

**Studi Kasus Kinerja AMR (*Automatic Meter Reading*) Pada Pelanggan Potensial
Daya 41.5 KVA – 200 KVA Di Situbondo**

Studi Kasus Pada Pelanggan PT. Tiga Makin Jaya Wilayah Kerja
PT. PLN (Persero) Area Situbondo – Rayon Panarukan

Adi Heriyanto

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember
adi_heriyanto@yahoo.co.id

Abstrak

Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh PLN adalah masih tingginya susut non teknik pelanggan potensial AMR yang disebabkan dari kesalahan pemasangan dan pemeliharaan. Permasalahan ini tentu memiliki solusi yang dapat digunakan agar susut non teknik dapat ditekan. Berdasarkan teori perhitungan energi listrik, dari besar tegangan, arus dan factor daya, dapat diketahui pemakaian energi yang dihitung atau dibayar setiap bulan.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dilakukan studi kasus menggunakan aplikasi AMR untuk memonitor dan menganalisa pemakaian energi listrik pada pelanggan potensial dengan sumber data yang sudah diketahui. Monitoring dengan aplikasi AMR ini, dapat mempermudah untuk menentukan penyimpangan energi listrik yang belum terukur oleh kWh meter, sehingga dapat mempercepat penormalan apabila terjadi kesalahan atau anomali pada kWh meter.

Kata kunci : Aplikasi AMR, DMR, Perhitungan Error kWh Meter, Susut Non Teknik, Studi Kasus.

Abstract

One of the problems faced by PLN is still high non-technical losses AMR potential customers resulting from faulty installation and maintenance. These problems certainly have a solution that can be used so that non-technical losses can be reduced. Based on theoretical calculations of electrical energy, from voltage, current and power factor, it can be seen that the energy consumption is calculated or paid every month.

Based on the above description, then conducted a case study using AMR applications to monitor and analyze the use of electrical energy at potential customers with a data source that is already known. Monitoring with AMR applications, it can be easier to determine deviations electrical energy that has not been measured by kWh meters, so it can accelerate normalization in case of error or anomaly in kWh meters.

Keywords: Applications AMR, DMR, Calculation Error kWh Meter, Non-Technical Losses, Case Studies.

BAB I

PENDAHULUAN

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada 2009 Abdul Muchyi dari Universitas Indonesia membahas tentang Studi Perkiraan Susut Energi dan Alternatif Perbaikan Pada Penyulang Leci Di Gardu Induk Jababeka dengan menggunakan sistem Automatic Meter Reading (AMR). Dalam isi tulisannya berkeinginan membahas tentang sebab-sebab terjadinya losses pada penyulang Leci di gardu induk jababeka dan mengkalkulasi akibat dari losses tersebut. Dalam hal ini si penulis mengevaluasi biaya kerugian selama tahun 2009 pada perusahaan listrik negara (PLN), setelah itu si penulis juga membuat alternative perbaikan bagaimana cara menekan kerugian dan membuat evaluasi biaya kerugian dari solusi tersebut.

Pada 2011 Guson membahas tentang *Distribusi Data Listrik Pelanggan melalui Sistem Informasi berbasis Web* yang merupakan proses pembacaan meter elektronik yaitu sistem Automatic Meter Reading (AMR) yang dapat membaca dan mengunduh data meter elektronik secara jarak jauh dan otomatis telah menggeser sistem pembacaan meter elektronik secara konvensional. Sistem ini memanfaatkan teknologi komunikasi seperti PSTN, GSM/ GPRS dan Internet (TCP/ IP) guna transmisi data meter elektronik hingga dapat sampai di server AMR. Teknologi ini harus dibarengi dengan pendistribusian data meter pelanggan. Sehingga data meter pelanggan yang telah diunduh tidak menjadi sia-sia. Distribusi data meter pelanggan dapat menggunakan sistem informasi berbasis web, dengan implementasi sistem informasi ini di sisi pengguna tidak perlu lagi diinstal software khusus. Pengguna hanya memerlukan web browser untuk mengakses sistem informasi. Sehingga pada akhirnya, sistem informasi ini dapat dipergunakan oleh pihak PT PLN (Persero) guna menganalisis dan mengambil

keputusan serta langkah-langkah strategis berkaitan dengan data hasil pembacaan. Dari data yang disajikan melalui sistem informasi dapat dilihat tren penggunaan listrik dan terdapat indikasi jika pelanggan melakukan tindakan curang.

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah pendekatan kualitatif dengan menggunakan Metode Studi Kasus. Metode Studi Kasus ialah metode yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan terhadap suatu kesatuan sistem, baik itu berupa program, kegiatan, peristiwa, atau sekelompok individu yang terikat oleh tempat ataupun waktu. Penelitian ini diarahkan untuk menghimpun data, mengambil makna, dan memperoleh pemahaman dari kasus tersebut. Suatu kasus tidak dapat mewakili populasi dan tidak dimaksudkan untuk memperoleh kesimpulan dari populasi. Kesimpulan studi kasus hanya berlaku bagi kasus yang diteliti. Karena tiap kasus bersifat unik dan memiliki karakteristik yang berbeda antara yang satu dengan yang lain. Studi kasus memiliki beberapa kelemahan, antara lain :

1. Sulit dibuat inferensi kepada populasi
2. Mudah dipengaruhi pandangan subjektif

Adapun keunggulan studi kasus ini ialah:

1. Dapat memberi hipotesis untuk penelitian lanjutan
2. Mendukung studi – studi besar dikemudian hari
3. Dapat digunakan sebagai contoh ilustrasi

Pada skripsi yang berjudul ”Studi Kasus Kinerja AMR (*Automatic Meter Reading*) Pada Pelanggan Potensial Daya 41.5 KVA – 200 KVA Di Situbondo, Studi kasus pada pelanggan PT. Tiga Makin Jaya, Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) Area Situbondo – Rayon Panarukan”, maka sudah dapat diketahui metode penelitian yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dihadapi dapat dirumuskan secara sistematis dengan beberapa pertanyaan, yaitu:

1. Bagaimana cara mengetahui kesalahan pengawatan pada pelanggan AMR?
2. Bagaimana cara menghitung energi yang tidak terukur pada pelanggan potensial AMR?

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan proposal tugas akhir ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar pembatasannya dapat memberikan arah dan ruang lingkup yang jelas, maka pembahasan dibatasi pada hal – hal sebagai berikut :

1. Jenis penyimpangan yang dibahas adalah kesalahan pengawatan (*wiring*) kWh meter.
2. Pelanggan yang digunakan sebagai bahan analisa dan evaluasi pemakaian energi listrik adalah pelanggan di PT. PLN (Persero) Area Situbondo Rayon Panarukan

3. Data analisa dan evaluasi pemakaian energi menggunakan data hasil download pelanggan AMR milik PLN.
4. Aplikasi yang digunakan sebagai analisa dan evaluasi penurunan pemakaian energi listrik adalah Data Management Report milik PLN.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui lebih dini apabila terjadi penyimpangan pemakaian energi listrik pelanggan potensial AMR.
2. Mencari kWh yang hilang atau tidak terukur oleh kWh meter untuk mengurangi losses non teknik.
3. Mengetahui berapa besarnya indikasi kerugian PT PLN (Persero) dari kesalahan pelanggan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat, yaitu :

1. Bagi universitas, menambah direktori karya ilmiah.
2. Bagi penulis, menambah wawasan terhadap macam – macam penyimpangan pemakaian energi listrik pelanggan potensial AMR serta untuk memenuhi syarat kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir.
3. Bagi pengguna, mempermudah untuk menganalisa dan mengevaluasi apabila terjadi penyimpangan pemakaian energi listrik di pelanggan potensial AMR.
4. Bagi mahasiswa dan mahasiswi, menambah wawasan dan literatur para mahasiswa dan mahasiswi Teknik Elektro tentang studi analisa dan evaluasi pemakaian energi listrik pelanggan AMR.
5. Bagi pihak terkait, membantu mempercepat menemukan apabila terjadi penyimpangan pemakaian energi listrik pelanggan potensial AMR.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan yang saling berkaitan sehingga tersusun secara sistematis dan mudah dipahami. Sistematika penulisan pada rencana proposal tugas akhir ini diuraikan sebagai berikut :

1. BAB I – Pendahuluan

Bab ini berisi 5 (lima) Sub Bab, yaitu berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian.

