Upaya untuk menekan susut distribusi tersebut, dilakukan pemantauan ekstra terhadap pemakaian tenaga

Listrik pada pelanggan besar menggunakan AMR yang berbasis aplikasi AMICON. Dengan penambahan *Anomaly Early Warning System* yang memanfaatkan aplikasi Telegram, terbukti mampu memberikan peringatan secara real time, cepat, dan akurat. Sehingga terbukti memudahkan PLN untuk mengeksekusi anomaly yang terjadi pada pelanggan kemudian hal ini menekan angka susut yang dialami oleh PLN sendiri.

Pada tahun 2018 telah dilakukan analisa terhadap ketidaknormalan meter elektronik dengan sistem *automatic meter reading*. Dengan studi kasus penelitian berdasarkan data yang diambil dari AMR, didapatkan hasil Analisa yaitu terdapat nilai kWh yang seharusnya bernilai nol, akibat dari adanya kesalahan polaritas atau rasio pada *Current Transformer* (CT) pelanggan. Kesalahan ini disebabkan oleh *human error* seperti saat perbaikan gangguan alat pengukuran, sehingga menyebabkan kerugian bagi pihak PLN akibat adanya kWh tidak terhitung dan rupiah yang tidak tertagih (Wiharja, 2018).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Distribusi

Sistem distribusi ialah elemen integral dari sistem tenaga listrik yang mempunyai peranan dalam pentransferan energi listrik dari pusat pembangkit hingga ke konsumen. Sistem distribusi sendiri berawal dari PMT *Outgoing* yang ada di Gardu Induk, hingga ke Alat Pengukur, dan Pembatas (APP) yang terdapat pada instalasi pelanggan. Sistem distribusi sendiri terdapat dua jenis dua jenis, yakni sistem distribusi primer dan sekunder.

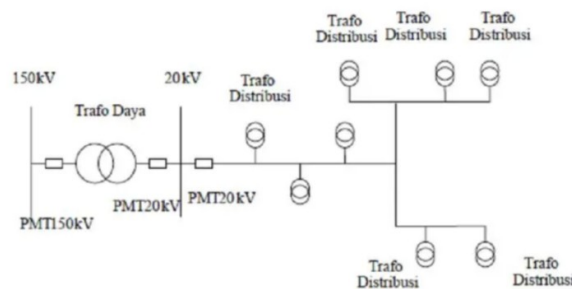
Sistem distribusi primer ialah sistem distribusi yang mempunyai tegangan pelayanan 20 kV, dengan daya pelayanan diatas 200 kVA. Sistem distribusi primer dimulai dari PMT *Outgoing* pada Gardu Induk yang kemudian disalurkan melalui jaringan tegangan menengah yaitu Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM), maupun Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM), menuju ke bagian primer dari Trafo Distribusi. Sementara itu, sistem jaringan distribusi sekunder merupakan suatu sistem peyaluran listrik ke konsumen dengan tegangan

pelayanan 230/400 Volt atau dapat disebut sebagai tegangan rendah dengan daya pelayanan di bawah 200 kVA, mulai dari 450 VA hingga 197 kVA. Sistem distribusi sekunder dimulai dari bagian outgoing sekunder trafo distribusi hingga ke instalasi pelanggan, yang dapat disalurkan melalui jaringan tegangan rendah yaitu Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR), maupun Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) menuju Alat Pengukur, dan Pembatas (APP) sebagai instrumen pengukuran transaksi energi listrik dengan pelanggan.

Struktur jaringan primer di suatu wilayah dirancang berdasarkan profil beban atau tingkat keandalan yang diharapkan, dengan tetap memperhatikan anggaran yang ada. Beberapa macam serta bentuk dasar struktur jaringan distribusi primer ialah :

1) **Sistem Radial**

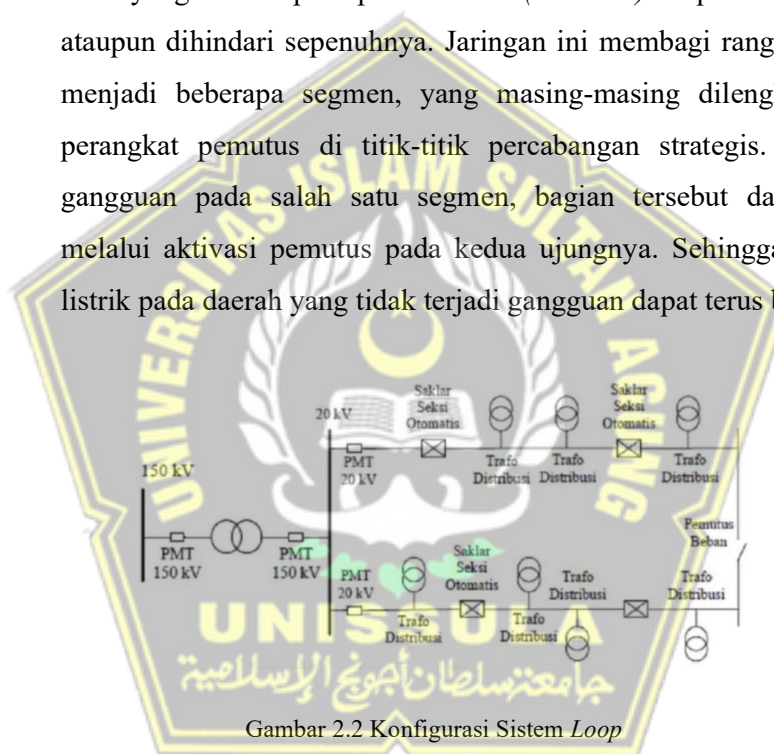
Sistem *radial* ialah jaringan distribusi yang memiliki satu jalur pasokan tenaga listrik. Apabila berlangsung gangguan di jalur ini, maka akan mengakibatkan “*blac-kout*” atau pemadaman total di area yang tidak menerima suplai dari GI. Gangguan pada gardu induk, misalnya, dapat menyebabkan gardu distribusi yang terhubung dengannya kehilangan pasokan listrik karena pemutus daya terbuka, sehingga seluruh area yang dilayani mengalami pemadaman total. Pemilihan jaringan *radial* umumnya didasarkan pada pertimbangan kesederhanaan desain dan efisiensi biaya. Lebih lanjut, sistem ini cocok untuk daerah dengan tingkat kepadatan beban yang rendah hingga sedang, di mana tingkat keandalan yang diberikan masih dapat diterima oleh pelanggan.



Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem *Radial*

2) Sistem *Loop*

Sistem *loop* merupakan jaringan distribusi yang menyediakan jalur alternatif pasokan listrik untuk mengantisipasi gangguan, sehingga area yang terdampak pemadaman (*blackout*) dapat diminimalisasi ataupun dihindari sepenuhnya. Jaringan ini membagi rangkaian primer menjadi beberapa segmen, yang masing-masing dilengkapi dengan perangkat pemutus di titik-titik percabangan strategis. Jika terjadi gangguan pada salah satu segmen, bagian tersebut dapat diisolasi melalui aktivasi pemutus pada kedua ujungnya. Sehingga penyaluran listrik pada daerah yang tidak terjadi gangguan dapat terus berlangsung.



Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem *Loop*

3) Sistem *Spindle*

Sistem *spindle* merupakan kombinasi dari sistem *radial* dan sistem *loop*. Konfigurasi *spindle* biasanya dimanfaatkan penggunaannya pada saluran kabel bawah tanah (SKTM). Dalam konfigurasi ini, didapati dua tipe penyulang yang dikenal, yakni penyulang cadangan (*standby* atau *express feeder*) serta penyulang operasi (*working feeder*). Sejumlah saluran yang keluar dari Gardu Induk (GI) diarahkan menuju Gardu Hubung (GH). Selanjutnya, antara

GI dan GH tersebut terhubung oleh satu saluran yang melintasi gardu-gardu distribusi, yang dikenal dengan istilah *express feeder*.

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



4) Sistem Interkoneksi

Sistem Interkoneksi ialah konfigurasi jaringan yang mengintegrasikan lebih dari satu sumber daya atau pembangkit energi listrik. Jika satu diantara jalur pasokan dari pembangkit mengalami kegagalan, kebutuhan energi listrik tetap dapat dipenuhi melalui suplai dari pembangkit lain. Model jaringan ini lazim diterapkan di kawasan dengan densitas beban yang tinggi, seperti wilayah ibu kota dan sekitarnya. Dengan demikian, sistem ini sangat sesuai untuk daerah

Gambar 2.4 Sistem Interkoneksi

Jaringan Distribusi Tegangan Rendah ialah saluran distribusi bagian paling akhir dari rangkaian distribusi yang memegang peranan dalam penyaluran tenaga listrik ke pelanggan. Pada umumnya Jaringan Tegangan Rendah (JTR) menggunakan konfigurasi *radial*, yakni konfigurasi jaringan yang mendapatkan pasokan hanya dari satu pasokan tenaga listrik. Berdasarkan spesifikasi konstruksi dan jenis kabel yang digunakan, JTR dibagi menjadi beberapa jenis antara lain:

Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) menggunakan kabel pilin atau yang disebut *twisted cable*, dikonstruksikan pada tiang dengan panjang 9 meter yang ditanam 1,5 meter atau seperenam dari panjang tiang. Saluran ini biasanya dikonstruksikan dibawah jaringan saluran udara tegangan menengah, serta pada dinding bangunan. Adapun Spesifikasi kabel pilin yang dimanfaatkan pada sistem SUTR mencakup kabel dengan tegangan nominal 0,6/1 (1,2 kV), dirancang

khusus untuk jaringan listrik bertegangan rendah di area operasional PLN. Kabel ini mencakup jenis kabel pilin untuk saluran udara tegangan rendah (NFA2X-T) serta kabel pilin yang diperuntukkan bagi saluran sambungan pelanggan (NFA2X) (PT.PLN (Persero), 2014)

2) Saluran Kabel Tanah Tegangan Rendah

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

2.2.3 Susut Distribusi

Susut distribusi yaitu selisih kWh tersalur dari *outgoing* Gardu Induk Transmisi dengan total kWh yang terpakai oleh pelanggan. Artinya jumlah kWh yang lenyap akibat susut distribusi ialah energi listrik yang sudah dihasilkan namun tak terpakai. Dalam konteks ini, pihak penyelenggara layanan kelistrikan, yakni PLN, mengalami kerugian finansial karena harus memproduksi energi listrik dengan pengeluaran biaya yang signifikan namun jumlah energi yang terhitung tidak sesuai pembangkitan awal atau mengalami penyusutan. Untuk mengetahui berapa susut yang terjadi digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susut Distribusi} = \text{kWh terpakai} - \text{kWh tersalur} \dots\dots\dots 2.1$$

Susut distribusi diperoleh dari kWh terpakai di sisi pelanggan dikurangi dengan kWh tersalur yang dikirim dari *outgoing* Gardu Induk Transmisi. Susut

distribusi dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan penyebab susut itu sendiri, yaitu:

1) Susut Teknis

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

2) Susut Non Teknis

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

2.2.4 Alat Pengukur dan Pembatas (APP)

Energi listrik ialah wujud pemanfaatan daya listrik dalam rentang waktu tertentu, yang berasal dari output energi yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik. Nilai energi listrik ini diukur dalam satuan kWh (*kilo Watt hour*). Sebagai sarana transaksi antara PLN dan konsumen, dipasang perangkat khusus bernama Alat Pengukur dan Pembatas (APP) (PT PLN Persero, 2012)

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

1) kWh Meter

Alat yang dimanfaatkan PLN untuk melakukan pengukuran energi listrik yang dipergunakan oleh pelanggan, yang berupa peralatan elektro mekanik maupun elektronik disebut dengan kWh (*kilo Watt hour*) meter. Dimana alat ukur ini bekerja berlandaskan prinsip induksi magnetis oleh medan magnet yang dibangkitkan melalui kumparan yang teraliri arus terhadap piringan kWh meter, maupun *counter* pada meter elektronik. Besar kecilnya pemakaian energi listrik dapat ditunjukkan dengan kecepatan putaran piringan kWh meter elektro mekanik maupun kecepatan *counter* digital yang ada pada meter elektronik. Apabila pemakaian daya listrik oleh beban kecil, maka kecepatan *counter* dan putaran piringan juga akan bergerak lambat. Besaran pemakaian energi listrik yang tersalurkan ke pelanggan dalam rentang periode tertentu dapat dilihat dari angka yang terdapat pada register kWh meter. Berdasarkan jenis, dan cara kerjanya, kWh meter dibagi menjadi dua jenis, yaitu meter elektro mekanik atau biasa disebut meter analog, dan meter elektronik.

2) Meter Elektro Mekanik

Meter jenis ini merupakan instrumen pengukur yang beroperasi berlandaskan prinsip induksi magnetis yang dihasilkan oleh medan magnet dari kumparan arus terhadap piringan kWh meter. Medan magnet dari kumparan arus tersebut akan berinteraksi dengan medan magnet yang diciptakan oleh arus dalam kumparan tegangan pada piringan yang sama. Interaksi antara kedua medan magnet ini menciptakan pergeseran fasa sebesar 90° satu terhadap lainnya (azas Ferrari), sehingga menghasilkan momen putar yang menggerakkan piringan kWh meter. Hal ini disebabkan karena konstruksi kumparan tegangan yang dibuat dalam jumlah gulungan yang besar sehingga bisa dikategorikan induktansi murni.



Gambar 2.5 Bagian-Bagian kWh Meter Elektromekanik

3) Meter Elektronik

Meter energi listrik elektronik ialah suatu perangkat elektronik yang berguna dalam mengukur berbagai besaran listrik meliputi tegangan, arus, daya, energi, serta besaran-besaran lainnya, (PT PLN (Persero), 2021, p. 18). Meter elektronik ini beroperasi dengan mengandalkan prinsip kerja elektronika, di mana sinyal analog dari arus dan tegangan diolah menjadi sinyal digital melalui proses konversi elektronik. Pada jaman sekarang meter elektronik lebih

dipilih untuk mengukur pemakaian energi listrik dibandingkan meter jenis lainnya yaitu meter elektro mekanik. Hal ini dikarenakan meter elektronik ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya meter ini memiliki keakuratan pembacaan lebih tinggi dibanding meter mekanik, selain itu meter jenis ini juga memiliki memori internal yang dapat menyimpan hasil pengukuran, serta meter elektronik ini dapat terhubung ke modem. Adapun jenis meter elektronik yang umumnya dimanfaatkan di PT PLN (Persero) untuk sekarang ialah meter elektronik dengan merek Edmi, Wasion, Itron, dan Hexing (Buzau *et al.*, 2019)

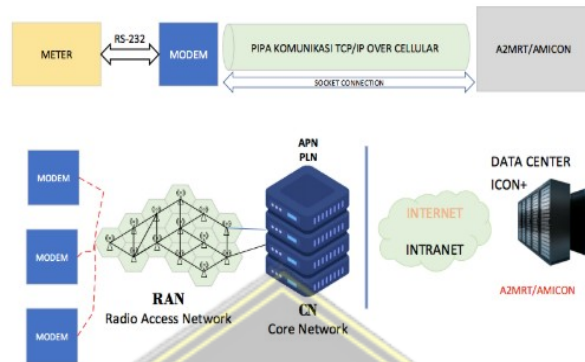


Gambar 2.6 Meter Elektronik Merk HEXING dan EDMi

2.2.5 Sistem Automatic Meter Reading (AMR)

Sistem pembacaan meter terkendali jarak jauh, atau bisa disebut dengan Sistem *Automatic Meter Reading* (AMR), ialah sistem pengukuran yang sudah diimplementasikan di PLN. Pada perkembangannya, sistem AMR ini mulai dilengkapi kemampuan untuk melakukan *remote control* sehingga menjadi cikal bakal pengembangan sistem metering dengan komunikasi dua arah di PLN. Sistem AMR sendiri diperuntukkan pada pelanggan paska bayar, baik pengukuran langsung maupun tak langsung. Konfigurasi dari sistem AMR yang sudah di implementasikan di PLN adalah konfigurasi meter yang terhubung langsung ke

pusat data, atau disebut MDMS. Konfigurasi dari sistem AMR terlihat melalui gambar 2.7 di bawah ini (PT PLN Persero, 2021)



Gambar 2.7 Konfigurasi Sistem AMR

Pengembangan Sistem AMR harus menyesuaikan dengan pengembangan sistem komunikasi dua arah dan menjadi komponen 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, berbagai parameter itu haruslah didefinisikan sebelumnya di meter elektronik, sehingga data yang diinginkan dapat tersimpan pada meter.

