

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam rangka meningkatkan pelayanan dan kepuasan masyarakat luas dan semakin besar keinginan masyarakat akan transparansi, dalam perhitungan pemakaian energi listrik oleh pelanggan, menuntut kinerja yang lebih dari PT PLN (Persero) UP3 Palembang sebagai bagian dari PT PLN (Persero) yang berhadapan langsung dengan pelanggan. Hal ini tentunya harus ditunjang dengan sarana dan prasarana yang mendukung kepada para petugas di lingkungan PT PLN (Persero) UP3 Palembang.

Meter elektronik yang terletak pada pelanggan besar merupakan titik ukur yang menjadi dasar dari setiap perhitungan pemakaian energi listrik oleh pelanggan besar. Posisi gardu pelanggan besar yang tersebar merupakan salah satu kendala pembacaan meter.

Untuk itu diperlukan *Automatic Meter Reading* (AMR) yang dapat melakukan pembacaan Meter Elektronik secara langsung dan simultan dari pusat kendali (*control center*) sehingga memudahkan dan meningkatkan akurasi pembacaan, khususnya yang terpasang pada pelanggan besar di lingkungan PT PLN (Persero) UP3 Palembang.

2.1 PENGERTIAN AUTOMATIC METER READING (AMR)¹¹

AMR (*Automatic Meter Reading*) adalah teknologi pencatatan meter elektronik 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.

¹¹ Sugeng, *Analisis Penggunaan Automatic Meter Reading (AMR) Pada Scada Kontrol Bagi Pelayanan Konsumen*. Bekasi : JRECs, 2015, Hlm. 36.

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 (telpon rumah), GSM, Gelombang Radio, PLC (*Power Line Carrier*), dan terakhir, memungkinkan pembacaan meter menggunakan LAN/WAN untuk meter yang sudah support TCP/IP.

Konfigurasi peralatan yang digunakan oleh *Automatic Meter Reading* :

1. Meter elektronik atau digital yang dipasang di pelanggan
2. Modem dan saluran telepon
3. Komputer yang terdapat di ruang kontrol

Dengan dipasangnya AMR pada pelanggan maka pemakaian kWh oleh pelanggan dapat dipantau/dibaca setiap saat dari kantor PLN dengan hasil yang lebih akurat dengan bantuan aplikasi komputer sehingga kesalahan baca yang dilakukan petugas tidak akan terjadi dan kepercayaan pelanggan kepada PLN dapat tetap terjaga.

Sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) di PT. PLN (Persero) UP3 Palembang adalah suatu sistem baca meter terpusat/terdistribusi yang mengintegrasikan seluruh pembaca meter elektronik yang terpasang di lapangan (gardu distribusi, penyulang, dan pelanggan) melalui media komunikasi untuk keperluan pengumpulan dan perekaman data secara otomatis atau manual, serta

dilengkapi dengan kemampuan (*features*) dan pengelolaan *database* untuk keperluan analisa dan evaluasi (grafik, tabel, alarms, dan lain - lain).

Terdapat 3 kelas penggolongan sistem AMR berdasarkan besar daya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penggolongan Sistem AMR³

No	Jenis	Kisaran Daya	Jaringan Komunikasi
1	AMR (TM)	>200 KVA	GSM & PTSN
2	AMR (TR)	41,5 KVA s/d 197 KVA	GSM
3	AMR (TR) PLC	450 VA s/d 197 KVA	TR 220 V & GSM

2.2 MANFAAT AMR (AUTOMATIC METER READING)⁷

Manfaat dipasangnya AMR adalah sebagai berikut :

1. Pencatatan konsumsi energi listrik lebih akurat dan efisien
2. Pemakaian waktu lebih efisien
3. Pemantauan terhadap energi yang digunakan dapat dilakukan setiap saat dari ruang control
4. Data historical energi dapat disimpan dalam database, dan dapat diintegrasikan dengan data manajemen.
5. Load profile, stand meter dan data lain dapat ditampilkan berdasarkan selang waktu sesuai dengan yang dikehendaki.
6. Memudahkan melakukan identifikasi waktu terjadi masalah dan besar energi yang hilang, jika terjadi gangguan pada meter, baik disengaja maupun tidak sengaja

³ Muhammad Haidar, Sistem Kerja Automatic Meter Reading (AMR) di PT. PLN (Persero) UP3 Palembang, Laporan Kerja Praktik. Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2015, Hl m. 28.