2. BAB II – Kajian Pustaka dan Dasar Teori

Bab ini berisi teori yang digunakan sebagai dasar untuk memper muda menganalisa dan mengevaluasi studi literatur ini. Bab ini terdiri

dari 6 (enam) Sub Bab yang disusun secara sistematis sehingga dapat dipahami dengan mudah.

3. BAB III – Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang metode yang digunakan pada penelitian dan cara menganalisa dan evaluasi pelanggan AMR. Bab ini terdiri dari 8 (delapan) Sub Bab yang disusun secara sistematis sehingga langkah – langkah apa saja yang dilakukan pada penelitian ini dapat diketahui secara jelas dan pasti.

4. BAB IV – Analisa dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pembahasan perhitungan dan pemeriksaan pelanggan serta membahas implementasi hasil pemeriksaannya.

5. BAB V – Penutup

Bab ini adalah bab terakhir yang berisi kesimpulan dan saran mengenai penelitian yang telah dilaksanakan.

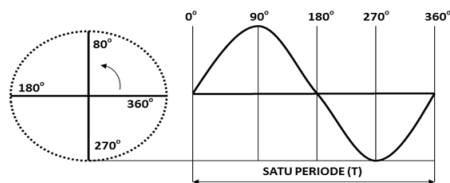
BAB II LANDASAN TEORI

2. LANDASAN TEORI

2.1 Teori Dasar Listrik

2.1.1 Arus Bolak – Balik

Arus bolak balik ialah arus yang mempunyai besaran maupun arah yang berubah ubah terhadap waktu.

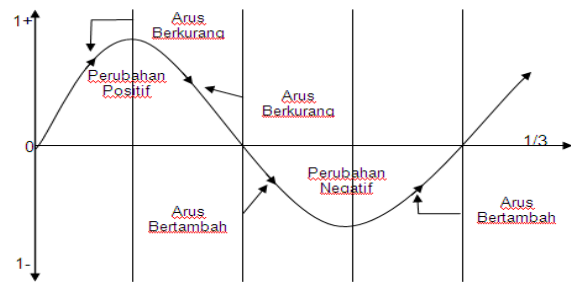


Gambar 2.1 Arus Bolak – Balik
 (Sumber : PT. PLN (Persero) Pusdiklat. *Teknik Listrik Terapan*)

Arus bolak balik dapat diartikan sebagai Vektor yang berputar dengan kecepatan sudut Radial per detik, bila satu putaran sama dengan jarak 360 derajat maka $L ; 2 \pi$ dalam waktu T.

2.1.2 Karakteristik Arus Bolak – Balik

Tidak seperti arus searah dimana besar dan polaritas dari arus/tegangan selalu tetap sepanjang waktu maka pada arus bolak-balik, besar dan polaritas dari arus/tegangan berubah-ubah terhadap waktu mengikuti bentuk fungsi sinusoidal.



Gambar 2.2 Karakteristik Arus Bolak – Balik
 (Sumber : PT. PLN (Persero) Pusdiklat. *Teknik Listrik Terapan*)

Dari karakteristik tersebut maka kita kenal :

1. Tegangan / arus sesaat
2. Tegangan / arus puncak / maksimum
3. Tegangan / arus efektif
4. Tegangan / arus rata rata

	Tegangan (V)	Arus (I)
Nilai sesaat :	$e = V \sin \omega t$	$I = I \sin \omega t$
Nilai maks :	$V = V$	$I = I$
Nilai efektif :	$V_{ef} = V / \sqrt{2}$	$I_{ef} = I / \sqrt{2}$
Nilai rata rata ;	$E_{av} = 0,637 E_m$	$I_{av} = 0,637 I_m$

($0,637 = 2\pi$)
 Nilai efektif adalah nilai yang terukur pada alat ukur (Volt meter /Amper meter)

Misalnya tegangan dirumah : 220 volt atau 380 volt.

Vektor Arus I dapat diuraikan menjadi 2 komponen yaitu ;

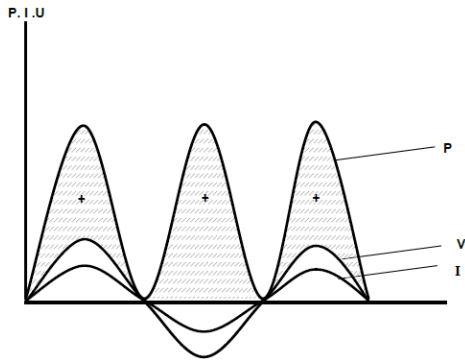
1. Komponen arus sefase dengan U disebut arus aktif Ia
2. Komponen tegak lurus dengan U disebut arus reaktif Ire

2.1.3 Beban Pada Arus Bolak – Balik

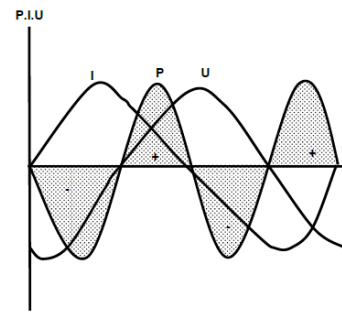
Pada sistem arus searah hanya mengenal beban resistive (R), tetapi pada sistem arus bolak balik beban merupakan “ Impedansi” (Z) yang biasa dibentuk dari unsur R, L, C.

2.1.3.1 Beban Resistif

- Energi listrik diubah menjadi energi panas atau mekanik
- Daya yang diserap berupa daya semu seluruhnya diubah menjadi daya aktif
- Ternasuk beban resistif murni adalah lampu pijar, setrika listrik, heater
- Gelombang sinusoidal arus berhimpit dengan tegangan atau sudut fasanya sama dengan nol sehingga faktor daya sama dengan satu ($\varphi = 0^\circ$ dan $\cos \varphi = 1$)



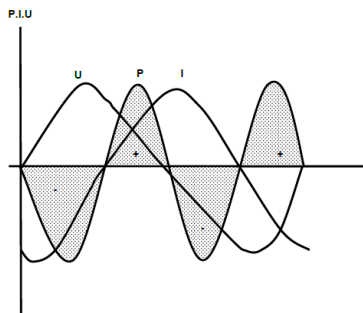
Gambar 2.3 Gelombang Beban Resistif
 (Sumber : PT. PLN (Persero) Pusdiklat. *Teknik Listrik Terapan*)



Gambar 2.5 Gelombang Beban Kapasitif
 (Sumber : PT. PLN (Persero) Pusdiklat. *Teknik Listrik Terapan*)