Adapun fungsi dari *Automatic Meter Reading* (AMR) sebagai berikut:

1. Untuk memantau (memonitor), dan mengunduh 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.

2.2.6 Perangkat Keras AMR

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

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

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

2) Modem

Modem adalah perangkat elektronika yang mengintegrasikan fungsi modulasi dan demodulasi, dengan memanfaatkan sumber daya listrik tertentu untuk mengonversi dan memisahkan data pengukuran dari meter elektronik. Data tersebut dikombinasikan dengan gelombang pembawa (media komunikasi) yang ditransmisikan melalui sinyal radio pada frekuensi tertentu melalui penggunaan antena, sehingga memungkinkan pengiriman dan penerimaan data antar lokasi yang terpisah (PT PLN Persero, 2021)



Gambar 2.8 Modem Merk SANXING

Beberapa perlengkapan yang berkaitan dengan modem di antaranya:

1. Antena

Antena adalah komponen dari modem yang berperan dalam menangkap serta memancarkan sinyal radio pada frekuensi spesifik. 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 (*Subssciber Identy Module/ Subscriber Identification Module*) adalah kartu komunikasi yang memuat informasi identitas pelanggan, seperti nomor telepon dan data memori lain yang terintegrasi pada sistem layanan telekomunikasi.

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, 2021)



Gambar 2.9 Perlengkapan Modem

Berikut konfigurasi perangkat keras AMR mulai dari kWh meter hingga sampai ke aplikasi AMICON PLN / komputer.



Gambar 2. 10 Konfigurasi Perangkat Keras AMR

2.2.7 Perangkat Lunak AMR

Perangkat lunak pada sistem AMR ialah hasil kompilasi instruksi dalam bahasa pemrograman spesifik yang berfungsi untuk mengorkestrasi dan mengendalikan modem agar beroperasi sesuai parameter yang ditetapkan.

1) Aplikasi AMICON

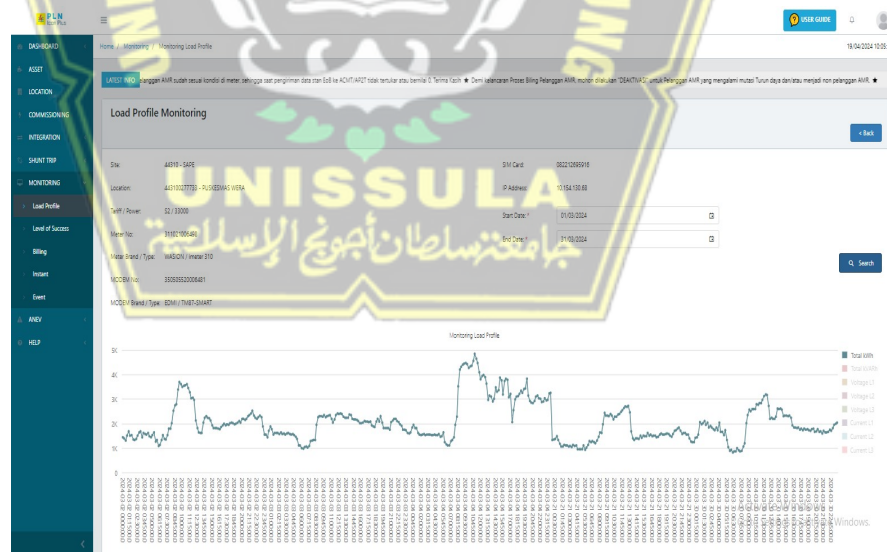
Suatu aplikasi untuk sistem AMR terpusat, yang digunakan oleh PT PLN (Persero) untuk melakukan pembacaan data dan penarikan data dari meter elektronik secara jarak jauh yang dapat dilakukan dengan menggunakan *loader* (PC atau Laptop). Aplikasi AMICON sendiri adalah sebuah aplikasi yang dikelola oleh 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 ialah 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 2.11 Dashboard Aplikasi AMICON

2) Parameter Load Profile

kWh meter melakukan pengukuran *Load Profile* yang dilakukan secara *real-time* dengan *sampling* pengukuran setiap 1 (satu) menit data dan penyimpanan *profile* dengan interval waktu tertentu secara merata. Waktu interval penyimpanan *profile* harus dapat diatur dengan setelan awal 15 menit untuk meter tersambung tidak langsung, dan 30 menit untuk meter tersambung langsung. Data *sampling* yang gagal diukur akibat *power outage* tidak diisi dengan numerik apapun (*blank*) jika dalam satu interval didapatkan diseluruh data sampling adalah *blank*, maka meter akan menyimpan objek *Load Profile* dengan angka nol. Data *Load Profile* dapat diambil oleh pusat data berdasarkan waktu (*selective access* dengan data pengambilan data berdasarkan tanggal dengan parameter minimum perhari dan juga dapat diatur sehingga dapat dikirim secara *push* ke pusat data (PT PLN Persero, 2021)



Gambar 2.12 Tampilan *Load Profile* Pada Aplikasi AMICON

Data *Load Profile* sendiri mencakup informasi metering serta catatan konsumsi energi yang diekstraksi dari meter elektronik melalui

mekanisme sistem AMR. Data ini tersusun dalam interval waktu spesifik, yakni 15, 30, atau 60 menit. Adapun data *metering* yang disimpan, diperlihatkan pada tabel 2.1 ini:

Tabel 2.1 Data Metering Yang Disimpan

Energi	kWh +, kWh-, kVARh +, kVARh
Arus	Arus R, S, dan T
Tegangan	Tegangan R, S, dan T
Power Faktor	PF
Beban	kW
Daya	kVA

Adapun berbagai data pengukuran yang ada pada *Load Profile* dapat dijadikan acuan dalam melakukan analisa pemakaian, yaitu dapat dilakukan dengan:

1. Menganalisa keutuhan atau kelengkapan data

Keutuhan data ini terlihat melalui jumlah *Load Profile* perbulan, dengan perhitungan seperti di bawah ini:

Tabel 2.2 Perhitungan Interval Data

Waktu	Interval Data (Data)		
	15 Menit	30 Menit	60 Menit
1 Jam	4	2	1
24 Jam (1 hari)	96	48	24
720 Jam (30 Hari)	2880	1440	720

2. Menganalisa data energi

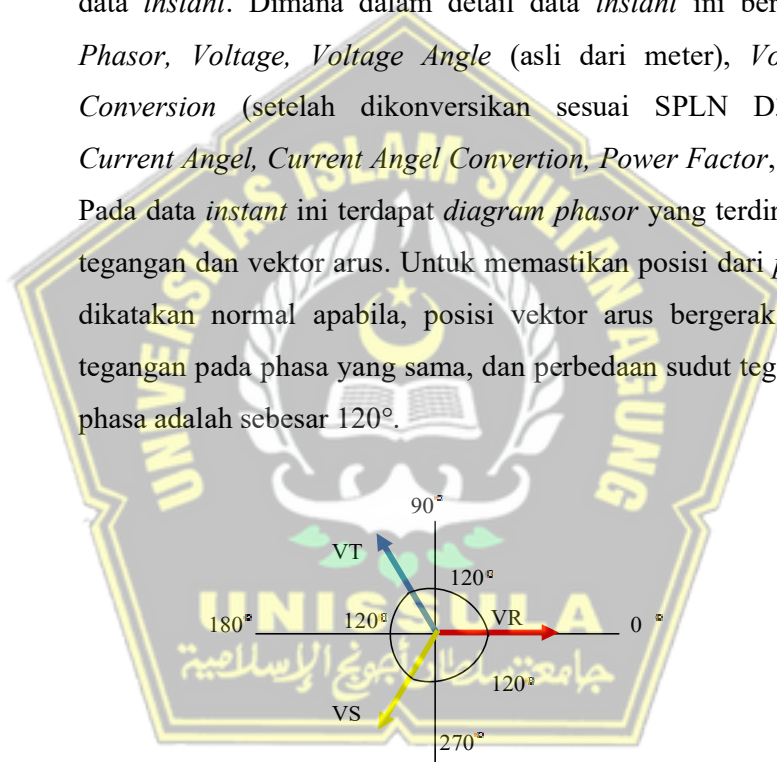
Pada proses analisis data energi ini, pada situasi normal, hanya energi aktif (kWh) yang terdeteksi dan tercatat sebagai energi yang dikirim (kWh ekspor atau kWh +).

3. Menganalisa keseimbangan data Arus dan Tegangan

Guna mempermudah analisa, bisa memanfaatkan penggunaan grafik arus dan tegangan yang tersedia pada tampilan *Load Profile*. Dimana setiap grafik arus dan tegangan setiap fasanya cenderung mendekati fasa lainnya.

3) Parameter *Instantaneous*

Instantaneous adalah sebuah menu yang terdapat dalam menu *monitoring* yang berfungsi melakukan penarikan dan menampilkan data *instant*. Dimana dalam detail data *instant* ini berisi *Diagram Phasor*, *Voltage*, *Voltage Angle* (asli dari meter), *Voltage Angle Conversion* (setelah dikonversikan sesuai SPLN D3.006-2017), *Current Angel*, *Current Angel Convection*, *Power Factor*, dan lainnya. Pada data *instant* ini terdapat *diagram phasor* yang terdiri atas vektor tegangan dan vektor arus. Untuk memastikan posisi dari *phasor* dapat dikatakan normal apabila, posisi vektor arus bergerak $\pm 90^\circ$ dari tegangan pada fasa yang sama, dan perbedaan sudut tegangan antara fasa adalah sebesar 120° .



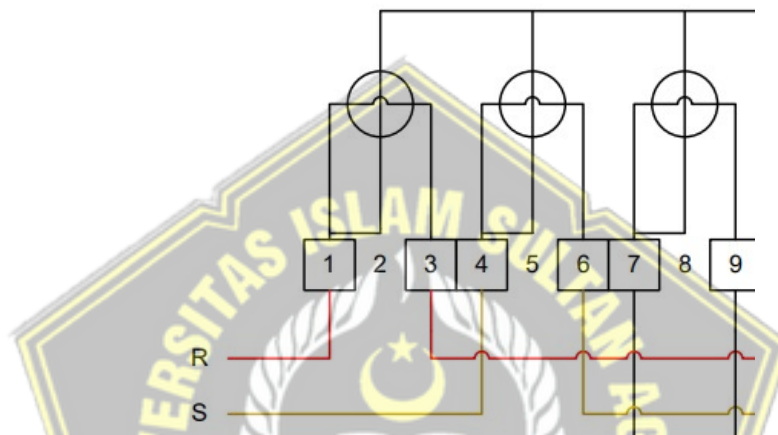
Gambar 2.13 Diagram Phasor Tegangan Normal

4) Konfigurasi Pengawatan *Automatic Meter Reading* (AMR)

- a. Sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) Pengukuran Langsung

Sistem AMR dengan menggunakan pengukuran langsung ini menggunakan alat ukur energi yaitu meter energi statis sistem pembacaan jarak jauh dengan tegangan

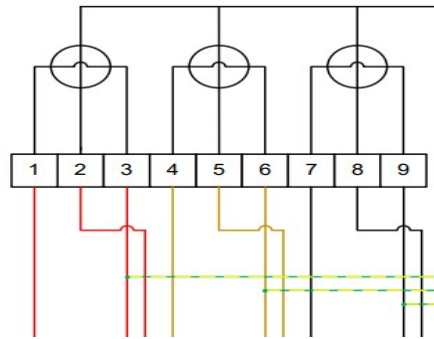
pengenal 230/400 Volt, serta daya sebesar 6.6 kVA hingga 41.5 kVA. Sistem pengukuran langsung sendiri ialah metode pencatatan energi listrik yang dijalankan tanpa melibatkan penggunaan transformator arus maupun transformator tegangan dalam proses pengukurannya (PT PLN Persero, 2011)



Gambar 2.14 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Langsung (Direct Connect)

b. Sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) Pengukuran Tidak Langsung TR.

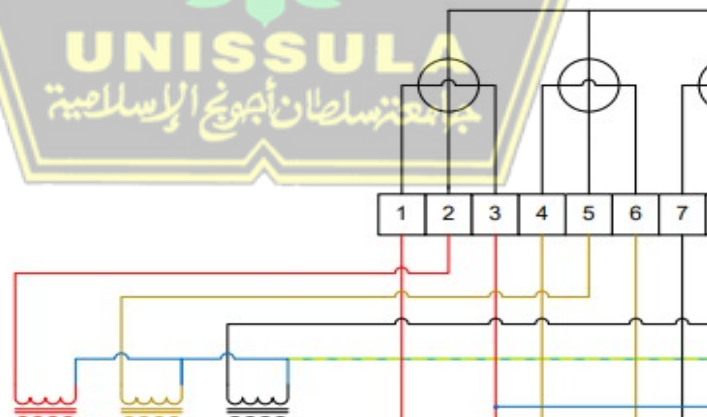
Sistem AMR untuk pengukuran tidak langsung tegangan rendah yang menggunakan meter energi statis fase tiga dengan sistem pembacaan terkendali jarak jauh dengan tegangan pengenal 230/400 Volt, dan daya 53 kVA s/d 197 kVA, pasangan luar (PT PLN Persero, 2012). Pembatas yang digunakan adalah pemutus tenaga pengaman fase tiga, dengan dilengkapi instrumen pengukuran yaitu transformator arus yang dipasang pada bagian dalam di balik papan montase MCCB.



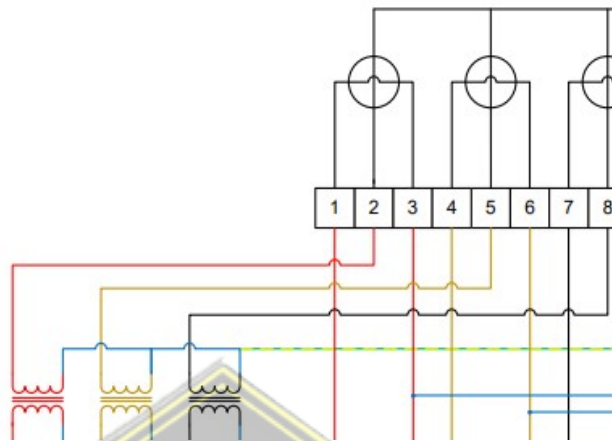
Gambar 2.15 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Tidak Langsung Menggunakan Transformator Arus

c. Sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) Pengukuran Tidak Langsung TM.

Sistem AMR untuk pengukuran tidak langsung tegangan menengah yang menggunakan meter energi statis fase tiga dengan sistem pembacaan terkendali jarak jauh dengan tegangan pengenalan 57.7/100 Volt, dan daya pelayanan diatas 200 kVA. Pada pengukuran tidak langsung tegangan menengah ini menggunakan instrumen pengukuran yaitu transformator arus dan transformator tegangan.



Gambar 2.16 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Tidak Langsung Menggunakan Transformator Arus dan Transformator Jaringan Tiga Kawat



Gambar 2.17 Konfigurasi Pengawatan Meter Tersambung Tidak Langsung Menggunakan Transformator Arus dan Transformator Tegangan Jaringan Empat Kawat

2.2.8 Instrumen Pengukuran

Instrumen pengukuran ialah alat yang dimanfaatkan guna melengkapi kebutuhan meter dalam melakukan pengukuran energi listrik. Hal ini dilakukan agar menyederhanakan sistem pengukuran dan meningkatkan efektivitas dari meter dalam mengukur energi listrik baik untuk tegangan rendah, tegangan menengah, sampai ke tegangan tinggi.

1) Trafo Arus atau *Current Transformer* (CT)

Current Transformer atau biasa disebut trafo arus ialah suatu instrumen pengukuran yang dimanfaatkan guna mentransformasikan atau mengubah arus yang bernilai lebih tinggi menjadi nilai yang lebih rendah, sehingga dapat dilakukan pengukuran oleh meter. *Current Transformer* (CT) ini biasanya digunakan pada sistem pengukuran energi secara tidak langsung, baik untuk tegangan rendah dengan daya pelayanan 53 kVA hingga 197 kVA, dan tegangan menengah dengan daya kontrak melebihi 200 kVA.

2) Trafo Tegangan atau *Potensial Transformer* (PT)

Potensial Transformer atau biasa disebut trafo tegangan ialah suatu instrumen pengukuran yang digunakan untuk mengubah atau mentransformasikan tegangan yang bernilai lebih tinggi menjadi

tegangan yang lebih rendah selaras dengan standar yang dapat diukur oleh meter. *Potensial Transformer* (PT) ini biasanya dipasang kubikel metering pada pelanggan tegangan menengah atau dengan tegangan pelayanan sebesar 20 kV.