⁷ Ujang Wiharja, Abdul Kodir Albahar, , "ANALISA DETEKSI KETIDAKNORMALAN METER ELEKTRONIK DENGAN SISTEM AUTOMATIC METER READING" Jurnal Teknik Elektro, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, 2018, Hl m. 3

2.3 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 fasa tegangan yang digunakan (R S T).
3. Remote Control untuk membuka atau menutup saluran energi listrik ke pelanggan sehingga pemutusan bisa dilakukan secara jarak jauh.
4. Mengetahui besaran tegangan, arus dan frekuensi lapangan.
5. Mengetahui grafik beban/arus atau tegangan, sehingga bisa memantau energi listrik yang dipakai oleh pelanggan.
6. Mengetahui bila beban yang sudah mendekati maksimum dan jam nyala yang dipakai pelanggan.
7. Menentukan batas tarif Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Waktu Beban Puncak (WBP).

2.4 KOMPONEN PENDUKUNG AMR⁸

Komponen pendukung AMR adalah :

1. Perangkat Keras (*Hardware*), seperti Meter Elektronik atau ME, Modem, Komputer Client, Server, dan Media komunikasi.
2. Perangkat Lunak (*Software*) , seperti software meter dan software aplikasi.
3. User / Pelaksana.

2.4.1 Perangkat Keras

1. Meter Elektronik (ME)

Meter elektronik adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan. Layar LCD biasanya digunakan untuk

⁸ Cecep Munawar, “Automatic Meter Reading (AMR)”, diakses dari <https://cecepmunawar.wordpress.com/2021/03/07/automatic-meter-readingamr/>, 25 Mei 2021

tampilan layar pada meter elektronik, yang menampilkan diantaranya jumlah energi yang terpakai, beban maksimum pemakaian, energi reaktif, dan lain-lain.

Fungsi utama meter elektronik adalah dapat mengirimkan data hasil pembacaan dari jarak jauh pada waktu yang telah diatur atau pada saat administrator membutuhkan data tersebut, menggunakan koneksi yang telah ditentukan sebelumnya. Meter elektronik harus dikalibrasi terlebih dahulu sebelum didistribusikan kepada pelanggan.

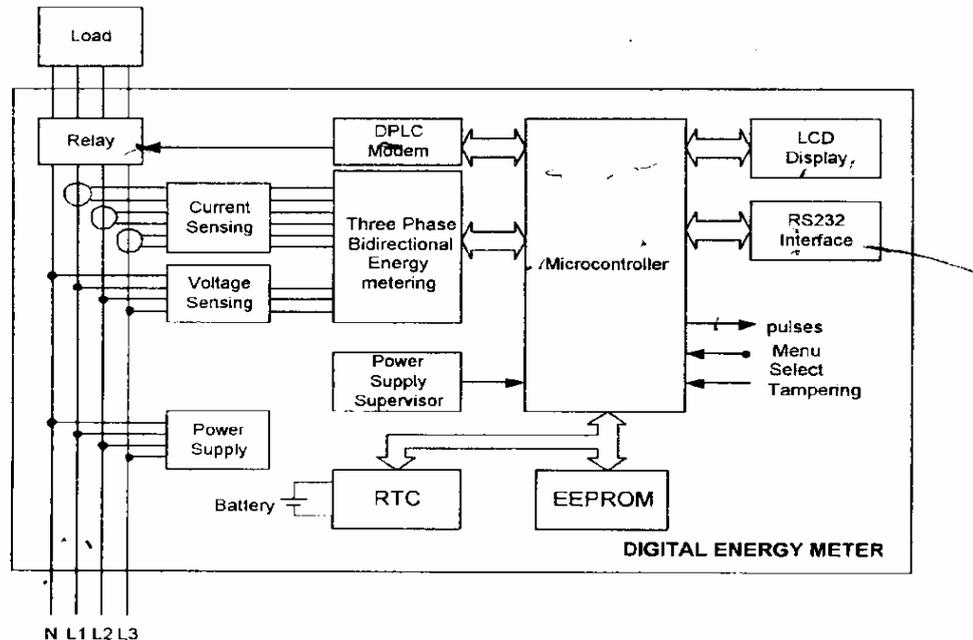
Meter elektronik yang digunakan di PLN berdasarkan edaran direksi PT PLN (Persero) No. 027.E/012/DIR/2004 tentang fitur dan protokol kWh Meter Elektronik terbagi atas tiga kelas akurasi meter elektronik, yaitu sebagai berikut:

- a. Pelanggan TT (daya > 30 MVA) : kelas akurasi 0,2.
- b. Pelanggan TM (daya >200 kVA) : kelas akurasi 0,5.
- c. Pelanggan TM (daya <200 kVA) : kelas akurasi 1,0 atau lebih baik.