2.1.3.2 Beban Induktif

- Energi listrik yang diserap diubah menjadi medan magnet
- Daya yang diserap berupa daya semu seluruhnya diubah menjadi daya reaktif induktif
- Ternasuk beban induktif murni adalah reaktor dan kumparan
- Gelombang sinusioda arus ketinggalan 90° terhadap tegangan, atau sudut fasanya sama dengan 90° sehingga $\cos \varphi = 0$



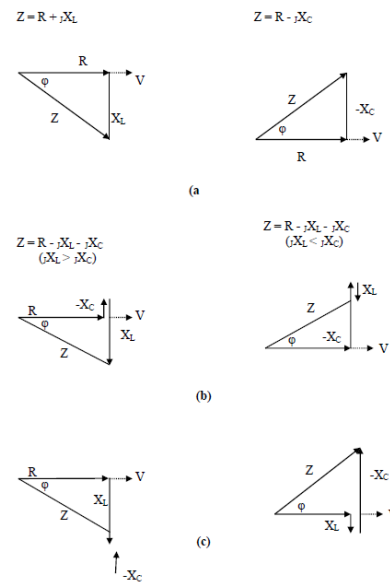
Gambar 2.4 Gelombang Beban Induktif
 (Sumber : PT. PLN (Persero) Pusdiklat. *Teknik Listrik Terapan*)

Sifat hambatan L (X_L) dengan C (X_C) saling bertentangan / meniadakan.

$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$, dan $X_C = 1/2\pi \cdot f \cdot C$
 X_L dan X_C merupakan bagian imajiner dari impedansi Z

Hubungan dari tiga beban / hambatan digambarkan sebagai berikut :

Z : Impedansi (Ω)	X_C :	Reaktansi Kapasitif (Ω)
R : Resistansi (Ω)	X_L :	Reaktansi Induktif (Ω)



Gambar 2.6 Hubungan Impedansi
 (Sumber : PT. PLN (Persero) Pusdiklat. *Teknik Listrik Terapan*)

2.1.3.3 Beban Kapasitif

- Energi listrik yang diserap menghasilkan energi reaktif
- Daya yang diserap berupa daya semu seluruhnya diubah menjadi daya reaktif kapasitif
- Ternasuk beban reaktif murni adalah kapasitor
- Gelombang sinusioda arus mendahului 90° terhadap tegangan, atau sudut fasanya sama dengan 90° sehingga $\cos \varphi = 0$

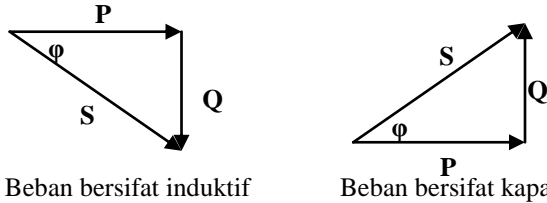
2.1.4 Daya Pada Arus Bolak Balik

Karena beban Z mempunyai/membentuk pergeseran sudut terhadap V (sebagai referensi) maka arus beban I_b yang mengalir pun membentuk sudut yang sama searah dengan sudut dari Z sebesar φ .

Hal ini berakibat timbulnya 3 macam daya, yaitu :

- a. Daya aktif : P (watt)
- b. Daya reaktif : Q (VAR)
- c. Daya semu : S (VA)

Hubungan dari ketiga macam daya tersebut kita kenal sebagai “segitiga daya”.



Beban bersifat induktif

Beban bersifat kapasitif

Gambar 2.7 Segitiga Daya Beban Induktif dan Kapasitif
 (Sumber : PT. PLN (Persero) Pusdiklat. *Teknik Listrik Terapan*)

Penjumlahan Vektor P dan Q

$$S = \vec{P} + \vec{Q}$$

Atau

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Rumus – rumus daya :

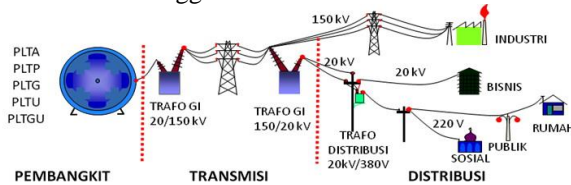
1 Fasa	3 Fasa
$S = V \times I$	$S = V \times I \times \sqrt{3}$ (VA)
$P = V \times I \times \cos \phi$	$P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \phi$
$Q = V \times I \times \sin \phi$	$Q = V \times I \times \sqrt{3} \times \sin \phi$

V = Tegangan Phasa-netral (220 Volt)

I = Arus Phasa

2.2 Sistem Tenaga Listrik

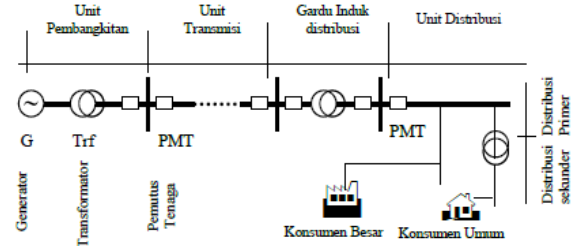
Sistem Tenaga Listrik dikatakan sebagai kumpulan/gabungan yang terdiri dari komponen – komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan dan merupakan satu kesatuan sehingga membentuk suatu sistem.



Gambar 2.8 Sistem Tenaga Listrik
 (Sumber : www.google.co.id)

Didalam dunia kelistrikan sering timbul persoalan – persoalan teknis, dimana tenaga listrik pada umumnya dibangkitkan pada tempat – tempat tertentu yang jauh dari kumpulan pelanggan, sedangkan pemakai tenaga listrik atau pelanggan tenaga listrik tersebar disegala penjuru tempat, dengan demikian maka penyampaian tenaga listrik dari tempat dibangkitkannya yang disebut pusat tenaga listrik sampai ke tempat pelanggan

memerlukan berbagai penanganan teknis. Dengan menggunakan Blok diagram sistem tenaga listrik dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.9 Blok Diagram Sistem Tenaga Listrik
 (Sumber : PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali)

Tenaga Listrik dibangkitkan di Pusat-pusat Tenaga Listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTGU, PLTP dan PLTD kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator penaik tegangan (step up transformer) yang ada di Pusat Listrik.

Pemberian nama PLTA, PLTU, PLTP dan sebagainya yang umum diberikan kepada unit pembangkit listrik di lingkungan PLN didasarkan atas nama tenaga penggerak mulanya. PLTA misalnya dimana mesin pembangkit listriknya (generator) yang ada di kawasan tersebut digerakan atau diputar oleh suatu turbin penggerak yang berputar karena digerakan oleh pergerakan aliran air (turbin air) demikian juga halnya dengan PLTU mesin pembangkit listriknya digerakan oleh turbin uap.

Saluran tenaga listrik yang menghubungkan pembangkitan dengan gardu induk (GI) dikatakan sebagai saluran transmisi karena saluran ini memakai standard tegangan tinggi dikatakan sebagai saluran transmisi tegangan tinggi yang sering disebut dengan singkatan SUTT. Dilingkungan operasional PLN saluran transmisi terdapat dua macam nilai tegangan yaitu saluran transmisi yang bertegangan 70 KV dan saluran transmisi yang bertegangan 150 KV dimana SUTT 150 KV lebih banyak digunakan dari pada SUTT 70 KV. Khusus untuk tegangan 500 KV dalam praktek saat ini disebut sebagai tegangan ekstra tinggi, yang disingkat dengan nama SUTET.