3) *Time Switch*

Time Switch atau biasa dikenal dengan saklar waktu adalah sebuah instrumen pengukuran yang digunakan untuk meter kWh dengan sistem pengukuran tarif ganda yang berguna untuk menunjukkan pemakaian kWh saat LWBP dan WBP. Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) adalah pengukuran pemakaian yang berada pada pukul 22:00 s/d 18:00, serta Waktu Beban Puncak (WBP) yang mengukur pemakaian kWh pada pukul 18:00 s/d 22:00.

2.2.9 Jam Nyala

Jam nyala adalah besaran pemakaian energi listrik (kWh) oleh suatu pelanggan yang dibandingkan dengan daya yang tersambung atau daya kontrak yang disepakati oleh kedua belah pihak yaitu pelanggan, dan penyedia. Pentingnya jam nyala ini adalah sebagai standar pemantauan pemakaian energi listrik. Dimana jam nyala berada pada rentang 0-720 jam dalam sebulan, untuk pemakaian 720 jam sendiri adalah pemakaian penuh dalam jangka waktu 24 jam dalam sebulan dengan daya kontrak yang terpasang. Adapun standar yang digunakan untuk pelanggan berdaya besar ini adalah 40 jam nyala dalam satu bulan. Dimana jika pemakaian pelanggan dibawah 40 jam itu maka harus membayar sebesar 40 jam, namun jika lebih dari standar itu maka akan dilakukan perhitungan berdasarkan besar pemakaian jam nyala sesungguhnya. Untuk menghitung besarnya jam nyala pelanggan digunakan rumus berikut:

$$T = \frac{E}{P} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

T = Jam nyala (Jam)

E = Pemakaian energi listrik (kWh)

P = Daya tersambung (kVA)

2.2.10 Tagihan Susulan

Tagihan Susulan adalah tagihan yang diberikan kepada para pelanggan yang mengalami koreksi rekening. Dalam proses penghitungan tagihan ini, untuk kwh meter yang rusak/anomali dihitung berdasarkan rata-rata konsumsi listrik pada bulan-bulan sebelumnya. Mengacu dari Edaran Direksi PT PLN (Persero) No. 004E-012-DIR-2004 tentang Penertiban Pencatatan Penggunaan-Pemakaian Tenaga Listrik (KWH) Pelanggan Yang Tidak Normal, dihitung rekening berdasarkan rata-rata minimal 3 bulan sebelumnya di mana data pemakaian ini bersumber dari EIS (*Executive Information System*) yang memuat stand pemakaian setiap bulannya, serta besar tagihan yang ditagihkan, dan dibayarkan. Kemudian dilakukan perhitungan tagihan susulan, dengan cara sebagai berikut:

Tabel 2.3 Perhitungan angka total LWBP

No	Bulan	Pemakaian LWBP
1.	Bulan ke-1	(Angka LWBP sebelum - Angka LWBP sesudah) x FKM
2.	Bulan ke-2	(Angka LWBP sebelum - Angka LWBP sesudah) x FKM
3.	Bulan ke-3	(Angka LWBP sebelum - Angka LWBP sesudah) x FKM

Tabel 2.4 Perhitungan Angka Total WBP

No	Bulan	Pemakaian WBP
1.	Bulan ke-1	(Angka WBP sebelum - Angka WBP sesudah) x FKM
2.	Bulan ke-2	(Angka WBP sebelum - Angka WBP sesudah) x FKM
3.	Bulan ke-3	(Angka WBP sebelum - Angka WBP sesudah) x FKM

Tabel 2.5 Perhitungan Angka Total kVAR

No	Bulan	Pemakaian kVAR
1.	Bulan ke-1	(Angka kVAR sebelum - Angka kVAR sesudah) x FKM
2.	Bulan ke-2	(Angka kVAR sebelum - Angka kVAR sesudah) x FKM
3.	Bulan ke-3	(Angka kVAR sebelum - Angka kVAR sesudah) x FKM

Tabel 2.6 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian LWBP

No	Bulan	Pemakaian Per-hari LWBP	Rata-rata Pemakaian Per-hari LWBP
1.	Bulan ke-1	Pemakaian LWBP / Jumlah hari	(Pemakaian Per-hari LWBP Bulan ke-1 + Bulan ke-2 + Bulan ke-3) / 3
2.	Bulan ke-2	Pemakaian LWBP / Jumlah hari	
3.	Bulan ke-3	Pemakaian LWBP / Jumlah hari	

Tabel 2.7 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian WBP

No	Bulan	Pemakaian Per-hari WBP	Rata-rata Pemakaian Per-hari WBP
1.	Bulan ke-1	Pemakaian WBP / Jumlah hari	(Pemakaian Per-hari WBP Bulan ke-1 + Bulan ke-2 + Bulan ke-3) / 3
2.	Bulan ke-2	Pemakaian WBP / Jumlah hari	
3.	Bulan ke-3	Pemakaian WBP / Jumlah hari	

Tabel 2.8 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian kVAR

No	Bulan	Pemakaian Per-hari kVAR	Rata-rata Pemakaian Per-hari kVAR	% kVAR
1.	Bulan ke-1	Pemakaian kVAR / Jumlah hari	(Pemakaian Per-hari kVAR Bulan ke-1 + Bulan ke-2 + Bulan ke-3) / 3	Pemakaian kVAR / (Pemakaian LWBP + Pemakaian WBP) x %
2.	Bulan ke-2	Pemakaian kVAR / Jumlah hari		Pemakaian kVAR / (Pemakaian LWBP + Pemakaian WBP) x %
3.	Bulan ke-3	Pemakaian kVAR / Jumlah hari		Pemakaian kVAR / (Pemakaian LWBP + Pemakaian WBP) x %
Kelebihan kVARh				(% kVAR Bulan ke-1 + % kVAR Bulan ke-2 + % kVAR Bulan ke-3) / 3

Tabel 2.9 Perhitungan Total Tagihan Susulan

	Pemakaian kWh	Hari	Total Pemakaian	Tarif / kWh	Total Tagihan Susulan
WBP	Rata-Rata Pem WBP Per-hari	Jumlah Hari Tidak Terukur	Pem kWh x Hari	Tarif WBP sesuai Invoice	Total Pem x Tarif
LWBP	Rata-Rata Pem LWBP Per-hari	Jumlah Hari Tidak Terukur	Pem kWh x Hari	Tarif LWBP sesuai Invoice	Total Pem x Tarif
kVAR	-	-	-	Tarif kVARh sesuai Invoice	Total Pem x Tarif
Total Biaya Pemakaian kWh			Total Tagihan LWBP+ WBP+ kVAR		
Yang sudah dibayarkan pelanggan			Tagihan yang telah dibayarkan (diluar biaya PPJ)		
Selisih Rekening Minimum			-		
Total Kurang Tagih			Total biaya Pem kWh – tagihan yang telah dibayarkan		
PPJ 3%			Tarif PPJ berdasarkan Invoice Pelanggan		
PPn (10 %)			-		
Biaya Materai			-		
Total Tagihan Susulan			Total Seluruh Tagihan		
Total kWh Kurang Tagih			Jumlah kWh Kurang Tagih		

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian

Waktu penelitian : Januari 2024 – Juni 2024

Tempat Penelitian : PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan
Pelanggan Bima

Penelitian ini dilakukan pada wilayah kerja PT PLN (Persero) UP3 Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. UP3 Bima sendiri terbagi menjadi 4 wilayah ULP yaitu ULP Bima Kota, ULP Sape, ULP Woha dan ULP Dompu, dan mencakup 3 wilayah yakni Kota Bima, Kabupaten Bima, serta Kabupaten Dompu. Berikut gambaran wilayah kerja UP3 Bima sebagai berikut.



Gambar 3.1 Sebaran Wilayah Kerja UP3 Bima
Sumber: (Data PLN UP3 Bima)

3.2 Data Penelitian

Dalam proses pengerjaan penelitian ini, dimulai dengan pengumpulan data. Penulis menggunakan beberapa metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data tersebut. Pertama – tama dilakukan studi literatur untuk mempelajari apa saja yang berkaitan dengan topik yang akan dianalisa, mencari

standar-standar yang berlaku sebagai acuan dalam proses pengerjaan penelitian, dan juga mencari referensi untuk menunjang topik permasalahan yang akan dijadikan landasan penelitian ini.

Kemudian yang kedua dilakukan metode observasi. Di mana hal ini dilakukan untuk mengetahui data dari keadaan yang sebenarnya dan menghindari *miss* informasi. Penulis melakukan survei lapangan dan pengambilan data di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Bima sebagai bahan analisa pada laporan akhir ini. Metode observasi ini dilakukan dengan pengambilan data dari sistem Automatic Meter Reading (AMR) di UP3 Bima maupun pengamatan secara langsung di lapangan tempat penelitian.

Selanjutnya yang ketiga adalah metode wawancara. Metode ini merupakan tahapan lanjutan setelah kedua metode sebelumnya, juga dapat dilakukan berbarengan dengan observasi lapangan. Dengan metode wawancara ini penulis melakukan tanya jawab secara langsung dengan pembimbing proposal laporan akhir, baik dari pihak pembimbing dari Unissula maupun dari pihak PT PLN (Persero), seperti Team Leader Pengendalian Susut, Team Leader Transaksi Energi, maupun Manager bagian Transaksi Energi di UP3 Bima.

Penelitian ini bersifat Analisa yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana besar susut non teknis pada pelanggan UP3 Bima. Dalam proses Analisa tersebut, dibutuhkan data-data diantaranya yaitu, data susut non teknis UP3 Bima dan data penjualan kWh Pelanggan.

3.2.1 Data Susut Non Teknis UP3 Bima

Dilakukan pengumpulan data susut non teknis PLN UP3 Bima, untuk mengetahui seberapa efektivitas metode penurunan susut menggunakan analisa jam nyala dan load profile pada pelanggan berdaya 197 kVA di PLN UP3 Bima. Adapun data yang didapatkan dipertunjukkan melalui tabel 3.1 ini:

Tabel 3.1 Data Susut Non Teknis UP3 Bima

Susut Non Teknis UP3 Bima 2024		
Bulan	Susut teknis	Susut Non teknis
Januari	2.999.258 kWh	85.793 kWh
Februari	2.744.041 kWh	134.408 kWh
Maret	2.972.677 kWh	161.891 kWh
April	2.794.277 kWh	258.801 kWh
Mei	2.814.601 kWh	420.636 kWh
Juni	1.766.881 kWh	749.686 kWh

Sumber: (Data susut PLN UP3 Bima)

Rata - rata susut non teknis di PLN UP3 Bima dari bulan Januari tahun 2024 sampai dengan bulan Juni 2024 adalah 301.869 kWh. Angka tersebut belum dikurangi dengan hasil dari kinerja tim P2TL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik) sebagai tim anti susut di setiap unit PLN Distribusi, yang tugasnya mencari anomali atau kecurangan pelanggan dari setiap level daya.

3.2.2 Data Penjualan kWh Pelanggan daya 197 kVA

Dilakukan pengumpulan data jumlah pelanggan, dan penjualan kWh pada pelanggan daya 197 kVA di UP3 Bima, melalui aplikasi AP2T. Adapun data yang didapatkan sebagai berikut

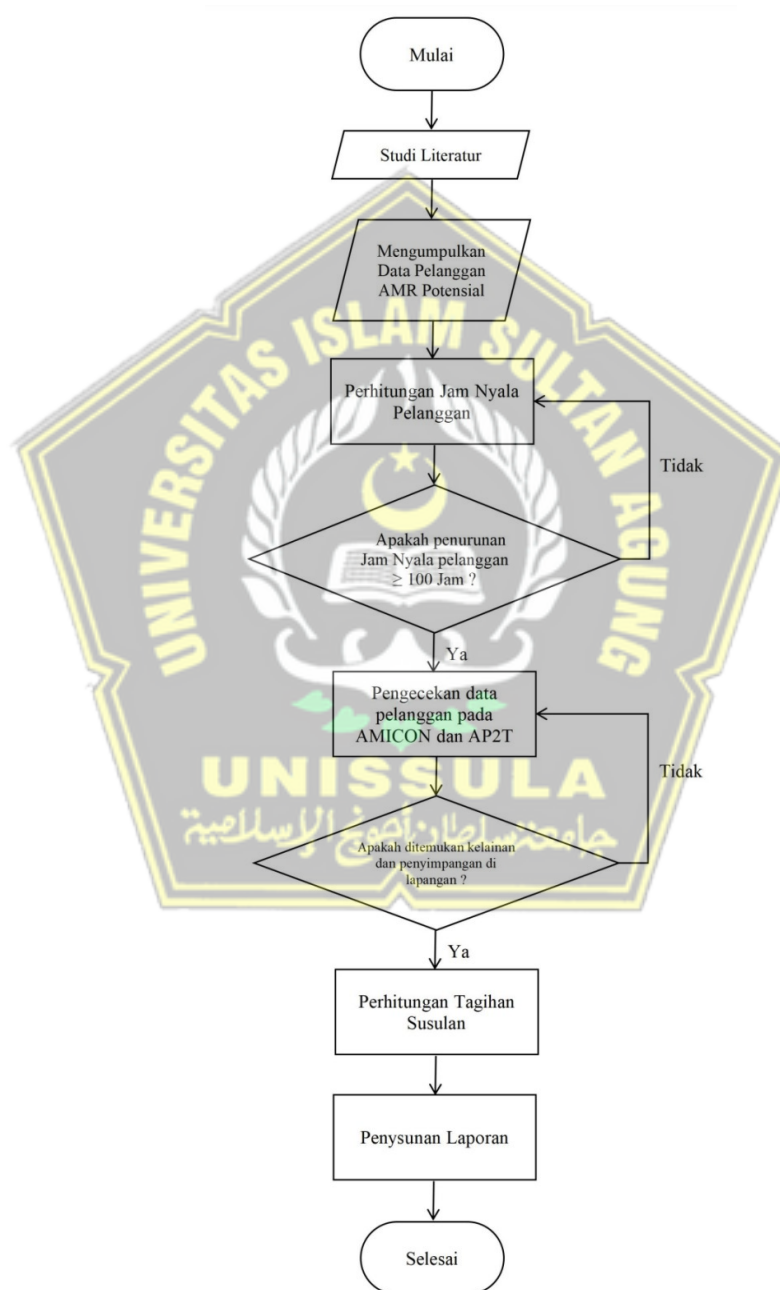
Tabel 3.2 Data Jumlah Pelanggan Serta Penjualan Kwh Dalam Beberapa Bulan

No.	Bulan	Jumlah Pelanggan	Jumlah kWh Jual
1.	Januari 2024	184	3.822.092
2.	Februari 2024	184	4.514.745
3.	Maret 2024	184	4.819.990
4.	April 2024	184	5.766.640
5.	Mei 2024	187	5.530.376
6.	Juni 2024	189	5.149.775

Sumber: (Data susut PLN UP3 Bima)

3.3 Diagram Alur Penelitian

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



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

3.5.1 Deskripsi Diagram Alir

1. Mulai
2. Merupakan Langkah awal penelitian
3. Studi Literatur
4. Dilakukan studi literatur tentang analisis yang akan dijalankan
5. Mengumpulkan Data Pelanggan AMR Potensial
6. Melakukan pengumpulan data guna menunjang penelitian. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini ialah data dari Pelanggan AMR Potensial di wilayah kerja PLN UP3 Bima.
7. Perhitungan Jam Nyala Pelanggan
8. Dari data pelanggan AMR, dilakukan perhitungan jam nyala pada pelanggan. Apabila terdapat anomali yaitu penurunan pemakaian pelanggan lebih dari 100 Jam Nyala, maka penelitian dilanjutkan. Jika tidak terdapat anomali penurunan pemakaian pelanggan lebih dari 100 Jam Nyala maka dilakukan pengumpulan data ulang.
9. Pengecekan Data Pelanggan pada AP2T dan AMICON
10. Pelanggan yang terindikasi anomaly selanjutnya dilakukan pemeriksaan data di aplikasi AP2T dan AMICON, juga dilakukan pemeriksaan di lapangan. Apabila ditemukan kelainan dan penyimpangan pada kWh meter di lapangan maka penelitian dilanjutkan. Jika tidak terdapat kelainan dan penyimpangan pada kWh meter di lapangan, kembali dilakukan pemeriksaan data pelanggan di AP2T dan AMICON.
11. Perhitungan Tagihan Susulan
12. Perhitungan tagihan susulan dilakukan untuk pelanggan yang terdapat kelainan dan penyimpangan pada kWh meternya di lapangan, sehingga pengukuran energi tidak terjadi dengan optimal
13. Penyusunan Laporan
14. Dilakukan penyusunan laporan dari analisis yang sudah dilakukan
15. Selesai

16. Meninjau kembali kesesuaian data dan hasil perhitungan yang sudah diperoleh.



BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1 Pengolahan Data

Untuk menjalankan penelitian ini, analisis data yang dimanfaatkan penggunaannya ialah analisis data kualitatif, dimana penelitian ini merupakan analisis. Data yang dimanfaatkan penggunaannya untuk penelitian ini ialah berbagai data riil milik PT PLN (persero) UP3 Bima, di mana data ini diantaranya yaitu data susut non-teknis, dan data penjualan baik secara kWh maupun rupiah.