Beberapa fitur atau keutamaan meter elektronik adalah sebagai berikut:

- a. Mengukur beberapa parameter listrik.
- b. Mengukur daya/energi di empat kuadran aktif dan reaktif.
- c. Mengukur kVA Max Demand serta mencatat waktu dan tanggal kejadiannya.
- d. Merekam data hasil pengukuran antara lain energi aktif (kWh), energi reaktif (kVARh), besaran arus (A), tegangan (V), faktor daya (Cos Phi) dengan interval waktu 15, 30, 45, dan 60 menit atau sesuai dengan kebutuhan (programmable).
- e. Desain dan arsitektur yang lebih baik dan efisien.
- f. Dapat dibaca atau diprogram secara remote ataupun lokal.

Berikut Merupakan Diagram Skematik Meter Elektronik :



Gambar 2.1 Diagram Skematik Meter Elektronik¹¹

Meter AMR dilengkapi dengan modem komunikasi DPLC (*Digital Power Line Communication*) yang terdapat didalam meter dan port komunikasi serial RS-232 untuk keperluan setting meter dan Automatic Meter Reading secara remote melalui media komunikasi PSTN, GSM, CDMA.

Meter AMR juga dilengkapi dengan fasilitas TusBung, yang berupa power relay didalam unit tersebut. Dengan demikian dimungkinkan untuk memutus dan menyambung beban pelanggan secara remote baik melalui DPLC modem maupun melalui port komunikasi serial RS-232. Setiap perintah TusBung secara otomatis disimpan di event log.

Meter AMR dilengkapi dengan kemampuan mendeteksi tampering dan kesalahan dalam pemasangan meter, misalnya mendeteksi jika cover meter terbuka, missing phase atau urutan fasa terbalik.

¹¹ Sugeng, *Analisis Penggunaan Automatic Meter Reading (AMR) Pada Scada Kontrol Bagi Pelayanan Konsumen*. Bekasi : JRECs, 2015, Hlm. 37.

Pada Meter AMR juga terdapat *Real Time Clock* (RTC) yang digunakan untuk mengontrol tarif dan stamping waktu untuk data load survey dan event log. RTC dilengkapi dengan backup battery yang menjaga RTC selama catu daya hilang (mati), yang mampu bertahan hingga 2 tahun. Ketidak-akurasian RTC adalah sekitar 0,5 menit/bulan.

Pada umumnya meter elektronik memiliki empat buah modul :⁶

1. Measurement Modul

Meter elektronik mengukur tegangan per fasa, arus per fasa, daya aktif, daya reaktif, daya semu, faktor daya dll.

2. Comunication modul

Meter Elektronik menyediakan modul komunikasi untuk memudahkan pembacaan atau konfigurasi setting meter tersebut dari melalui PC ke meter elektronik. Komunikasi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara local atau remote reading (dial up) jarak jauh seperti contoh sebagai berikut :

- a. Local Communication (optical)
- b. Local Communication RS 232 atau RJ-45
- c. Remote Reading (Modem Communication) PSTN,GSM, CDMA, PLC.

3. Processor Modul

Modul ini berfungsi sebagai processor dari meter. Processor Modul atau disebut juga Memory back up merupakan tempat penyimpanan data load profile, stand billing reset, event log, dalam interval waktu-waktu yang telah ditentukan.

- a. *Load Profile* adalah rekaman hasil pengukuran energi yang dapat dihitung oleh meter dalam interval waktu yang ditentukan.
- b. *Billing Reset* adalah energi yang terukur selama selang waktu 1 (satu) bulan yang merupakan nilai untuk perhitungan tagihan kepada pelanggan.

⁶ PT PLN (Persero) Udiklat Bogor. 2019 PENGENALAN METER ELEKTRONIK - 3

- c. *Event Log* adalah rekaman seluruh kejadian yang dialami oleh meter dengan tidak memperhitungkan interval waktu.

Dan kapasitas atau banyaknya data yang bisa diambil sesuai dengan besarnya memori pada meter dan interval waktu yang ditentukan.

4. LCD Display Modul

Merupakan tampilan parameter-parameter yang ada pada meter sesuai dengan setting LCD Meter. Pada display meter elektronik ditampilkan :

- a. Nilai dan besaran parameter yang diukur
- b. Kode atau Register
- c. Informasi atau keterangan pelanggan

Parameter yang ditampilkan terdiri dari beberapa item yang mana interval waktu tampilan diatur sedemikian rupa. misalnya 8 detik per item untuk tampilan isi maka secara otomatis akan berganti ke item berikutnya, dan seterusnya. Kelompok tampilan meter elektronik :

- a. Parameter pengukuran saat ini (instant)
- b. Parameter pengukuran yang lalu
- c. Informasi atau keterangan pelanggan

Parameter-parameter yang dapat ditampilkan meter elektronik adalah sebagai berikut : Nomor serial meter, Energi Aktif Total (kWh) per Tarif, Energi Reaktif Total per Tarif, Energi Aktif (kWh) Reverse, Energi Reaktif (kvarh) Reverse Energy, Energi Aktif (kWh) per tiap fasa, Energi Reaktif tiap fasa, Tegangan Tiap Fasa, Arus Tiap Fasa, Frekuensi, Daya Aktif Tiap Fasa, Daya Reaktif Tiap Fasa, Daya Tiap Fasa, KVA Max, Faktor Daya Tiap Fasa, Tanggal dan Jam, Pesan Pendek.