Pada saat ini masih ada beberapa saluran transmisi dengan tegangan 70 KV namun tidak dikembangkan lagi oleh PLN. Saluran transmisi ada yang berupa saluran udara dan ada pula yang berupa saluran kabel tanah. Karena saluran udara harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan kabel tanah maka saluran transmisi PLN kebanyakan berupa saluran udara. Kerugian dari saluran udara dibandingkan dengan saluran kabel tanah adalah saluran udara mudah terganggu oleh gangguan yang ditimbulkan dari luar sistemnya , misalnya karena sambaran petir, terkena ranting pohon , binatang, layangan dan lain sebagainya.

Setelah tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi maka sampailah tenaga listrik di Gardu Induk (GI) sebagai pusat beban untuk diturunkan tegangannya melalui transformator penurun tegangan (*step down transformer*) menjadi tegangan menengah atau yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 KV, 12 KV dan 6 KV. Kecenderungan saat ini menunjukkan bahwa tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah 20 KV.

Jaringan distribusi primer yaitu jaringan tenaga listrik yang keluar dari GI baik itu berupa saluran kabel tanah, saluran kabel udara atau saluran kawat terbuka yang menggunakan standar tegangan menengah dikatakan sebagai Jaringan Tegangan Menengah yang sering disebut dengan singkatan JTM dan sekarang salurannya masing masing disebut SKTM untuk jaringan tegangan menengah yang menggunakan saluran kabel tanah, SKUTM untuk jaringan tegangan menengah yang menggunakan saluran kabel udara dan SUTM untuk jaringan tegangan menengah yang menggunakan saluran kawat terbuka.

Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dengan menggunakan trafo distribusi (*step down transformer*) menjadi tegangan rendah dengan tegangan standar 380/220 Volt atau 220/127 Volt dimana standar tegangan 220/127 Volt pada saat ini tidak diberlakukan lagi dilingkungan PLN. Tenaga listrik yang menggunakan standar tegangan rendah ini kemudian disalurkan melalui suatu jaringan yang disebut Jaringan Tegangan Rendah yang sering disebut dengan singkatan JTR.

Sama halnya pada JTM jenis saluran yang dipergunakan pada JTR dapat menggunakan tiga jenis saluran yaitu SUTR untuk saluran udara tegangan rendah dengan menggunakan saluran kawat terbuka SKUTR untuk saluran udara tegangan rendah dengan menggunakan saluran kabel udara yang dikenal dengan sebutan kabel *twisted* yang sering disebut dengan singkatan TIC singkatan dari *Twisted Insulation Cable*, SKTR untuk saluran udara tegangan rendah dengan menggunakan saluran kabel tanah.

Tenaga listrik dari jaringan tegangan rendah ini untuk selanjutnya disalurkan ke rumah-rumah pelanggan (konsumen) melalui suatu sarana yang disebut Sambungan Pelayanan atau Sambungan Rumah yang dapat dipisahkan menjadi dalam 2 bagian yaitu Sambungan Luar Pelayanan dan Sambungan Masuk Pelayanan.

2.3 AMR (*Automatic Meter Reading*)

AMR (*Automatic Meter Reading*) adalah teknologi pencatatan meterelektronik secara otomatis. Umumnya, pembacaan dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan media komunikasi.

Parameter yang dibaca pada umumnya terdiri dari Stand, Max Demand (penggunaan tertinggi), Instantaneous, Load Profile (load survey) dan Event (SMILE). Parameter-parameter tersebut sebelumnya didefinisikan terlebih dahulu di meter elektronik, agar meter dapat menyimpan data-data sesuai dengan yang diinginkan.

Data hasil pembacaan tersebut disimpan ke dalam database dan dapat digunakan untuk melakukan analisa, transaksi serta troubleshooting. Teknologi ini tentu saja dapat membantu perusahaan penyedia jasa elektrik untuk menekan biaya operasional, serta menjadi nilai tambah kepada pelanggannya dalam hal penyediaan, ketepatan dan keakurasian data yang dibaca, dan tentu saja dapat menguntungkan pengguna jasa tersebut. Awalnya, pembacaan meter dilakukan dengan menggunakan kabel (*wired*) atau *direct dialling/reading*. Komputer terhubung ke meter dengan menggunakan kabel komunikasi (RS-232 atau RS-485) atau *optical probe*, jika pembacaan dilakukan di lapangan. Namun belakangan ini, banyak teknologi komunikasi yang digunakan oleh sistem AMR. Seperti PSTN (telpun rumah), GSM, Gelombang Radio, dan media yang digunakan di PT. PLN (Persero) Area Situbondo.

2.4 Fungsi Sistem AMR (*Automatic Meter Reading*)

Ada beberapa fungsi penting yang dapat dilakukan dengan menggunakan sistem AMR, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengukur Energi listrik yang digunakan secara jarak jauh.
2. Untuk mengetahui saluran phasa tegangan yang digunakan (R S T).
3. Mengetahui besaran tegangan, arus dan frekuensi di pelanggan.
4. Mengetahui grafik beban/arus atau tegangan, sehingga bisa memantau energi listrik yang dipakai oleh pelanggan.
5. Menentukan batas tarif Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Waktu Beban Puncak (WBP).

2.5 Perangkat Sistem AMR

2.5.1 Meter Elektronik

Meter Elektronik disingkat ME adalah alat ukur besaran – besaran listrik secara digital dimana selain mengukur dan menampilkan hasilnya, dapat juga menyimpan hasilnya ke dalam memori internal serta dapat terhubung dengan modem. Meter Elektronik yang dipakai oleh PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur yaitu EDM1, ACTARIS SL7000, ITRON, dan Wasion.



Gambar 2.10 Meter Elektronik Merk Wasion

2.5.2 Server AMR / Pusat Kendali

Merupakan sekumpulan perangkat keras yang berfungsi membaca, mengumpulkan dan menyimpan data-data dari setiap meter elektronik yang terpasang. Perangkat ini juga sudah dilengkapi dengan modem dan sarana komunikasi sehingga dapat melakukan pembacaan dan pengambilan data-data listrik yang tersimpan dalam meter elektronik dimana meter-meter tersebut juga dilengkapi dengan modem. Disamping itu juga terdapat perangkat keras yang berfungsi mengumpulkan dan menyimpan data-data sebagai sistem *backup* secara replikasi ke *database backup* dan digunakan untuk keperluan pembaca data oleh *Client*.



Gambar 2.11 Server dan Pusat Kendali AMR



2.5.3 Modem

MODEM (MODULATOR / DEMODULATOR) adalah salah satu perangkat komunikasi yang berfungsi untuk menggabungkan dan memisahkan data dengan gelombang media komunikasi sehingga data dikirim dan diterima.



Gambar 2.12 Modem GSM Support GPRS

Berdasarkan sistem komunikasinya, modem dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu :

- **MODEM PSTN :**
Modem yang menggunakan media komunikasi PSTN (*Public Switch Telephone Network*) atau sistem telepon yang menggunakan kabel tembaga untuk mentransmisikan sinyal analog.
Contoh Modem PSTN yang pernah digunakan dalam sistem AMR : U.S. Robotik 56k Faxmodem , ZyXELL U-336s.
- **MODEM GSM**
Modem yang menggunakan media komunikasi GSM (*Global System for Mobile Communication*) atau standar komunikasi seluler digital yang bekerja pada frekuensi 900 Mhz.
Contoh modem yang digunakan pada sistem AMR saat ini : Siemen MC35i, Fargo Maestro 20, Wavecom, MLIS, dll.