4.1.1 Jam Nyala

Berdasarkan data pelanggan dan jumlah kWh jual yang telah didapatkan setiap bulannya, maka selanjutnya dilakukan klasifikasi jumlah pelanggan berdasarkan jam nyala. Adapun perhitungan jam nyala dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.2).

Tabel 4.1 Klasifikasi Data Jumlah Pelanggan Berdasarkan Jam Nyala Daya 197 kVA

No.	Jam Nyala (Jam)	Jumlah Pelanggan					
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1.	0-40	44	37	42	36	40	37
2.	40-100	40	45	42	46	43	42
3.	100-200	52	49	52	53	57	61
4.	200-300	26	26	24	22	19	24
5.	300-400	13	18	19	17	19	17
6.	400-500	7	8	2	8	6	6
7.	500-600	1	1	3	3	2	2
8.	600-720	1	0	0	2	1	0
9.	720 +	0	0	0	0	0	0
Jumlah		184	184	184	187	187	189

Sumber: Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat

Berdasarkan klasifikasi data jumlah pelanggan dan perhitungan jam nyala yang telah didapatkan, maka dilakukan perhitungan penurunan jam nyala pelanggan daya 197 kVA. Perhitungan penurunan jam nyala ini dilakukan setiap bulannya untuk mengetahui jumlah pelanggan yang mengalami penurunan melebihi 100 jam nyala. Dengan adanya data ini maka dapat dilakukan pemantauan lebih lanjut untuk memastikan bahwa tidak ada kelainan maupun penyimpangan pengukuran.

Tabel 4.2 Data Klasifikasi Penurunan Jam Nyala Pelanggan 100-300 Jam

No.	Bulan	Penurunan Jam Nyala 100-300 Jam
1.	Januari 2024	0
2.	Februari 2024	3
3.	Maret 2024	0
4.	April 2024	5
5.	Mei 2024	2
6.	Juni 2024	3

Sumber: (Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat)

Berdasarkan jumlah pelanggan dengan penurunan jam nyala lebih dari sama dengan 100 jam, adapun data pelanggan yang harus dilakukan pemantauan serta analisa pemakaian melalui aplikasi AMICON pada bulan Februari, April, Mei, dan Juni adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Penurunan Jam Nyala Bulan Februari 2024

No.	Nama	ID Pelanggan	DLPD Jam Nyala	Keterangan Hasil Periksa	Status
1	PT. Trustindo Tekno Minera	443200696227	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
2.	PT. Santosa Utama Lestari	443300492638	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
3.	PT. Bima Sakti Mutiarra	443100135406	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal

Sumber: (Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat)

Tabel 4.4 Data Penurunan Jam Nyala Bulan April 2024

No.	Nama	ID Pelanggan	DLPD Jam Nyala	Keterangan Hasil Periksa	Status
1.	Bustamin	443200067312	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
2.	CV Sumber Dingin	443100410467	>100 Jam Nyala	Arus Tidak Terukur	Periksa
3.	CV Anugrah Hasil Bersama 2	443200816296	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
4.	Lie Anton	443100197271	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
5.	CV Bintang Jaya 3	443200464022	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal

Sumber: (Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat)

Tabel 4.5 Data Penurunan Jam Nyala Bulan Mei 2024

No.	Nama	ID Pelanggan	DLPD Jam Nyala	Keterangan Hasil Periksa	Status
1.	CV Toyo Mili Lumintu	443200784206	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
2.	Tatang Joko Satrio I	44320035190	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal

Sumber: (Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat)

Tabel 4.6 Data Penurunan Jam Nyala Bulan Juni 2024

No.	Nama	ID Pelanggan	DLPD Jam Nyala	Keterangan Hasil Periksa	Status
1.	PT. Wera Sukses Bersama	443100409373	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
2.	Sutrisno	443100074778	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal
3.	PT. Laut Biru Lestari	443100197518	>100 Jam Nyala	Penurunan Produksi	Normal

Sumber: (Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat)

4.1.2 Hasil Temuan Kelainan Berdasarkan Analisa Jam Nyala dan Load Profile

Berdasarkan analisa pada data pelanggan yang dilakukan dengan menggunakan Aplikasi AP2T dan AMICON, didapatkan salah satu pelanggan yang mengalami penurunan jam nyala yang signifikan berdasarkan data pemakaian kWh yang bersumber dari aplikasi AP2T, dan setelah dilakukan

pengecekan melalui AMICON didapatkan bahwa *Load Profile* dari grafik arus dan pemakaian kWh berada di angka nol (0) atau tidak terukur sama sekali. Adapun data pelanggan yang mengalami kelainan adalah sebagai berikut:

Nama	: CV Sumber Dingin
ID Pelanggan	: 443100410467
Alamat	: Ds Bugis Sape Kab. Bima
Tarif	: I2
Daya	: 197 kVA
Merk/Type kWh	: EDM/ MK10E
No. kWh	: 216310121
No.GSM	: 085164911430
Merk/Type	: SANXING / CSI21P
IMEI Modem	: 862708045922239
FKM	: 60
Rasio CT	: 300/5 A
Pembatas	: MCCB/Schneider/300 A
Koordinat X	: -8.577899
Koordinat Y	: 119.010667

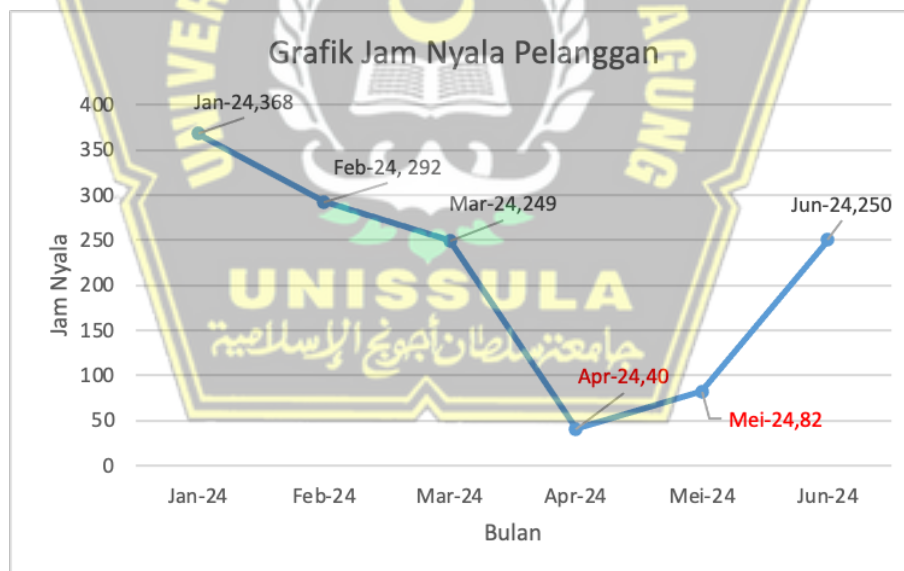
Untuk mengetahui rata-rata pemakaian energi listrik perbulannya, serta mengetahui jumlah rupiah yang ditagihkan, maka dilakukan pengambilan data melalui EIS (*Executive Information System*). Aplikasi EIS ini digunakan untuk

mengetahui riwayat pemakaian serta *historical* pembayaran. Adapun data yang didapatkan dipertunjukkan melalui tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Data Riwayat Pemakaian Dan Pembayaran Pelanggan

No	Bulan	Tarif	Daya (VA)	Rupiah (Rp)	Pemakaian (kWh)	Jam Nyala (Jam)
1	Januari	I2	197000	78161362	72490	368
2	Februari	I2	197000	63173397	57590	292
3	Maret	I2	197000	52873562	49075	249
4	April	I2	197000	7889141	7880	40
5	Mei	I2	197000	16666311	16141	82
6	Juni	I2	197000	53179316	49338	250

Sumber: (EIS (*Executive Information System*))



Gambar 4.1 Jam nyala pelanggan CV Sumber Dingin

Dari data yang tertera pada grafik Jam Nyala Pelanggan di atas, diketahui bahwa pada bulan April 2024 dan bulan Mei 2024 Jam Nyala pada pelanggan daya 197kVA mengalami penurunan yang sangat signifikan. Berdasarkan anomali yang terjadi ini lah perlu dilakukan analisis dan tindak lanjut lebih jauh.

Untuk mengetahui nilai jam nyala pelanggan, adapun cara untuk mendapatkan nilai Jam Nyala pelanggan atas nama CV Sumber Dingin dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan jam nyala 2.2, sebagai berikut:

$$T_{Januari} = \frac{E}{P} = \frac{72490 \text{ kWh}}{197 \text{ kVA}} = 368 \text{ Jam}$$

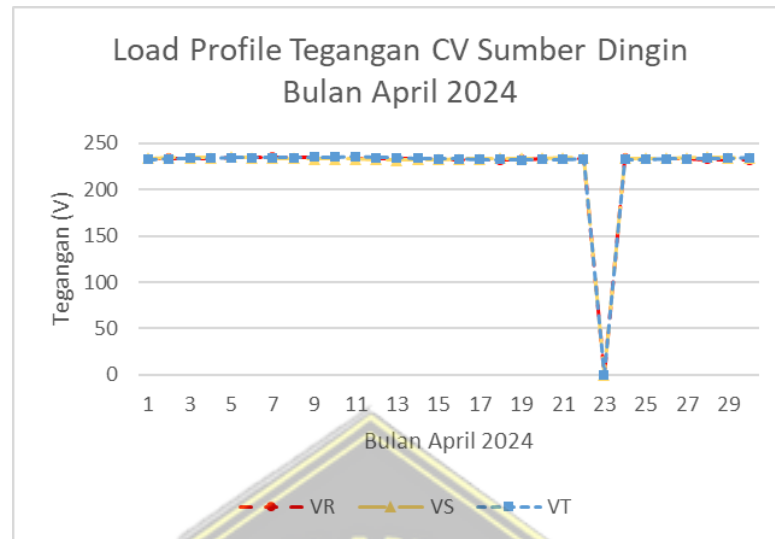
Dimana : T = Jam nyala (Jam)

E = Pemakaian energi listrik (kWh)

P = Daya tersambung (kVA)

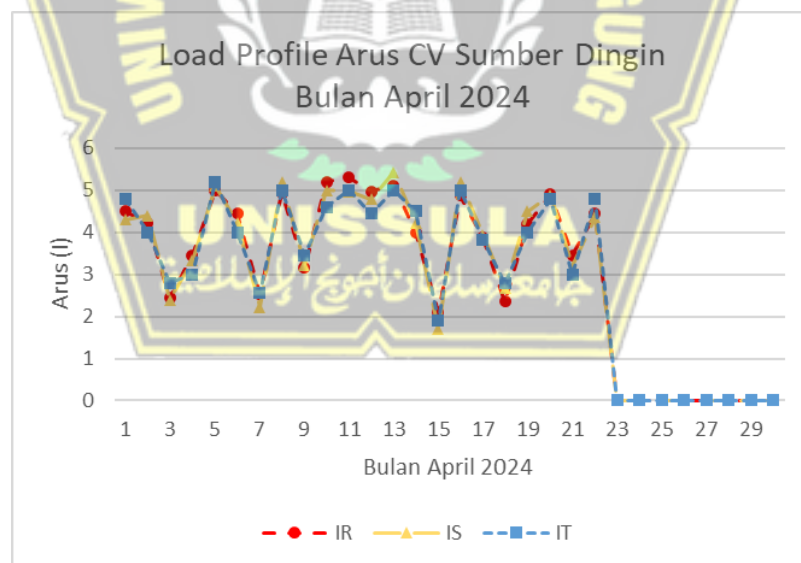
Pada tabel 4.7 perhitungan jam nyala pelanggan dalam setiap bulannya, terlihat bahwa ditemukan adanya kejanggalan pemakaian energi listrik pada periode April hingga Mei, yang ditandai dengan warna merah. Selama rentang waktu tersebut, terjadi penurunan signifikan dalam penggunaan energi listrik jika dikomparasikan dengan pola konsumsi pada bulan-bulan sebelumnya.

Untuk memastikan bahwa terdapat ketidaknormalan pengukuran, maka dilakukan pemantauan pemakaian dengan melihat *Load Profile* tegangan, arus, dan pemakaian energi listrik pelanggan pada bulan tersebut melalui aplikasi AMICON pada fitur *monitoring*. Adapun data *Load Profile* yang didapatkan adalah sebagai berikut:



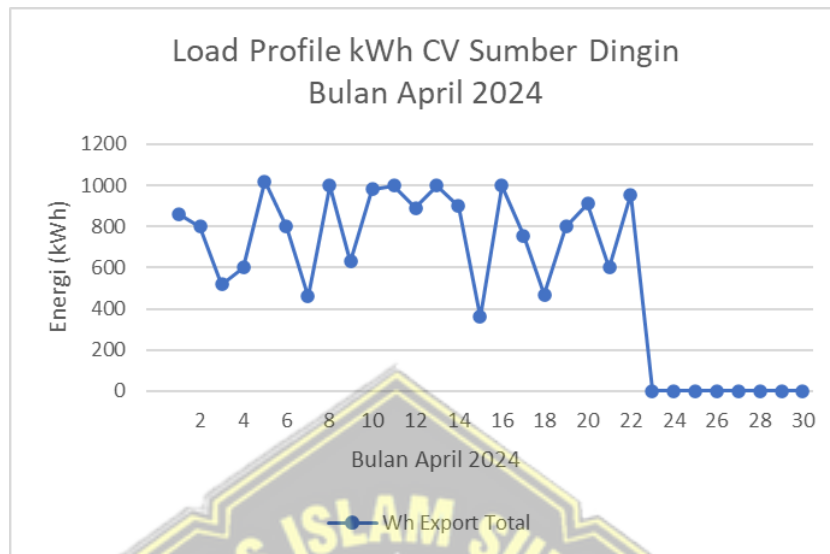
Gambar 4.2 Load profile tegangan CV Sumber Dingin pada Bulan April 2024

Dari data yang tertera pada Grafik Load Profile Tegangan di atas, untuk CV Sumber Dingin pada bulan April 2024 diketahui bahwa terdapat penurunan tegangan yang drastis (jatuh tegangan) pada tanggal 23 April 2024.



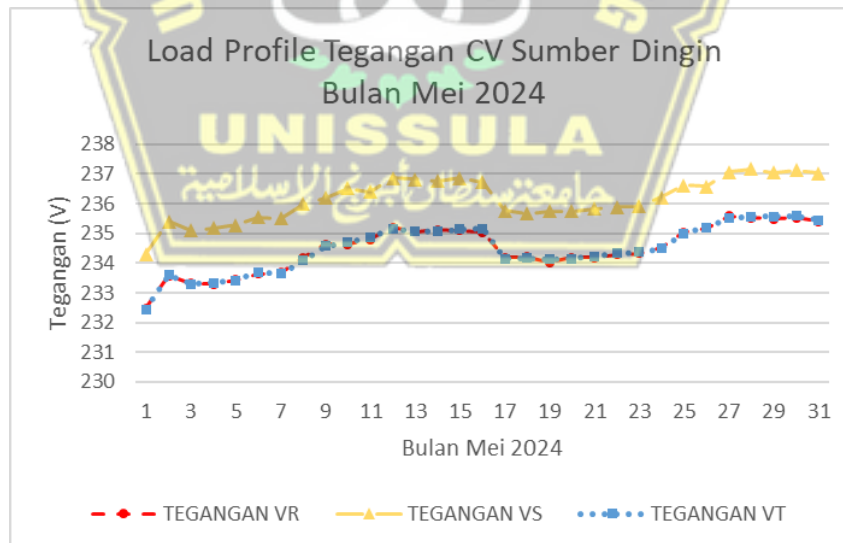
Gambar 4.3 Load profile arus CV Sumber Dingin pada Bulan April 2024

Berdasarkan data yang tertera pada Grafik Load Profile Arus untuk CV Sumber Dingin pada bulan April 2024, diketahui bahwa arus pada pelanggan tidak terbaca sejak tanggal 23 April 2024.



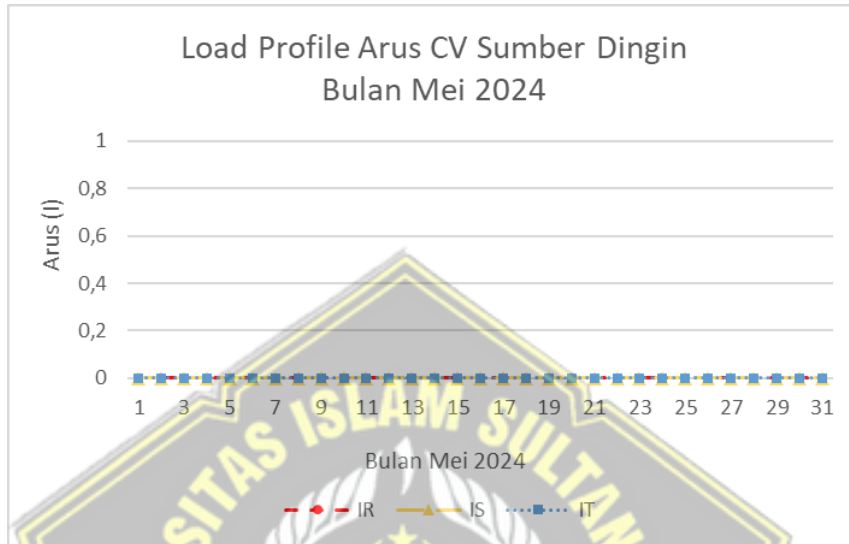
Gambar 4.4 Load profile kWh CV Sumber Dingin pada bulan April 2024

Berdasarkan data yang tertera pada grafik Load profile kWh Pemakaian CV Sumber dingin pada bulan April 2024 di atas, dapat diketahui tidak adanya pemakaian pelanggan sejak tanggal 23 April 2024.



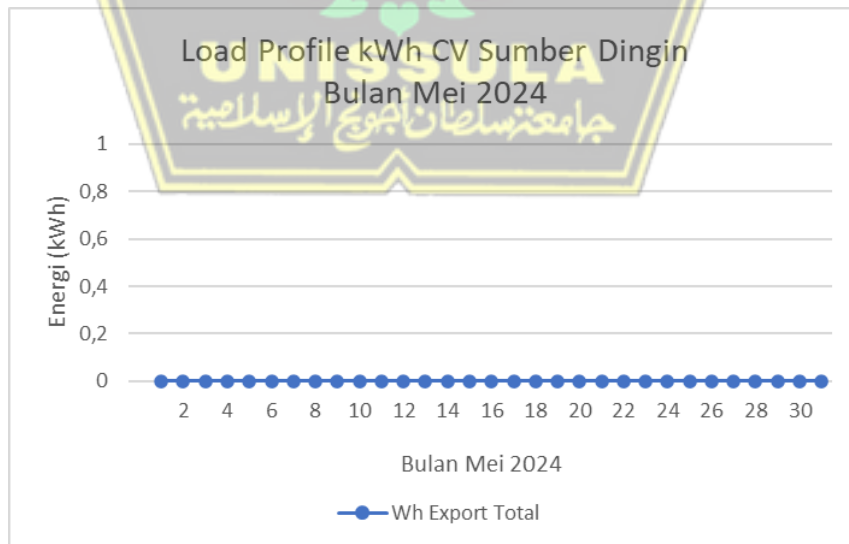
Gambar 4.5 Load profile tegangan CV Sumber Dingin pada bulan Mei 2024

Berdasarkan data yang tertera pada Grafik Load Profile Tegangan untuk CV Sumber Dingin pada bulan Mei 2024, diketahui bahwa tegangan normal, berkisar di pada 234V untuk Fasa R, 236 untuk Fasa S, dan 234 untuk Fasa T.



Gambar 4.6 Load profile arus CV Sumber Dingin pada bulan Mei 2024

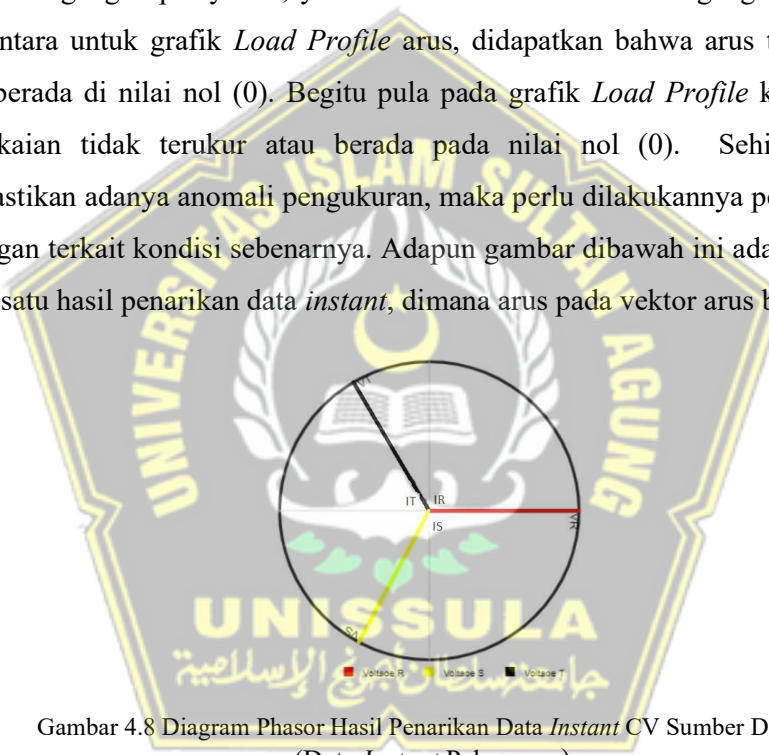
Berdasarkan data yang tertera pada Grafik Load Profile TeganArus CV Sumber Dingin di atas, pada bulan Mei 2025 tidak ada arus yang terukur di kWh meter pelanggan.



Gambar 4. 7 Load profile pemakaian kWh pada CV Sumber Dingin bulan Mei 2024

Berdasarkan data yang tertera pada Grafik pemakaian kWh untuk CV Sumber Dingin pada bulan Mei 2024, dapat diketahui tidak ada kWh pemakaian yang terukur untuk pelanggan CV Sumber Dingin.

Dari grafik *Load Profile* tegangan pada gambar 20 yang didapatkan dari hasil penarikan data melalui sistem AMR, dapat dilihat bahwa tegangan setiap phasanya dalam keadaan normal, dimana grafik tegangan setiap phasanya cenderung mendekati phasa lainnya, serta besar nilai tegangan masih dalam standar Tegangan pelayanan, yakni + 5% dan - 10 % dari tegangan pelayanan. Sementara untuk grafik *Load Profile* arus, didapatkan bahwa arus tidak terukur atau berada di nilai nol (0). Begitu pula pada grafik *Load Profile* kWh, dimana pemakaian tidak terukur atau berada pada nilai nol (0). Sehingga, untuk memastikan adanya anomali pengukuran, maka perlu dilakukannya pengecekan di lapangan terkait kondisi sebenarnya. Adapun gambar dibawah ini adalah tampilan salah satu hasil penarikan data *instant*, dimana arus pada vektor arus bernilai nol.



Gambar 4.8 Diagram Phasor Hasil Penarikan Data *Instant* CV Sumber Dingin (Data *Instant* Pelanggan)

Adapun hasil yang didapatkan dari pengecekan kondisi dilapangan yaitu, terjadinya kerusakan pada alat pembatas yaitu MCCB (*Molded Case Circuit Breaker*). Dimana ditemukan bahwa kondisi MCCB tersebut terbakar, sehingga dilakukan sambung langsung agar pelanggan tetap bisa memakai energi listrik, dan produksi tetap berjalan. Adanya kerusakan pada alat pembatas inilah yang menyebabkan tidak terukurnya pemakaian energi listrik oleh alat ukur yaitu kWh meter



Gambar 4.9 Arus Pada kWh Meter CV Sumber Dingin Tidak Terukur

Dilakukan pemeriksaan secara langsung ke pelanggan CV Sumber Dingin, dan diketahui kesamaan dengan data AMR bahwa arus benar tidak terukur di kWh meter pelanggan.



Gambar 4.10 MCCB CV Sumber Dingin Terbakar
(Dokumentasi Pribadi)

Dilakukan pemeriksaan menyeluruh dan didapatkan bahwa MCCB/pembatas pada kWh meter rusak, kemudian dilakukan sambung langsung dengan pemakaian pelanggan yang tidak terukur oleh kWh meter.



Gambar 4. 11 Dilakukan Sambung Langsung Tanpa Melalui kWh Meter pada CV Sumber Dingin (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Data hasil pengukuran yang didapatkan di lapangan dipertunjukkan melalui tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Sebelum Penormalan pada CV Sumber Dingin

Fasa	Arus Incoming (A)	Arus Outgoing (A)	Tegangan F-N (V)	Tegangan F-F (V)	PF
R	88,1	0	227	397	0,99
S	97,6	0	227	397	0,99
T	86,9	0	227	397	0,99



Gambar 4.12 Pengukuran Arus Sebelum Penormalan Menggunakan Tang Ampere (Dokumentasi Pribadi)

Pada data hasil pengukuran yang didapatkan, diketahui bahwa arus pada sisi outgoing yang dilihat dari kWh meter menunjukkan angka nol (0), yang

disebabkan oleh sambung langsung akibat adanya kerusakan pada MCCB. Sambung langsung ini membuat meter tidak dapat membaca pemakaian energi yang digunakan sebenarnya. Sehingga untuk memperoleh pengukuran yang akurat, maka perlu dilakukannya penormalan, dengan cara melakukan penggantian MCCB.

Tabel 4.9 Data Penggantian MCCB pada CV Sumber Dingin

No.	Alat Pembatas (MCCB)	Sebelum	Sesudah
1.	Merk	Schneider	Schneider
2.	Arus Nominal	3 x 300 A	3 x 300 A



Gambar 4.13 MCCB Yang Telah Mengalami Penggantian pada CV Sumber Dingin
(Dokumentasi Pribadi)

Dilakukan penggantian MCCB dan penormalan wiring kabel oleh petugas PLN sehingga arus dan pemakaian kWh pelanggan kembali terukur di kWh meter pelanggan.

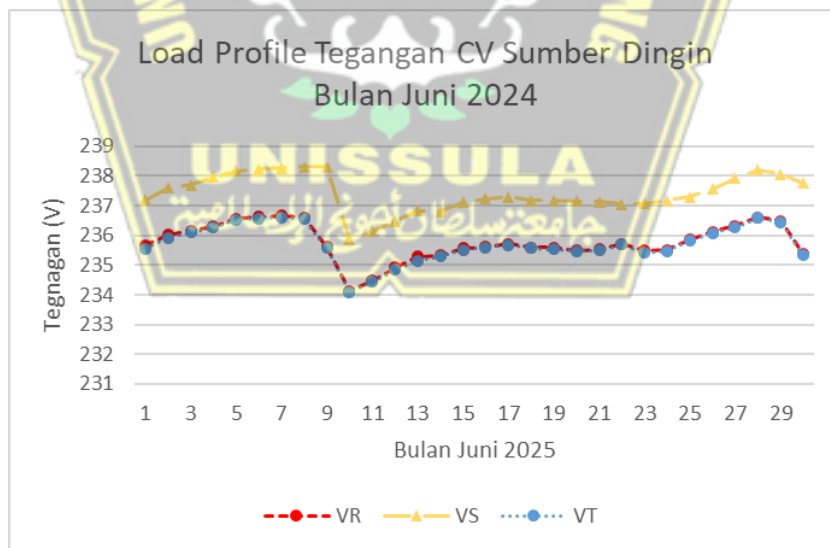
Hasil pengukuran setelah penormalan dilakukan diperlihatkan pada tabel 4.10 ini:

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Setelah Penormalan pada CV Sumber Dingin

Fasa	Arus Incoming (A)	Arus Outgoing (A)	Tegangan F-N (V)	Tegangan F-F (V)	PF
R	89,2	89,2	225	393	0,92
S	96,7	96,7	226	395	0,92
T	87,8	87,8	226	395	0,92

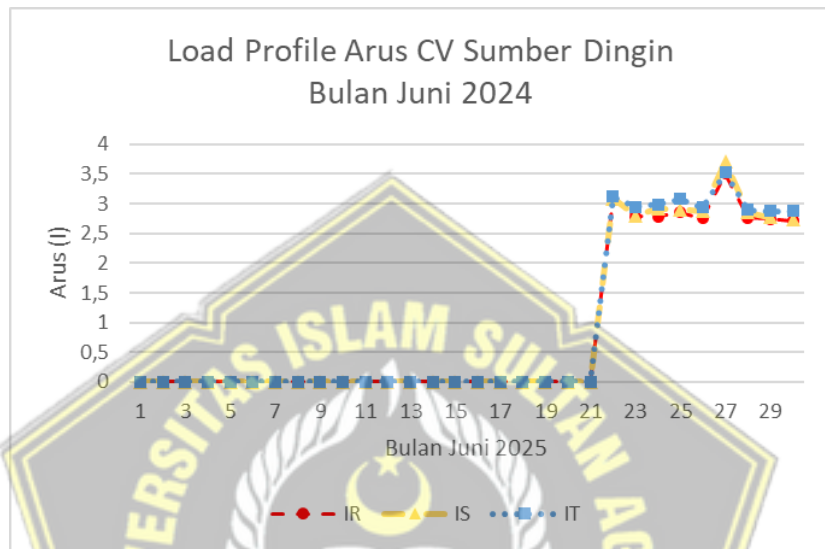
Dari tabel 4.10 arus outgoing dapat terukur, pemakaian beban pada setiap phasan cukup besar. Untuk fasa R didapatkan arus sebesar 89,2 Ampere, fasa S sebesar 96,7 Ampere, dan fasa T sebesar 87,8 Ampere.

Selain dilakukan pengukuran di lapangan, dilakukan juga penarikan data melalui pembacaan meter jarak jauh menggunakan aplikasi AMICON. Dengan penarikan data ini, dapat dilihat pemakaian energi listrik, tegangan serta pemakaian beban pelanggan. Grafik tegangan, arus, serta energi listrik dari hasil penarikan data dipertunjukkan melalui gambar 4.14, 4.15 dan 4.16 ini:



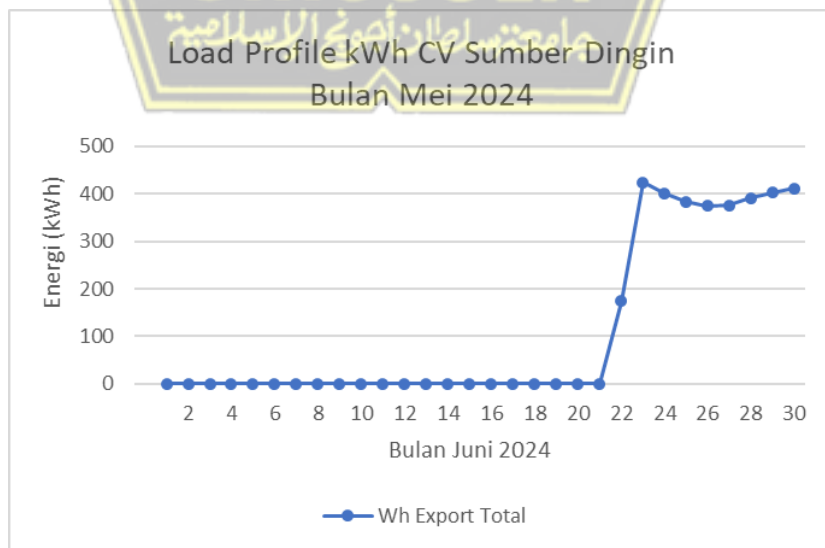
Gambar 4.14 Load Profile Tegangan CV Sumber Dingin Pada Bulan Juni 2024

Berdasarkan data yang tertera pada Load Profile Tegangan untuk CV Sumber Dingin pada bulan Juni 2024, diketahui bahwa tegangan pada pelanggan normal berkisar di pada 235V untuk Fasa R, 237V untuk Fasa S, dan 235V untuk Fasa T.