Beberapa istilah yang berkaitan dengan modem :

- *Baut Rate* : kecepatan data yang dapat ditransfer melalui sebuah interface serial. Contoh : 2400 bps (bits per second) dan 9600 bps.
- *AT Command (Attention Command)* : perintah-perintah khusus yang dipakai untuk men-setting modem.
- *SIM (Subscriber Identity Module) Card* : kartu komunikasi yang berisi antara lain , informasi mengenai nomor telepon dan memori data lainnya serta layanan yang tercakup dalam layanan.
- *Operator Komunikasi* : penyedia layanan komunikasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan juli sampai september tahun 2015, untuk tempat pelaksanaanya di wilayah PT PLN (Persero) Area Situbondo – Rayon anarukan.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang Digunakan untuk Penelitian

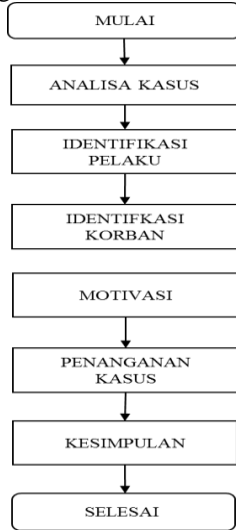
1. Komputer, dengan spesifikasi :
 - Core I3
 - RAM 2GB
2. Aplikasi sistem AMR (*Automatic Meter Reading*)
3. Modem GPRS
4. SIM Card GSM

3.2.2 Bahan Penelitian

1. Data hasil pembacaan AMR
2. Data management report (DMR)

3.3 Prosedur Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini hal yang paling utama adalah membuat bagan prosedur penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Bagan Prosedur Penelitian

Dari gambar bagan prosedur penelitian diatas dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Analisa Kasus
 Dalam analisa kasus, disini kami berfokus pada pelanggan yang pemakaian energi listriknya menurun.
2. Identifikasi Pelaku
 Disini kami mengidentifikasi pada pelanggan yang berpotensi melakukan pelanggaran.
3. Identifikasi Korban
 Yang menjadi korban disini adalah PT PLN (Persero) Area Situbondo – Rayon Panarukan yang menyebabkan hanya 1/3 saja pemakaian energi listrik yang terukur dipelanggan.
4. Penanganan
 Untuk penanganan kita bias memakai aplikasi sistem AMR (*Automatic Meter Reading*) untuk monitoring dan evaluasi pemakaian energy listrik di pelanggan. Selain itu, kami juga bias melihat seluruh data pada kWh meter yang terpasang dipelanggan seperti *loadprofile*, *instantaneous*, garif pemakaian beban dan arus.
5. Kesimpulan
 Dari prosedur penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil dari analisa kasus ini dapat ditemukan dan diselesaikan sesuai prosedur yang berlaku di PT PLN (Persero)

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kasus

Analisa kasus disini salah satu penyebab permasalahannya adalah tingginya tingkat kehilangan daya baik karena faktor teknis maupun non teknis. Salah satu penyumbang tingginya *losses* (kehilangan daya) adalah tindakan tidak jujur yang dilakukan oleh sebagian konsumen dan kesalahan dari pihak internal PLN.

4.2 Analisa Identifikasi Pelaku

4.2.1 Profil Pelanggan PT. Tiga Makin Jaya

PT. Tiga Makin Jaya merupakan pelanggan Potensial yang berada di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Situbondo Rayon Panarukan. Pelanggan ini adalah tempat pendingin udang, yang beroperasi 24 Jam. Berikut adalah capture Box APP Pelanggan PT. Tiga Makin Jaya.



Gambar 4.1 Box APP PT. Tiga Makin Jaya

Berdasarkan Data DIL PLN, pelanggan ini mempunyai daya tersambung sebesar 197.000 VA, setiap bulannya rata-rata menggunakan energi 71.177 kWh dengan Rupiah 77.894.746. Pelanggan ini menggunakan trafo khusus dan kWh meter tipe khusus dengan merek Edmi MK 6 N, pembatas Daya menggunakan MCCB 300 Ampere.

4.2.2 Perhitungan Jam Nyala Pelanggan

Pada pembahasan ini, Perhitungan Jam Nyala melihat data Historis pemakaian Energi pelanggan dari 6 Bulan Terakhir dengan Rumus :

$$\text{Jam Nyala} = \frac{\text{Pemakaian Kwh}}{\text{Daya Tersambung (kVA)}}$$

Kemudian bandingkan hasil nilai jam nyala dari 6 Bulan terakhir apakah ada penurunan dan kenaikan yang sangat signifikan. Pada pelanggan PT. Tiga Makin Jaya setelah dilihat historis pemakaian energi pelanggan ada penurunan Jam Nyala yang sangat signifikan. Untuk melihat penyebab penurunan secara detail dapat

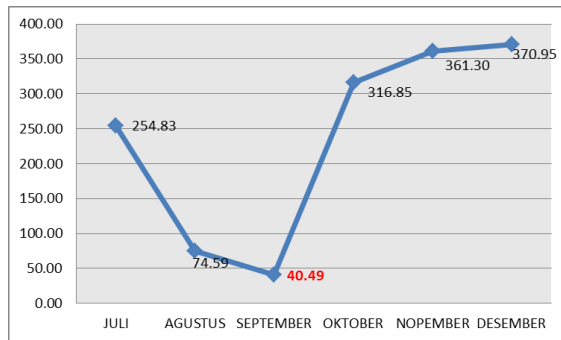
menggunakan alat bantu aplikasi *Automatic Meter Reading (AMR)*.

4.2.3 Hasil Perhitungan Jam Nyala

Hasil perhitungan jam nyala pelanggan dapat ditampilkan pada table pemakaian energi setiap bulan dibawah ini.

NO	BULAN	TARIF	DAYA	RUPIAH	PEM KWH	JAM NYALA
1	JULI	I2	197000	54,946,657	50202	254.83
2	AGUSTUS	I2	197000	16,043,081	14695	74.59
3	SEPTEMBER	I2	197000	8,637,501	7977	40.49
4	OKTOBER	I2	197000	68,461,316	62419	316.85
5	NOVEMBER	I2	197000	77,894,746	71177	361.30
6	DESEMBER	I3	197000	80,355,097	73077	370.95

Tabel 4.1 Perhitungan Jam Nyala Pelanggan

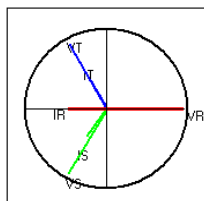


Gambar 4.2 Grafik Jam Nyala Pelanggan

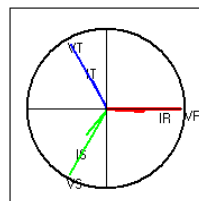
Dari grafik diatas terlihat bahwa jam nyala pelanggan dari bulan juli, agustus dan september mengalami penurunan, hal ini bisa dikatakan bahwa pemakaian pelanggan tersebut dapat dicurigai atau memang pemakaian energi listrik disisi pelanggan berkurang.

4.2.4 Phasor Hasil Pembacaan

Pada Hasil Monitoring pelanggan PT. Tiga Makin Jaya didapat ada kelaianan dari hasil pembacaan diagram phasor pada Phasa R.