Gambar 4.15 Load Profile Arus CV Sumber Dingin Pada Bulan Juni 2024

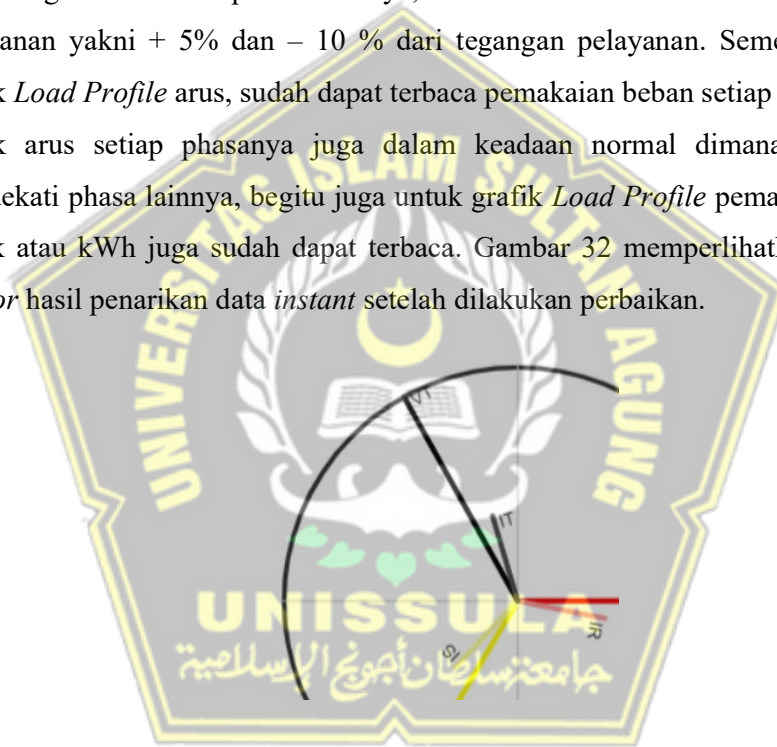
Berdasarkan data yang tertera pada Load Profile Arus untuk CV Sumber Dingin pada bulan Juni 2024, diketahui bahwa setelah dilakukan penormalan pada tanggal 21 Juni, arus pada kWh meter mulai terbaca kembali di AMR.



Gambar 4.16 Load Profile kWh CV Sumber Dingin Pada Bulan Juni 2024

Berdasarkan data yang tertera pada Grafik Load Profile kWh untuk CV Sumber Dingin pada bulan Juni 2024, diketahui bahwa setelah dilakukan penormalan pada tanggal 21 Juni, pemakaian kWh meter mulai terbaca kembali di AMR.

Setelah dilakukan perbaikan, dan penarikan data, didapatkan bahwa grafik *Load Profile* tegangan dalam kategori normal dimana tegangan setiap phasanya cenderung mendekati phasa lainnya, dan berada dalam standar tegangan pelayanan yakni + 5% dan - 10 % dari tegangan pelayanan. Sementara untuk grafik *Load Profile* arus, sudah dapat terbaca pemakaian beban setiap harinya, dan grafik arus setiap phasanya juga dalam keadaan normal dimana cenderung mendekati phasa lainnya, begitu juga untuk grafik *Load Profile* pemakaian energi listrik atau kWh juga sudah dapat terbaca. Gambar 32 memperlihatkan diagram *phasor* hasil penarikan data *instant* setelah dilakukan perbaikan.



Gambar 4.17 Diagram Phasor Hasil Perbaikan CV Sumber Dingin
(Data *Instant* Pelanggan)

4.1.3 Perhitungan Tagihan Susulan

Pada kasus di atas, diketahui bahwa kWh meter tidak mengukur dimulai dari 23 April 2024 - 21 Juni 2024, sehingga dilakukan perhitungan tagihan susulan berdasarkan pemakaian rata-rata pelanggan selama beberapa bulan ke belakang. Pada Tabel 4.11 ini ditampilkan besar rekening tagihan setiap bulannya. Adapun perhitungan tagihan susulan dihitung menggunakan persamaan yang ada

di tabel 2.3 hingga tabel 2.9, hasilnya dipertunjukkan melalui tabel 4.12 – tabel 4.18. Tabel 4.11 memperlihatkan data rekening tagihan pelanggan.

Tabel 4.11 Data Rekening Tagihan Pelanggan CV Sumber Dingin

NO	IDPEL	UNITUP	BLTH_REK	TRF	DAYA	GOL	FRT	FJN	KDIN	KDOUT	RPTAG
1	443100410467	44310	06-2024	B2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	53,179,316
2	443100410467	44310	05-2024	B2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	16,666,311
3	443100410467	44310	04-2024	B2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	7,889,141
4	443100410467	44310	03-2024	B2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	52,873,562
5	443100410467	44310	02-2024	B2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	63,173,397
6	443100410467	44310	01-2024	B2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	78,161,362

Sumber: (EIS (*Executive Information System*))

Adapun cara untuk mendapatkan nilai Pemakaian LWBP pelanggan atas nama CV Sumber Dingin bisa dilakukan perhitungan dengan menggunakan perhitungan pada tabel 4.12, seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 Pem\ LWBP_{April} &= (LWBP\ Sebelum - LWBP\ Sesudah) \times FKM \\
 &= (49603,99 - 50297,31) \times 60 = 41599,2
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Perhitungan Angka Total LWBP

No	Bulan	LWBP sebelum	LWBP sesudah	Pemakaian LWBP
1.	April-24	49603,99	50297,31	41599,2
2.	Mar-24	48827,81	49603,99	46570,8
3.	Feb-24	47805,69	48827,81	61327,2

Adapun cara untuk mendapatkan nilai Pemakaian WBP pelanggan atas nama CV Sumber Dingin bisa diperhitungkan dengan menggunakan perhitungan pada tabel 4.13, seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 Pem\ WBP_{April} &= (WBP\ Sebelum - WBP\ Sesudah) \times FKM \\
 &= (7722,42 - 7847,01) \times 60 = 7475,4
 \end{aligned}$$

Tabel 4.13 Perhitungan angka total WBP

No	Bulan	WBP sebelum	WBP sesudah	Pemakaian WBP
1.	April-24	7722,42	7847,01	7475,4
2.	Mar-24	7538,76	7722,42	11019,6
3.	Feb-24	7352,72	7538,76	11162,4

Adapun cara untuk mendapatkan nilai Pemakaian KVAR pelanggan atas nama CV Sumber Dingin bisa dilakukan perhitungan dengan menggunakan perhitungan pada tabel 4.14 seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 Pem\ KVAR_{April} &= (KVAR\ Sebelum - KVAR\ Sesudah) \times FKM \\
 &= (15157,72 - 15370,19) \times 60 = 12748,2
 \end{aligned}$$



Tabel 4.14 Perhitungan Angka Total kVAR

No.	Bulan	kVAR sebelum	kVAR sesudah	Pemakaian kVAR
1.	April-24	15157,72	15370,19	12748,2
2.	Mar-24	14924,05	15157,72	14020,2
3.	Feb-24	14620,8	14924,05	18195

Adapun cara untuk mendapatkan nilai Pemakaian per-hari LWBP pelanggan atas nama CV Sumber Dingin bisa diperhitungkan dengan menggunakan perhitungan pada tabel 4.15, seperti berikut:

$$Pem\ per\ -\ hari\ LWBP_{April} = \frac{Pemakaian\ LWBP}{Jumlah\ hari} = \frac{41599}{30} = 1386,64$$

Tabel 4.15 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian LWBP

No	Bulan	Pemakaian LWBP	Jumlah hari	Pemakaian per-hari LWBP	Rata-rata pemakaian per-hari LWBP
1.	April-24	41.599	30,00	1.386,64	1644,39
2.	Mar-24	46.571	31,00	1.502,28	
3.	Feb-24	61.327	28,00	2.044,24	

Adapun cara untuk mendapatkan nilai Pemakaian per-hari WBP pelanggan atas nama CV Sumber Dingin bisa dilakukan perhitungan dengan menggunakan perhitungan pada tabel 4.16, seperti berikut:

$$Pem\ per\ -\ hari\ WBP_{April} = \frac{Pemakaian\ WBP}{Jumlah\ hari} = \frac{7475}{30} = 249,18$$

Tabel 4.16 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian WBP

No	Bulan	Pemakaian WBP	Jumlah hari	Pemakaian per-hari WBP	Rata-rata pemakaian per-hari WBP
1.	April-24	7.475	30,00	249,18	325,58
2.	Mar-24	11.020	31,00	355,47	
3.	Feb-24	11.162	28,00	372,08	

Adapun cara untuk mendapatkan nilai Pemakaian per-hari KVAR pelanggan atas nama CV Sumber Dingin bisa diperhitungkan dengan menggunakan perhitungan pada tabel 4.17, seperti berikut:

$$Pem\ per - hari\ kVAR_{April} = \frac{Pemakaian\ KVAR}{Jumlah\ hari} = \frac{12748}{30} = 424,93$$

Tabel 4.17 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian kVAR

No	Bulan	Pemakaian kVAR	Jumlah hari	Pemakaian per-hari kVAR	Pemakaian per-hari kVAR	% kVAR
1.	April-24	12.748	30,00	424,94	494,57	26%
2.	Mar-24	14.020	31,00	452,26		24%
3.	Feb-24	18.195	28,00	606,50		25%
Kelebihan kVAR (Pemakaian kVAR - Pemakaian kWh)					-	25%

Tabel 4.18 Total Perhitungan Tagihan Susulan CV Sumber Dingin

	Pemakaian kWh	Hari	Total Pemakaian	Tarif / kWh	Total Tagihan Susulan
WBP	325,58	60	19.534,80	1.458,00	28.481.738,40
LWBP	1.644,39	60	98.663,40	972,00	95.900.824.80
kVAR	-	-	-	1.057,00	-
Total Biaya Pemakaian kWh (LWBP+WBP+kVAR)					124.382.563,20
Yang sudah dibayarkan pelanggan (Belum termasuk PPJ)					7.659.360,00
Selisih Rekening Minimum					-
Total Kurang Tagih					116.723.303,20
PPJ 3%					3.501.696,096
PPn (10 %)					-
Biaya Materai					10.000,00
Total Tagihan Susulan					120.234.999,29
Total kWh Kurang Tagih					110.339,29 kWh

Setelah dilakukan penormalan pada pelanggan CV. Sumber Dingin diketahui terdapat tagihan pemakaian listrik yang sudah terpakai sebesar 110.339,29 kWh namun belum tertagihkan akibat dari sambung langsung dikarenakan kerusakan pada MCCB sehingga rupiah yang perlu ditagihkan sebesar Rp. 120.234.999,29 sesuai dengan rata-rata pemakaian 3 bulan kebelakang.

4.1.4 Analisa Kegagalan Baca Load Profile Daya 197 kVA

Berlandaskan Analisa Kegagalan Baca Load Profile Daya 197 kVA, menggunakan aplikasi AMICON, didapatkan beberapa pelanggan yang mengalami kegagalan penarikan data, sehingga perlu dilakukan tindakan penormalan seperti me-restart ulang modem, mengganti modem, mengganti kabel data dan antena, serta penormalan alat ukur yang mengalami kerusakan, agar penarikan data secara jarak jauh dapat dilakukan. Adapun data kegagalan baca

Load Profile dalam beberapa bulan diperlihatkan pada tabel 4.19 sedangkan data perbaikan terlihat melalui tabel 4.20.

Tabel 4.19 Data Kegagalan Baca Load Profile

No	Bulan	Jumlah Pelanggan	Berhasil Baca	Gagal Baca			
				Modem Rusak	Modem <i>Hang</i>	Meter Rusak	Kabel Data Putus, Antena Rusak
1.	Jan	184	181	2	1	-	-
2.	Feb	184	182	0	2	-	-
3.	Mar	184	182	1	0	-	1
4.	Apr	184	180	1	3	-	-
5.	Mei	187	185	1	1	-	1
6.	Jun	189	186	1	1	1	-

Sumber: (AMICON)

Tabel 4.20 Data Hasil Perbaikan Ganti Meter

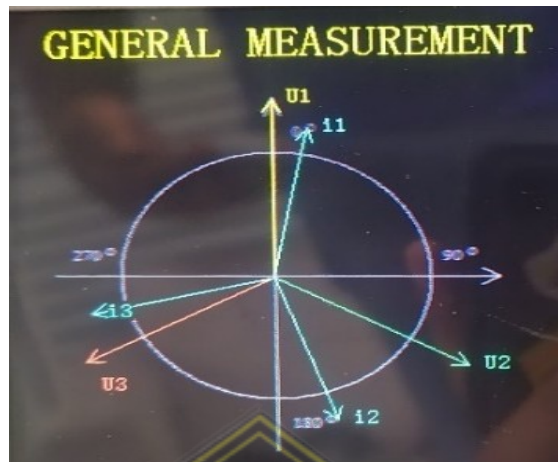
No.	Gagal Baca	Perbaikan	Tindak Lanjut
1.	Modem Rusak	Ganti Modem	Selesai
2.	Modem <i>Hang</i>	<i>Restart</i> Modem	Selesai
3.	Meter Rusak	Ganti Meter	Ada Tagihan Susulan
4.	Kabel Data Putus, Antena Rusak	Ganti Kabel Data, Ganti Antena	Selesai

4.1.5 Hasil Temuan berdasarkan Analisa Kegagalan Baca *Load Profile* Pelanggan Daya 197 kVA

Berdasarkan data yang telah didapat, diketahui bahwa salah satu penyebab kegagalan penarikan data tidak hanya berasal dari perangkat komunikasi AMR, melainkan dari peralatan ukur itu sendiri, yaitu kWh meter. Selain itu, dapat dilihat juga berdasarkan penurunan jam nyala pelanggan yang signifikan, dimana pembacaan *Load Profile* ini sangat berpengaruh kepada besar tagihan, serta

pemakaian yang digunakan. Adapun salah satu data pelanggan yang mengalami kegagalan pembacaan akibat kerusakan peralatan ukur adalah sebagai berikut:

Nama	: BUSTAMIN
ID Pelanggan	: 443200067312
Alamat	: Dn. O'o Timur Kab. Dompu
Tarif	: I2
Daya	: 197 kVA
Merk/Type kWh	: ITRON / NIAS DC
No. kWh	: 5221012625
No.GSM	: 082212729250
Merk/Type	: WASION / WS-18F
IMEI Modem	: 863789026800239
FKM	: 60
Rasio CT	: 300/5 A
Pembatas	: MCCB/Schneider/300 A
Koordinat X	: -6.221762
Koordinat Y	: 106.693451



Gambar 4.18 Diagram Phasor Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Ukur (*Emsyst*)
(Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4.19 Kondisi kWh Meter Blank/Mati Sebelum Penormalan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

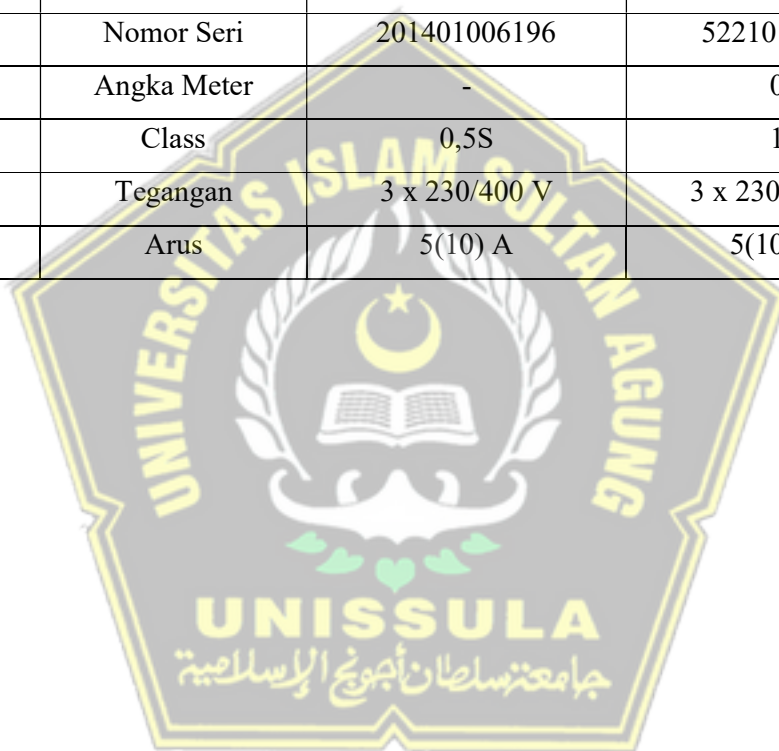


Gambar 4.20 kWh Meter Setelah Penormalan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Data hasil penormalan yang dilakukan diperlihatkan melalui tabel 4.21 dan 4.22 ini:

Tabel 4.21 Data Penormalan kWh Meter

No	Data Meter	kWh Meter Cabut	kWh Meter Pasang
1	Merk	WASION	ITRON
2	Type	IMETER318	NIAS 3 PHASE CT
3	Tahun	2014	2021
4	Nomor Seri	201401006196	5221012625
5	Angka Meter	-	0
6	Class	0,5S	1
7	Tegangan	3 x 230/400 V	3 x 230/400 V
8	Arus	5(10) A	5(10) A



Tabel 4. 22 Data Hasil Pengukuran Pada kWh Meter

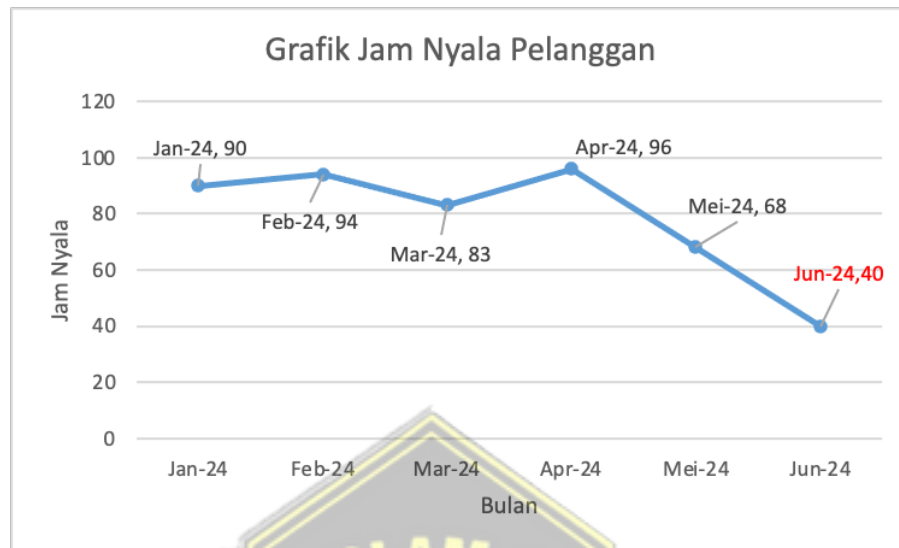
Fasa	Arus Outgoing Sebelum (A)	Arus Outgoing Sesudah (A)	Tegangan F-N (V)	Tegangan F-F (V)	PF
R	-	0,20	233	400	0,98
S	-	0,39	232	399	0,98
T	-	0,52	235	401	0,98

Untuk mengetahui rata-rata pemakaian energi listrik perbulannya, serta jumlah rupiah yang ditagihkan, maka dilakukan pengambilan data melalui EIS (*Executive Information System*). Aplikasi EIS ini digunakan untuk mengetahui riwayat pemakaian serta pembayaran.

Tabel 4.23 Data Jam Nyala Pelanggan

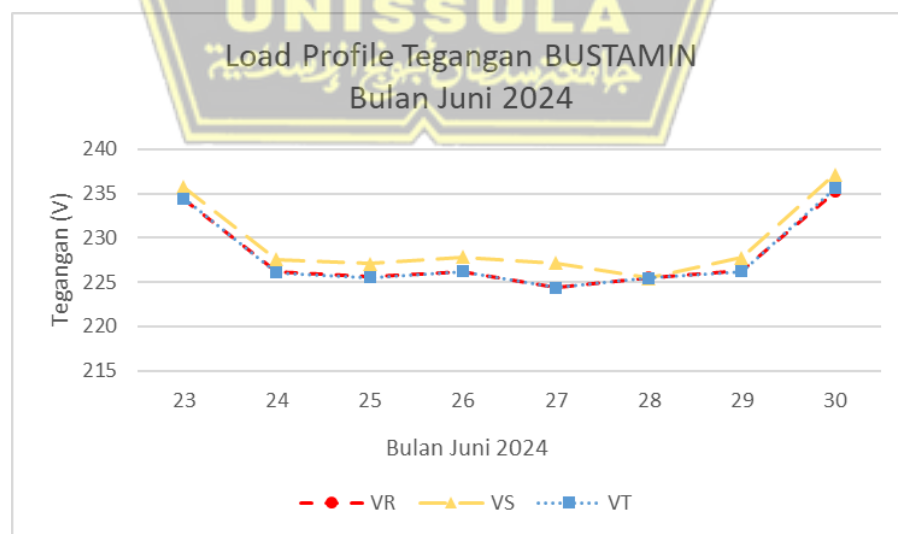
No	Bulan	Tarif	Daya (VA)	Rupiah (Rp)	Pemakaian (kWh)	Jam Nyala (Jam)
1	Januari	I2	197000	18889549	17724	90
2	Februari	I2	197000	19834340	18572	94
3	Maret	I2	197000	17538268	16396	83
4	April	I2	197000	20248901	18926	96
5	Mei	I2	197000	14219392	13352	68
6	Juni	I2	197000	7850844	7880	40

Sumber: (*Executive Information System*)

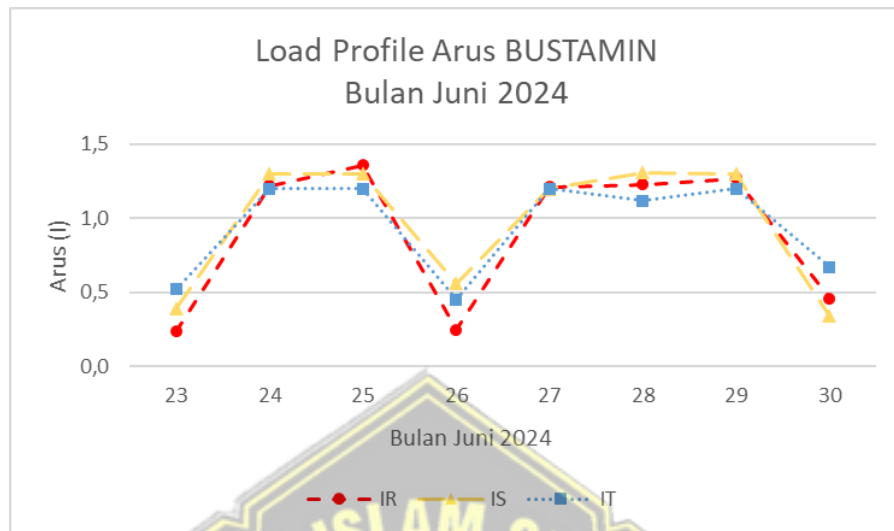


Gambar 4. 21 Grafik Jam Nyala Pelanggan Bustamin

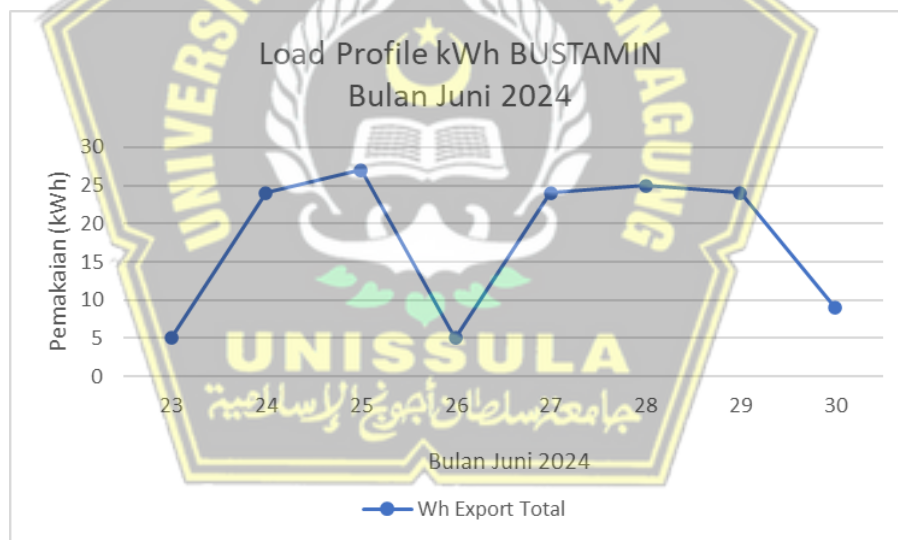
Pada tabel jam nyala pelanggan dalam setiap bulannya, terlihat bahwa ditemukan adanya penurunan yang drastis pada bulan Juni, yang disebabkan oleh gagalnya penarikan data pemakaian sehingga rupiah yang ditagihkan tidak sesuai dengan pemakaian sebenarnya. untuk memastikan bahwa terdapat kegagalan pembacaan *Load Profile*, maka melalui aplikasi AMICON dapat melihat kelengkapan data pengukuran, adapun *Load Profile* yang dapat dibaca adalah sebagai berikut:



Gambar 4.22 Load Profile Tegangan Bustamin Bulan Juni 2024



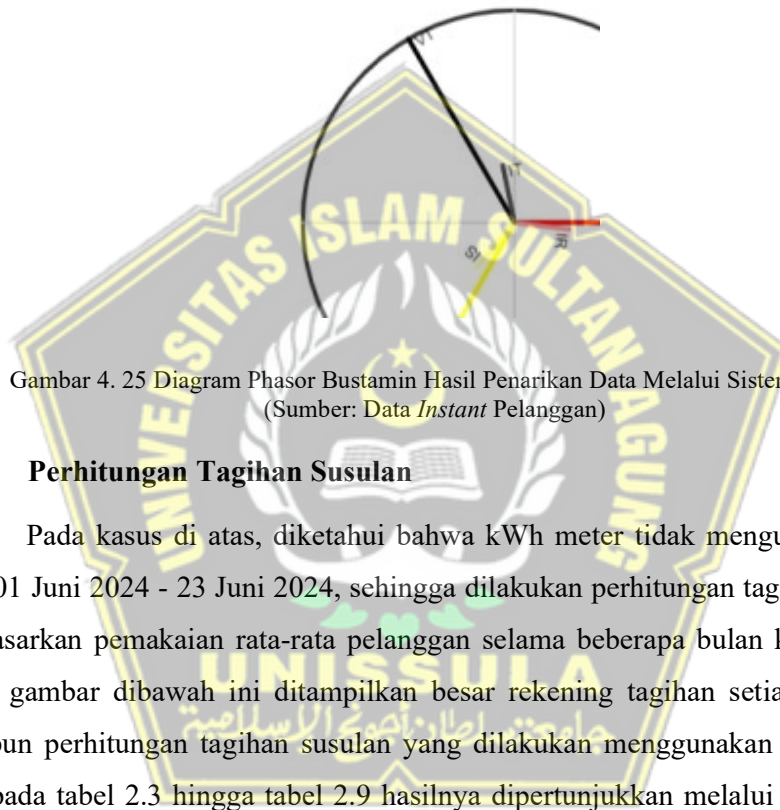
Gambar 4.23 Load Profile Arus Bustamin Bulan Juni 2024



Gambar 4.24 Load profile kWh Bustamin bulan Juni 2024

Pada *Load Profile* tegangan, arus dan kWh diatas, didapatkan bahwa terjadi kegagalan pembacaan pemakaian energi listrik pelanggan, karena rusaknya kWh Meter. Dimana ketika dilakukan penggantian, penarikan data berhasil dilakukan, ini dibuktikan dengan adanya *Load Profile* tegangan, arus, dan pemakaian kWh yang tampil pada sistem AMR. Pada grafik *Load Profile* tegangan berada dalam kategori normal dimana tegangan setiap phasanya

cenderung mendekati fasa lainnya, dan berada dalam standar tegangan pelayanan yakni $+ 5\%$ dan $- 10 \%$ dari tegangan pelayanan. Begitu pula pada grafik *Load Profile* arus, yang dimana dapat membaca pemakaian beban setiap harinya, sesuai dengan interval waktu penarikan data. Grafik *Load Profile* arus setiap fasanya juga dalam keadaan normal dimana cenderung mendekati fasa lainnya.



Gambar 4. 25 Diagram Phasor Bustamin Hasil Penarikan Data Melalui Sistem AMR
(Sumber: Data *Instant* Pelanggan)

4.1.6 Perhitungan Tagihan Susulan

Pada kasus di atas, diketahui bahwa kWh meter tidak mengukur dimulai dari 01 Juni 2024 - 23 Juni 2024, sehingga dilakukan perhitungan tagihan susulan berdasarkan pemakaian rata-rata pelanggan selama beberapa bulan ke belakang. Pada gambar dibawah ini ditampilkan besar rekening tagihan setiap bulannya. Adapun perhitungan tagihan susulan yang dilakukan menggunakan rumus yang ada pada tabel 2.3 hingga tabel 2.9 hasilnya dipertunjukkan melalui tabel 4.25 – 4.31 ini:

Tabel 4.24 Data Rekening Tagihan Pelanggan Bustamin

NO	IDPEL	UNITUP	BLTH_REK	TRF	DAYA	GOL	FRT	FJN	KDIN	KDOUT	RPTAG
1	443200067312	44320	06-2024	I2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	7,850,844
2	443200067312	44320	05-2024	I2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	14,219,392
3	443200067312	44320	04-2024	I2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	20,248,901
4	443200067312	44320	03-2024	I2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	17,538,268
5	443200067312	44320	02-2024	I2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	19,834,340
6	443200067312	44320	01-2024	I2	197,000	0	1	N	REK_BARU	22	18,889,549

Sumber: (EIS (*Executive Information System*))

Tabel 4.25 Perhitungan Angka Total LWBP

No	Bulan	LWBP sebelum	LWBP sesudah	Pemakaian LWBP
1.	Juni-24	17162,21	17354,06	11511
2.	Mei-24	16893,39	17162,21	16129
3.	April-24	16660,36	16893,39	13982

Tabel 4.26 Perhitungan Angka Total WBP

No	Bulan	WBP sebelum	WBP sesudah	Pemakaian WBP
1.	Juni-24	3191,01	3221,69	1841
2.	Mei-24	3144,4	3191,01	2797
3.	April-24	3104,16	3144,4	2414

Tabel 4.27 Perhitungan Angka Total kVAR

No.	Bulan	kVAR sebelum	kVAR sesudah	Pemakaian kVAR
1.	Juni-24	4914,61	4962,92	2899
2.	Mei-24	4857,65	4914,61	3418
3.	April-24	4812,68	4857,65	2698

Tabel 4.28 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian LWBP

No	Bulan	Pemakaian LWBP	Jumlah hari	Pemakaian per-hari LWBP	Rata-rata pemakaian per-hari LWBP
1.	Juni-24	11511	30,00	383,70	467,78
2.	Mei-24	16129	31,00	520,30	
3.	April-24	13982	30,00	499,35	

Tabel 4.29 Perhitungan Rata-Rata Pemakaian WBP

No	Bulan	Pemakaian WBP	Jumlah hari	Pemakaian per-hari WBP	Rata-rata pemakaian per-hari WBP
1.	Juni-24	1841	30,00	61,36	79,27
2.	Mei-24	2797	31,00	90,21	
3.	April-24	2414	30,00	86,23	

Tabel 4.30 Perhitungan rata-rata pemakaian kVAR

No	Bulan	Pemakaian kVAR	Jumlah hari	Pemakaian per-hari kVAR	Pemakaian per-hari kVAR	% kVAR
1.	Juni-24	2899	30,00	96,63	101,08	22%
2.	Mei-24	3418	31,00	110,26		18%
3.	April-24	2698	30,00	96,36		16%
Kelebihan kVAR (Pemakaian kVAR - Pemakaian kWh)					-	14%

Tabel 4.31 Total tagihan susulan Bustamin

	Pemakaian kWh	Hari	Total Pemakaian	Tarif / kWh	Total Tagihan Susulan
WBP	79,27	23	1.823,14	1.458,00	2.658.144,88
LWBP	467,78	23	10.758,99	972,00	10.457.740,16
kVAR	-	-	-	1.057,00	-
Total Biaya Pemakaian kWh (LWBP+WBP+kVAR)					13.115.885,04
Yang sudah dibayarkan pelanggan (Belum termasuk PPJ)					2.151.813,60
Selisih Rekening Minimum					-
Total Kurang Tagih					10.964.071,44
PPJ 3%					274.101,79
PPn (10 %)					-
Biaya Materai					10.000,00
Total Tagihan Susulan					11.248.173,23
Total kWh Kurang Tagih					10.118,14 kWh

Setelah dilakukan penormalan pada pelanggan Bustamin diketahui terdapat tagihan pemakaian listrik yang sudah terpakai sebesar 10.118,14 kWh namun belum tertagihkan akibat dari kWh meter mati/*blank* sehingga rupiah yang perlu ditagihkan sebesar Rp. 11.248.173,23 sesuai dengan rata-rata pemakaian 3 bulan kebelakang.

4.2 Pembahasan

Jam nyala adalah salah satu acuan pengukuran yang dihasilkan dari perhitungan besaran pemakaian energi listrik (kWh) oleh suatu pelanggan yang dibandingkan dengan daya yang tersambung atau daya kontrak (kVA) yang disepakati oleh kedua belah pihak yaitu pelanggan, dan penyedia. Jam nyala sendiri dapat dijadikan suatu acuan, dalam melakukan pemantauan pemakaian pelanggan, yaitu dengan mengklasifikasikan pemakaian pelanggan berdasarkan Jam Nyala setiap bulannya. Dengan dilakukan klasifikasi ini, maka dapat mempercepat menemukan adanya anomali pengukuran. Terutama pada

pelanggan berdaya besar yang memiliki penurunan jam nyala yang cukup drastis, salah satunya pada pelanggan yang mengalami penurunan hingga lebih dari 100 jam.

Untuk memastikan tidak adanya *anomali* pengukuran, maka dengan data penurunan jam nyala ini akan dijadikan acuan untuk dilakukannya pemantauan lebih lanjut melalui penggunaan sistem AMR (*Automatic Meter Reading*).

Sistem AMR adalah sebuah sistem pembacaan meter jarak jauh melalui penggunaan peralatan komunikasi yang dipasangkan ke meter elektronik yang terpasang pada pelanggan. Dengan adanya sistem pembacaan jarak jauh ini maka akan mempermudah perusahaan dalam melakukan pemantauan pemakaian energi listrik, sehingga data hasil penarikan dari meter ini dapat dijadikan suatu acuan dalam menganalisa, membuat rekening, dan lain sebagainya. Pada sistem AMR dilakukan penarikan data dengan interval waktu penarikan data sendiri berbeda-beda. Data yang ditarik dari meter ini akan disimpan ke dalam sistem, salah satunya pada fitur *monitoring Load Profile*.

Dengan menggunakan fitur *Load Profile* maka *user* dapat melihat indikator-indikator pengukuran, seperti tegangan setiap fasa, pemakaian beban pada setiap fasanya, serta besar pemakaian energi aktif dan reaktif, yang dimana data-data ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Sehingga, data pada kanal ini dapat dijadikan acuan dalam menganalisa pemakaian pelanggan.

Selain memiliki kelebihan, sistem AMR ini juga memiliki kekurangan, salah satunya yaitu kegagalan penarikan data meter. Kegagalan penarikan data ini dapat disebabkan oleh adanya kerusakan pada alat komunikasi maupun kerusakan pada kWh Meter.

Pada kasus pertama, diketahui bahwa jam nyala pelanggan (CV Sumber Dingin) mengalami penurunan yang cukup drastis, dimana jam nyala pelanggan yang awalnya berkisar di angka 200-300 Jam mengalami penurunan yang cukup drastis, yaitu pada bulan April jam nyala pelanggan hanya sebesar 40 jam. Dimana 40 jam ini merupakan besar jam nyala minimum yang telah ditentukan oleh perusahaan dalam setiap bulannya. Sehingga dari data jam nyala yang telah didapatkan, dilakukan pemantauan lebih lanjut menggunakan sistem AMR. Pada

sistem AMR ini dilakukan pengecekan data melalui fitur *monitoring Load Profile*, dan ditemukan bahwa adanya *anomali* pengukuran.

Untuk tegangan yang terbaca pada sistem masih dalam batas normal, yaitu tidak melebihi toleransi tegangan pelayanan yakni $+ 5\%$ dan $- 10\%$ dari tegangan nominal pelayanan. Sementara pada grafik *Load Profile* arus/beban, ditemukan bahwa arus yang terukur di setiap phasanya adalah nol (0). Begitupula pada grafik dari pemakaian energi listrik (kWh) yang juga menunjukkan angka nol (0). Pada *diagram phasor* yang ditampilkan pada *monitoring* instan, didapatkan vektor arus tidak terbaca, karena tidak adanya pemakaian yang terbaca pada meter. Sementara pada vektor tegangan, masih dalam kategori normal, dimana vektor tegangan tiap phasanya berbeda 120 derajat.

Dikarenakan dua fitur *monitoring* menunjukkan tidak adanya pemakaian energi listrik, maka untuk memastikan bahwa tidak adanya anomali pengukuran, dilakukanlah pengecekan lebih lanjut ke lapangan. Didapatkan bahwa kondisi MCCB di lapangan terbakar, dan dilakukan sambung langsung. Hal inilah yang menyebabkan hasil penarikan data arus, dan pemakaian energi hanya berada di angka nol. Adapun salah satu penyebab terbakarnya MCCB ini adalah pemakaian dari pelanggan yang terlalu besar, dan secara terus-menerus.

Hal inilah yang membuat MCCB ini tidak dapat menahan beban yang terlalu besar, sehingga menyebabkan bagian dalam pada MCCB ini panas, dan terbakar. Untuk itu, perlu dilakukann penormalan dengan mengganti MCCB. Setelah dilakukan penggantian, maka didapatkanlah hasil pengukuran sebenarnya, dimana meter dapat membaca beban yang terhubung, serta didapatkan pula data pengukuran tersebut dalam sistem AMR. Sehingga saat dilakukan penarikan data, dapat terlihat grafik *Load Profile* dari tegangan, arus, dan pemakaian energi listrik dapat terbaca.

Selain grafik *Load Profile*, data *Instant* yaitu *diagram phasor* dari penarikan data juga dapat terbaca, dimana vektor tegangan masih dalam keadaan normal yaitu berbeda 120 derajat setiap phasanya, serta untuk vektor arus setiap phasanya sudah dapat terbaca, dan posisi vektor arus yang ditampilkan juga tidak melebihi dari 90 derajat dari vektor tegangan untuk phasayang sama.

Setelah dilakukan penormalan, maka pada kasus ini diketahui memiliki tagihan susulan akibat adanya sambung langsung, dimana untuk tagihan susulan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rata-rata pemakaian selama 3 bulan kebelakang, dan diperoleh tuntutan pembayaran tagihan susulan yang wajib diselesaikan oleh pelanggan dengan jumlah Rp. 120.234.999,29 atau sebesar 110.339,29 kWh.

Pada kasus kedua, yaitu pelanggan atas nama Bustamin yang dimana pelanggan tersebut adalah salah satu pelanggan yang mengalami kegagalan penarikan atau pembacaan data secara jarak jauh. Adanya kegagalan pembacaan ini dibuktikan dengan analisa *Load Profile* dimana tidak adanya data penarikan dan pembacaan yang terdapat pada fitur *monitoring Load Profile*. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dilakukannya pengecekan di lapangan, untuk mengetahui lebih lanjut penyebab dari kegagalan penarikan data.

Berdasarkan hasil pengecekan yang dilakukan, didapatkan dari hasil pengujian dengan alat uji portabel secara *online*, bahwa *phasor* tegangan, dan arus yang tampil masih dalam keadaan normal. Dimana *phasor* tegangan setiap fasanya berbeda 120 derajat, dan untuk *phasor* arus berada tidak melebihi 90 derajat dari *phasor* tegangan yang sama. Namun, pada tampilan yang ada pada kWh meter Elektronik ini tidak ada indikator pengukuran apapun yang tampil, sehingga perlu dilakukan penggantian kWh meter. Setelah dilakukannya penggantian, didapatkan bahwa kWh meter dapat membaca, dan setelah dilakukan penarikan data secara jarak jauh, data-data indikator pengukuran dapat tampil pada sistem.

Dapat dilihat pada grafik *Load Profile* pelanggan bahwa tegangan setiap fasanya dalam keadaan normal yaitu cenderung mendekati fasa lainnya. Begitupula pada grafik arus, dimana grafik arus setiap fasanya mendekati fasa lainnya. Selain itu, setelah kWh meter dipastikan bekerja secara normal, dilakukan pula penarikan data *instant*, ditunjukkan dengan diagram *phasor* yang tampil. Vektor tegangan pada diagram *phasor* dalam batas normal, yaitu setiap fasa vektornya berbeda 120 derajat dari fasa lainnya. Pada vektor arus juga

didapatkan dalam batas normal, dimana vektor arus berada tidak melebihi dari 90 derajat dari vektor tegangan pada phasa yang sama.

Dengan dilakukannya penggantian kWh meter, maka selama kWh meter tersebut tidak mengukur, maka besar tagihan susulan yang diperhitungkan yaitu berdasarkan rata-rata pemakaian energi selama tiga (3) bulan terakhir. Didapatkan besar tagihan susulan yang harus dibayarkan pelanggan adalah Rp. 11.248.173,23 atau sebesar 10.118,14 kWh.

Dengan dilakukannya analisa berdasarkan jam nyala dan *Load Profile* pada sistem *Automatic Meter Reading* (AMR), maka adanya *anomali* pengukuran dapat ditemukan dengan mudah, terutama pelanggan yang mengalami penurunan jam nyala drastis melalui aplikasi AP2T. Dengan kelengkapan penarikan dan pembacaan data meter melalui *monitoring Load Profile* yang dapat menekan susut terutama yang bersumber dari pelanggan dengan jumlah rekening tagihan yang cukup besar.

Berdasarkan dua kasus yang sudah dinormalkan jumlah total kWh yang diselamatkan menggunakan metode analisa ini sejumlah 120.457,43 kWh dari total susut nonteknis bulan Juni 2024 dengan jumlah 749.686 kWh. Dengan dilakukannya penormalan, maka didapatkan hasil pengukuran pemakaian dapat ditagihkan sesuai dengan pemakaian sebenarnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berlandaskan hasil perhitungan dan analisa yang dijalankan mampu diambil kesimpulan bahwasanya:

1. Analisa pemakaian energi listrik yang terjadi pada pelanggan potensial melalui penggunaan sistem *Automatic Meter Reading* dapat dilakukan dengan melakukan pemantauan pada penurunan Jam Nyala dan parameter *load profile* yang tiba-tiba turun secara drastis.
2. Faktor-faktor yang menyebabkan munculnya tagihan susulan pada 2 pelanggan antara lain:
 - a. Terdapat kerusakan MCCB pada pelanggan CV. Sumber Dingin yang menyebabkan pemakaian arus dan energi listrik tidak terukur dari tanggal 23 April 2024 hingga 21 Juni 2024 dengan jumlah kWh tidak tertagih sebesar 110.339,29 kWh dan tagihan susulan sebesar Rp 120.234.999,29
 - b. Pada pelanggan Bustamin ditemukan kegagalan penarikan data tegangan, arus, dan pemakaian energi listrik disebabkan rusaknya kWh Meter mati/*blank* dari tanggal 01 Juni 2024 hingga 21 Juni 2024 dengan jumlah kWh tidak tertagih sebesar 10.118,14 kWh dan tagihan susulan sebesar Rp 11.248.173,23
3. Dari 2 pelanggan yang mengalami anomali pengukuran yaitu CV. Sumber Dingin dan Bustamin total kWh yang terselamatkan adalah sebesar 120.457,43 kWh dengan tagihan susulan sebesar Rp 131.483.172,52 diperoleh dari perhitungan rata-rata pemakaian energi listrik 3 bulan terakhir.

5.2 Saran

1. Untuk memudahkan dalam melakukan penormalan atau perbaikan peralatan di lapangan, sebaiknya dilengkapi dengan surat pemberitahuan kepada pelanggan, surat tugas, dan tanda pengenal resmi petugas PLN.
2. Melakukan pemberitahuan resmi kepada pelanggan yang mengalami kelaian baca meter ataupun pelanggan yang pemakaian energinya tidak tertagih dengan baik secara bersurat terlebih dahulu.
3. Dilakukan analisis secara bekal untuk mengantisipasi dan meminimalisir kWh tidak tertagih akibat dari gagal baca AMR dan kWh blank sehingga menyebabkan susut non-teknis di PLN UP3 Bima.



pengenal untuk memastikan bahwa kegiatan yang dilaksanakan secara resmi oleh PLN.

4. Sistem AMR yang terpasang pada pelanggan perlu dilakukan pemantauan secara berkala pada web AMICON agar saat sistem AMR pada kondisi *offline* bisa dilakukan pengecekan di lapangan tanpa perlu menunggu terlalu lama.
5. Kedepannya pada sistem AMR diharapkan dapat memiliki fitur otomatis yang memberikan pemberitahuan kepada *user* jika terjadi anomali pengukuran, yang dapat diakibatkan oleh kerusakan pada alat pengukuran maupun komponen lainnya, sehingga *user* dapat mengetahui lebih cepat dan menindaklanjuti, tanpa harus mengklasifikasikan berdasarkan pelanggan yang mengalami kelainan maupun gangguan.



DAFTAR PUSTAKA

- Buzau, M.M. *et al.* (2019) 'Detection of non-technical losses using smart meter data and supervised learning', *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(3), pp. 2661–2670. Available at: <https://doi.org/10.1109/TSG.2018.2807925>.
- Heriyanto, A. (2016) 'Studi Kasus Kinerja AMR (Automatic Meter Reading) pada Pelanggan Potensial Daya 41.5 KVA – 200 KVA di Situbondo', *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember*, pp. 1–13. Available at: [http://repository.unmuhjember.ac.id/379/1/ARTIKEL JURNAL.pdf](http://repository.unmuhjember.ac.id/379/1/ARTIKEL%20JURNAL.pdf).
- Kementerian ESDM (2016) 'Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)', *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*, p. 24.
- PT PLN (Persero) (2020) *Sistem pengukuran dua arah*. Jakarta: PT PLN Persero.
- PT PLN (Persero) (2013) 'Modem Untuk Sistem Pembacaan Meter Energi Terkendali Jarak Jauh (AMR)', *Spln D3.023: 2013* [Preprint], (0776).
- PT PLN (Persero) (2021) *SPLN D3.023: 2021 Modem Seluler untuk Sistem Metering Komunikasi Dua Arah*. PT PLN (PERSERO).
- PT PLN Persero (2010) *Alat Pengukur, Pembatas, dan Perlengkapannya*. Jakarta: PT PLN Persero.
- PT PLN Persero (2014) 'SPESIFIKASI KABEL TEGANGAN RENDAH Bagian 1: Kabel Pilin Udara', *Lampiran Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 0144.K/DIR/2014* [Preprint], (0144).
- Sopiyani, R. (2021) 'Implikasi Yuridis Dalam Pembayaran Tagihan Tenaga Listrik Yang Tidak Sesuai Pemakaian Akibat Kerusakan Alat Pengukur Dan Pembatas', *Jurnal Program Magister Hukum Fakultas Hukum Universitas Indonesia*, 1(2), pp. 1007–1018.
- Surusa, F.E.P., Humena, S. and Nani, F.Y. (2022) 'Analisa Susut Non Teknis Menggunakan Automatic Meter Reading (AMR) Pada Pelanggan Potensial', *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i1.11272>.
- Wiharja, U. (2018) 'Analisa Deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik Dengan Sistem Automatic Meter Reading', *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 6(1), pp. 89–96.

- Wibowo, W.K., Purwaningsih, R. and Susanty, A. (2024) 'Analisa Implementasi Anomaly Early Warning System pada Pelanggan Automatic Meter Reading (AMR) dalam Pengendalian Susut Jaringan Distribusi pada PLN UP3 Mataram', *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, JPII Vol 2 (5) 339-344.
- Tanjung, A.R., Zain, A. and Susanto, H. (2019) ' Analisa Penurunan Susut Non Teknis Dengan AMR PLN (Studi Kasus PT. Tjokro Bersaudara Bontang Kaltim)', *SINERGI* Volume 17 (1): pp. 1–9. Available at: <http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v17i1.1586>.