Gambar 4.3 Diagram Phasor yang Salah



Gambar 4.4 Diagram Phasor yang Benar

4.3 Analisa Kerugian Korban

Dari gambar diagram phasor diatas terlihat arus phasa R tidak searah dengan tegangan phasa R, yaitu 180° terhadap phasa R atau berbanding lurus. Dari hasil analisa tersebut bisa disebabkan hal-hal sebagai berikut :

1. Beban kapasitif

Disebabkan karena kapasitor pelanggan tidak dimatikan ketika pemakaian pelanggan kosong.

2. Polaritas arus terbalik

Disebabkan karena kesalahan pada saat wiring atau kesengajaan pelanggan membalik polaritas arus dengan tujuan mempengaruhi pengukuran.

Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa energi yang terukur oleh kWh meter tidak sesuai. Untuk perhitungan sudut 180° akibat kesalahan wiring phase R sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \phi I &= I_S + I_T = 5\angle 120^\circ + 5\angle 240^\circ \\
 &= 5(\cos 180^\circ + j \sin 180^\circ) + 5(\cos 240^\circ + j \sin 240^\circ) \\
 &= 5(-\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) + 5(-\cos 60^\circ + j \sin 60^\circ) \\
 &= 5(-1 + j0) + 5\left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= (-5 + j0) + \left(-5 + j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= -\frac{15}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2} \\
 &= \left(\left(-\frac{15}{2}\right)^2 + \left(-\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} \angle \tan^{-1}\left(\tan\left(\tan^{-1}\frac{5\sqrt{3}}{15/2}\right)\right) \\
 &= 5\sqrt{3}\angle -30^\circ \text{ atau } 5\sqrt{3}\angle 150^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi I_N &= \phi I + I_S = 5\sqrt{3}\angle 150^\circ + 5\angle 120^\circ \\
 &= 5\sqrt{3}(\cos 150^\circ + j \sin 150^\circ) + 5(\cos 120^\circ - j \sin 120^\circ) \\
 &= 5\sqrt{3}(-\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ) + 5(\cos 60^\circ - j \sin 60^\circ) \\
 &= 5\sqrt{3}\left(-\frac{1}{2} + j\frac{1}{2}\right) + 5\left(\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= \left(-\frac{15}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) + \left(\frac{5}{2} - j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= -10 + j0 \\
 &= \left(\sqrt{(-10)^2 + (0)^2}\right)^{\frac{1}{2}} \angle \tan^{-1}\left(\tan\left(\tan^{-1}\frac{0}{10}\right)\right) \\
 &= 10\angle 0^\circ \text{ atau } 10\angle 180^\circ
 \end{aligned}$$

Jadi untuk perhitungan daya dari masing-masing fasanya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 225.76 V_R \times 3.23 A_R \times \cos 180^\circ = -820.38 \text{ watt} \\
 P_2 &= 227.18 V_S \times 3.24 A_S \times \cos 5^\circ = 732.27 \text{ watt} \\
 P_3 &= 224.89 V_T \times 3.02 A_T \times \cos -0.32^\circ = 676.38 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= P_1 + P_2 + P_3 \\
 &= -820.38 + 732.27 + 676.38 \\
 &= 591.27 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

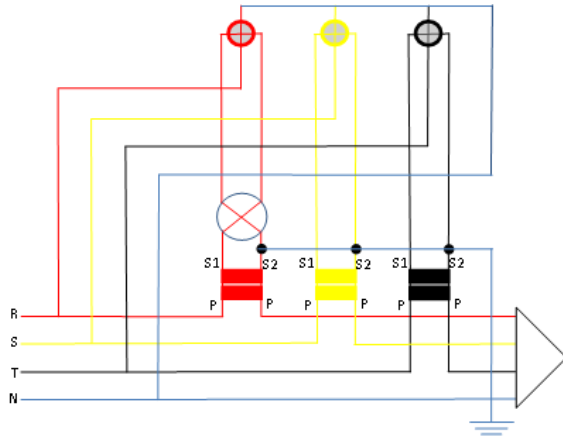
Dari hasil perhitungan di atas jika dijadikan kedalam rupiah untuk tagihan susulan untuk energi yang terukur sebesar **Rp. 102.464.072** (detail perhitungan ada pada lampiran).

4.4 Analisa Motivasi Perilaku Pelanggan

Salah satu acuan pelanggan yang melakukan pelanggaran disebabkan oleh 2 hal, yaitu provit energi listrik dipelanggan dan polaritas arus terbalik / salah wiring.

4.4.1 Wiring Diagram

Dari Hasil Pembacaan Phasor dapat disimpulkan bahwa ada kesalahan pengawatan. Berikut wiring diagram pengawatannya.



Gambar 4.5 Wiring Diagram

Berdasarkan hasil Monitoring dan Anev pada aplikasi AMR dipelanggan PT. Tiga Makin Jaya di tunjukkan bahwa terjadinya penurunan pemakaian energi disebabkan karena ada kesalahan pengawatan (wiring) pada urutan Phasa R sesuai dengan gambar 4.5 sudut phasor antara tegangan dengan arus phasa R 180° kemudian pada kolom stand energi muncul nilai pada kWh terima.

4.4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan agar didapatkan hasil atau kesimpulan mengenai perhitungan jam nyala dan monitoring terhadap kondisi riil di lapangan. Pada pengujian ini diambil 3 sampel, Pengujian nilai beban yang diukur oleh kWh meter / Tang Ampere, pengujian wiring kwh meter dan perhitungan deviasi antara pengukuran beban yang diukur oleh kWh meter dibandingkan dengan pengukuran beban pada tang ampere.

4.4.2.1 Pengujian Nilai Beban yang Diukur Tang Ampere dan kWh Meter

Berikut adalah pengujian beban yang diukur oleh kWh meter, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kebenaran pengukuran pada kWh meter ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



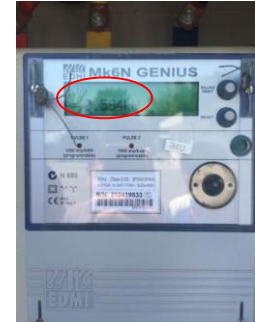
Gambar 4.6 Pengukuran Beban Phasa R



Gambar 4.7 Pengukuran Beban Phasa S



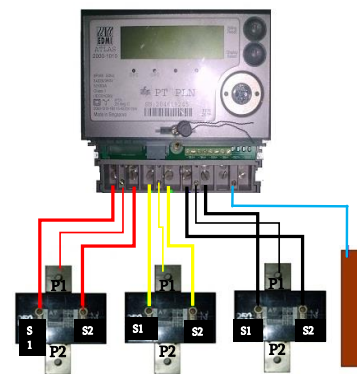
Gambar 4.8 Pengukuran Beban Phasa T



Gambar 4.9 Pengukuran Beban pada kWh Meter

4.4.2.2 Pengujian Pengawatan (wiring) kWh Meter

Berikut adalah pengujian wiring kWh meter, pengujian ini dimaksud untuk menentukan apakah ada kesalahan wiring pada kWh meter dengan CT terpasang antara phasa R, S, dan T.



Gambar 4.10 Pengujian Pengawatan (wiring)

Dari hasil pengujian wiring pada gambar 4.12 didapat bahwa ada kesalahan pengawatan pada phasa R antara S1 pada CT dengan terminal kWh meter terbalik. Sehingga mengakibatkan pengukuran energi pada kWh meter hilang 75% atau hanya terukur 25% dari pemakaian pelanggan sebenarnya.

4.4.2.3 Perhitungan Deviasi (error) kWh Meter

Perhitungan deviasi (error) ini dimaksud untuk membandingkan apakah nilai pemakaian yang diukur oleh kWh meter sudah sesuai dengan pemakaian energi yang digunakan oleh pelanggan.

Berikut hasil perhitungan diviasi (error) kWh meter

$$P1 = 0.584 \text{ kW} \times 60 \text{ (factor kali)} = 35.04 \text{ kW}$$

$$P2 = \text{Phasa R : } V \times I \times \text{Cos Q} = 49.2 \text{ kW}$$

$$\text{Phasa S : } V \times I \times \text{Cos Q} = 48.5 \text{ kW}$$

$$\text{Phasa T : } V \times I \times \text{Cos Q} = 45.9 \text{ kW}$$

$$\text{Total :} \qquad \qquad \qquad = 143.6 \text{ kW}$$

$$\text{ERROR} = \left[\frac{P1}{P2} \right] - 1 \times 100 \% = -75.59 \%$$

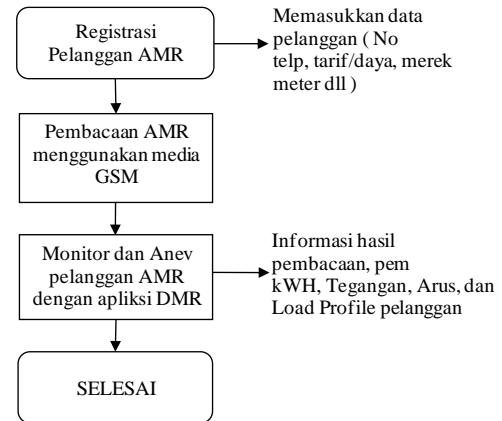
Berdasarkan hasil perhitungan error (deviasi) pengukuran antara kWh meter dengan yang digunakan oleh pelanggan dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan cukup valid. Sehingga energi yang diukur oleh kWh meter hanya 1/3 energi yang digunakan oleh pelanggan. Selanjutnya perhitungan error diatas dapat di buat sebagai bahan dasar perhitungan kurang tagih yang belum terbayar oleh pelanggan. Selain itu, untuk memudahkan petugas, diusulkan untuk dibuatkan suatu aplikasi atau alat bantu untuk mencari pelanggan – pelanggan yang pemakaian energi listriknya turun drastis secara cepat dan tepat, sehingga apabila terjadi kelaianan terhadap kWh meter dapat secepat mungkin di ketahui lebih dini oleh petugas.

4.5 Penanganan Kasus

4.5.1 Monitoring dan Anev Pelanggan dengan Aplikasi AMR

Monitoring dan Anev pelanggan dengan aplikasi Automatic Meter Reading (AMR) memudahkan user untuk mengetahui Profile kWh meter meliputi tegangan, arus, dan pemakaian kWh. Aplikasi ini sebagai alat bantu untuk menentukan penyebab yang terjadi pada pelanggan.

Berikut alur proses monitoring dan anev pelanggan menggunakan Aplikasi AMR.

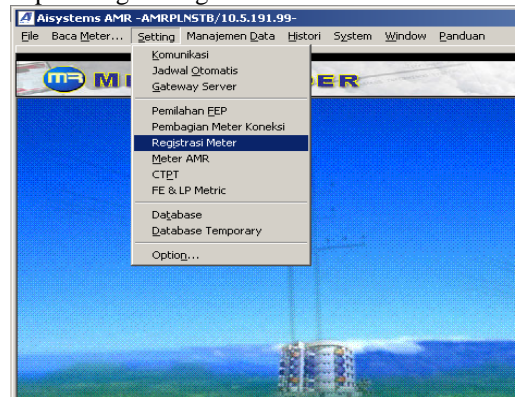


Gambar 4.11 Alur Proses Monitoring dan Anev Pelanggan AMR

4.5.2 Alur Proses Monitoring dan Analisa Evaluasi Pelanggan AMR

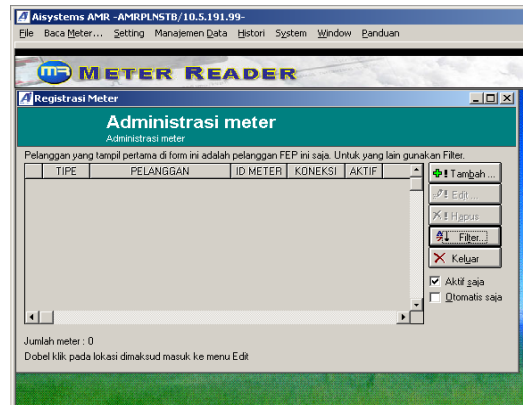
1. Registrasi Meter Pada Aisystems Meter Reading

- Buka Software AMR AISystems lalu kita pilih menu Setting dan masuk pada bagian Registrasi Meter.



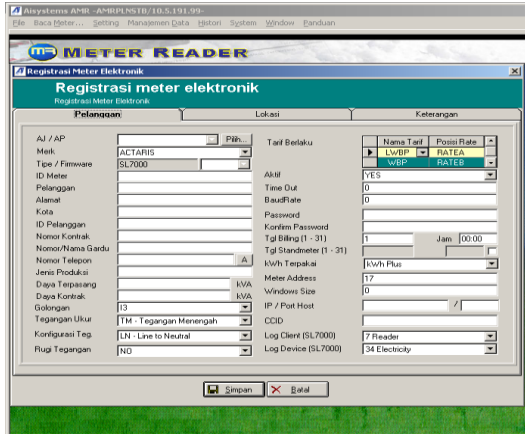
Gambar 4.12 Proses Registrasi Meter

- Pilih menu tambah untuk menambah meter baru



Gambar 4.13 Proses Tambah Meter Baru

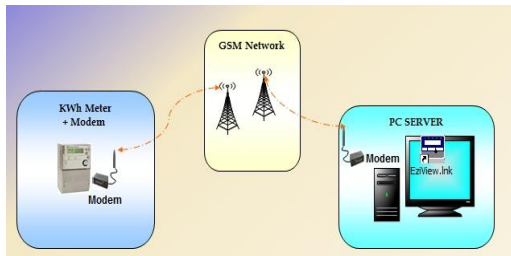
- Kemudian kita masukan semua data - data pelanggan sesuai dengan data yang ada pada berita acara untuk dapat teregistrasi.



Gambar 4.14 Proses Memasukkan Data Pelanggan

2. Pembacaan Sistem AMR

Pembacaan Sistem AMR ini menggunakan media komunikasi langsung kepusat kontrol (point-to-point) melalui jaringan komunikasi seluler. Dengan komunikasi secara langsung ini, maka setiap meter elektronik akan langsung mengirimkan datanya kepusat control melalui jaringan GSM. Berikut ini adalah gambar proses transfer data pada sistem AMR GSM.

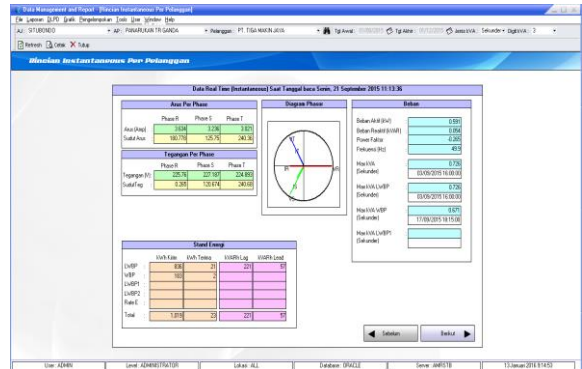


Gambar 4.15 Proses Pembacaan Meter

4.5.3 Monitoring dan Anev pada Aplikasi AMR

Monitoring dan Anev ini dilakukan agar user dapat mengetahui kondisi dan profile kWh meter yang terpasang dipelanggan meliputi tegangan, arus, pem kWh dan konfigurasi pengawatan. Sehingga user dapat mengetahui penyebab penurunan jam nyala yang sangat signifikan.

Monitor dan Anev pelanggan PT. Tiga Makin Jaya di aplikasi DMR ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.16 Monitoring Pelanggan di Aplikasi DMR

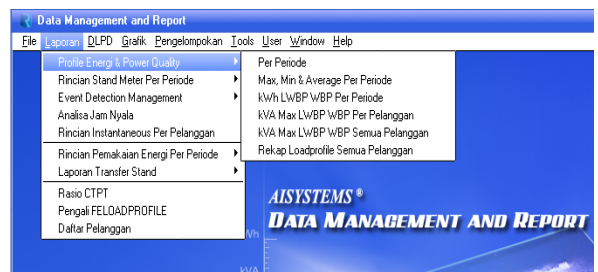
4.5.4 Data Management Report (DMR)

DMR adalah peralatan yang digunakan untuk mengambil dan mengolah data-data yang diambil dari meteran-meteran pelanggan.



Gambar 4.17 Tampilan Awal DMR

- Jalankan software AISystems Data Management and Report (DMR), lalu kita pilih menu laporan seperti gambar berikut :



Gambar 4.18 Menu Laporan DMR

Studi Kasus Kinerja AMR (*Automatic Meter Reading*) Pada Pelanggan Potensial
 Daya 41.5 KVA – 200 KVA Di Situbondo

- Pada Rincian Pemakaian Energi per periode, dapat kita tampilkan semua data pemakaian dari semua Nama Pelanggan.

ID Pel	Pelanggan	Tarif	Lstf	Daya	LWPB1	LWPB2	WSP	Total kWh
5180001780	JASEF SETAWAN	02	157	197	812	0	0	181
5180001866	BEAP SITUBONDO	02	157	197	812	0	0	181
5180002164	BFAM	02	33	7,723	0	0	1,545	9,276
5180002001	BFAM PRANA LOR	02	33	7,723	0	0	1,545	9,276
5180001638	CV KUNING INDAH	02	53	262	0	0	67	349
5180002048	DRS WINDITO	02	105	292	0	0	45	267
5180007209	GATOT SUCIATNO	02	157	609	0	0	181	1,091
5180001978	GUANTONG TANDOKO BANTO	02	157	674	0	0	197	871
5180002861	HAASO MAJID	02	105	557	0	0	117	624
5180001896	H ADH HACHFUD	02	105	599	0	0	195	734
5180002455	INDEK SUTANAWATI	02	33	262	0	0	67	359
51800004374	JAYA PRANATA	02	105	280	0	0	59	339
5180007078	JEFFRO TANUGHAHA	02	157	143	0	0	0	143
5180001609	KALANTON PRABANTO	02	157	361	0	0	96	427

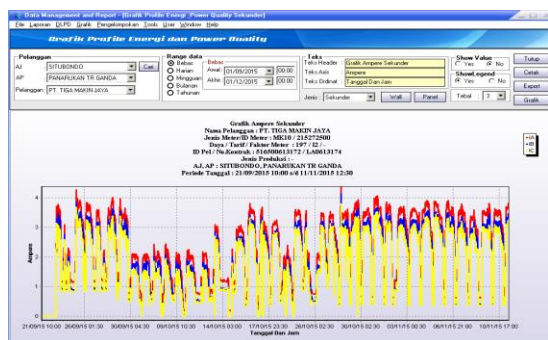
Gambar 4.19 Tampilan Daftar Nama Pemakaian Energi

- Pada Profile Energi dan Power Quality per periode, dapat kita tampilkan semua data profile energi per pelanggan setiap waktu.

Tanggal	kWh Kam	kWh Tenes	KVARH Kam	KVAh Tenes	IR	IS	IT	VR	VS	VI	PF
01/11/2015 00:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,949	2,627	2,166	221,700	224,056	221,367	0,900
01/11/2015 01:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,047	2,781	2,430	222,462	224,726	222,078	0,900
01/11/2015 02:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 03:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 04:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 05:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 06:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 07:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 08:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 09:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 10:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 11:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 12:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 13:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 14:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 15:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 16:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 17:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 18:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 19:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 20:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 21:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900
01/11/2015 22:30	0,000	0,000	0,000	0,000	2,743	2,475	2,170	222,349	225,121	222,524	0,900
01/11/2015 23:30	0,000	0,000	0,000	0,000	3,042	2,844	2,595	224,856	227,486	224,589	0,900

Gambar 4.20 Tampilan Profile Energi Per Pelanggan

- Pada Grafik Profile Energi dan Power Quality per pelanggan, dapat kita tampilkan grafik pemakaian energi per pelanggan.



Gambar 4.21 Tampilan Grafik Profile Energi Per Pelanggan

**BAB V
 PENUTUP**

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari Bab I sampai dengan Bab IV, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem AMR dapat mengetahui lebih dini penyimpangan pemakaian energi listrik.

2. *Losses* non teknik dapat diketahui berdasarkan analisa phasor dengan error sebesar **-75.59%**
3. Berdasarkan analisa diperoleh indikasi kerugian PT. PLN (Persero) Area Situbondo – Rayon Panarukan sebesar **Rp. 102.464.072**
4. Berdasarkan pengontrolan, perhitungan dan pengujian yang akurat maka penyimpangan konsumsi energi dapat ditentukan dengan tingkat error diatas $\pm 5\%$ terhadap energi yang digunakan oleh pelanggan.

5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa pembuatan skripsi ini masih kurang baik sehingga penulis memiliki beberapa saran untuk perbaikan, yaitu sebagai berikut :

1. Agar dibuatkan aplikasi AMR terpusat guna mempercepat pemantauan pelanggan yang mengalami penurunan pemakaian energi sehingga mempermudah melakukan analisa dan evaluasinya.
2. Pekerjaan pemeliharaan atau pemasangan kWh meter agar di lakukan validasi ulang supaya apabila terjadi kesalahan pemasangan dapat diketahui lebih cepat dan jangan mengabaikan pembacaan AMR secara online.

DAFTAR PUSTAKA

PT. PLN (Persero) Distribusi. (2010). *Database Automatic Meter Reading*. Jawa Timur.

PT. PLN (Persero) Distribusi. (2010). *Database Data Management Report* PLN. Jawa Timur.

PT. PLN (Persero) Pusat. (2005). *Database Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat*. Jakarta.

PT. PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan. (2011). *Materi I Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: PLN Pusdiklat.

PT. PLN (Persero) P3B JB. (2006). *Teori Dasar Listrik*. Jakarta: PLN Pusdiklat.

PT. PLN (Persero). SK Dir 1486 tentang Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik. Jakarta: PT. PLN (Persero).

PT. PLN (Persero) Pusat Pendidikan. (2010). *Teknik Listrik Terapan*. Pandaan: PLN Udiklat Pandaan.

Universitas Muhammadiyah Jember Teknik Elektro. (2013). *Panduan Tugas Akhir Teknik Elektro*. Jember: Universitas Muhammadiyah Jember.