Data hasil pembacaan tersebut disimpan kedalam database dan dapat digunakan untuk melakukan analisa, transaksi serta perbaikan. Teknologi ini tentu dapat membantu perusahaan jasa penyedia tenaga listrik 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.

Adapun Kwh Meter yang digunakan di PT PLN (Persero) UP3 Palembang sebagai berikut :

a. Kwh Meter Elektronik Wasion type iMeter318



Gambar 2.2 Kwh Meter Elektronik Wasion type iMeter318

b. Kwh Meter Elektronik EDM I type Mk10E



Gambar 2.3 Kwh Meter Elektronik EDM I type Mk10E

c. **Kwh Meter Elektronik Itron type NIAS 3 Phase CT**



Gambar 2.4 Kwh Meter Elektronik Itron type NIAS 3 Phase CT

d. **Kwh Meter Elektronik HEXING type HXE320**



Gambar 2.5 Kwh Meter Elektronik HEXING type HXE320

2. **Modem²**

Modem merupakan singkatan dari *modulator-demodulator*. Modulator adalah bagian yang mengubah sinyal informasi kedalam sinyal pembawa (*carrier*) dan siap untuk dikirimkan, sedangkan demodulator adalah bagian yang memisahkan signal informasi (yang berisi data atau pesan) dari signal pembawa (*carrier*) yang diterima sehingga informasi tersebut dapat diterima dengan baik ke tempat tujuan. Modem ialah penggabungan keduanya, yang berarti bahwa

² SPLN D3.023, *Modem untuk Sistem Pembacaan Meter Energi Terkendali Jarak Jauh (AMR)*, 2013, Hlm. 4.

modem adalah alat komunikasi dua arah. Dengan kata lain, modem merubah sinyal digital pada komputer menjadi sinyal analog yang siap dikirimkan melalui mediumnya dan mengubah kembali sinyal analog menjadi sinyal digital pada komputer tujuan. Setiap perangkat komunikasi jarak jauh dua arah pada umumnya menggunakan bagian yang disebut modem, walaupun istilah modem lebih sering digunakan sebagai perangkat keras pada komputer.

i. Fitur Aplikasi Modem AMR :

1. Otomatis hapus SMS
2. Konfigurasi melalui SMS (dengan password)
3. Pemblokiran Pemanggil (CSD/GPRS)
4. *Remote Check* Sinyal dan monitoring pulsa
5. Support GPRS (Fixed dan Dinamik)
6. Client atau Server
7. Flexibel GPRS AMR (DeltaWye, Alsystem, Wlis)
8. *Auto Switch* CSD – GPRS
9. *Auto Connect* GPRS
10. *Soft Reset* (Counter & Clock)
11. *Hard Reset* (Power Supply)

ii. Fitur Umum MODEM :

1. Cinterion Module
2. GSM/GPRS Quad Band Class 12
3. TCP/IP Stack
4. Java ME
5. Java Upgrade OTA Remote update
6. Standard Konektor
7. Bersertifikat CE, Postel

Modem mempunyai tipe yang berbeda-beda sesuai dengan saluran komunikasinya. Ada yang bertipe 2G dan 3G/2G. Pemasangannya modem ini ada

yang bersifat internal dan eksternal. Untuk yang internal, maka modem menyatu dengan meter. Untuk yang eksternal maka modem akan terpisah dengan meter dan untuk sumber tegangannya dapat dari luar meter (220V) ataupun mengambil sumber dari meter (40V).

Pada modem eksternal, sebelum dipasang terlebih dahulu disambungkan ke bagian antena, ke bagian adaptor/tegangan DC, dan ke bagian kabel data/meter. Setelah semuanya tersambung maka lampu LED akan menyala untuk mengindikasikan bahwa modem tersebut aktif dan bisa digunakan.

Adapun jenis modem yang digunakan di PT PLN (Persero) UP3 Palembang sebagai berikut:

a. Modem merk Wasion



Gambar 2.6 Modem merk Wasion

b. Modem merk Mlis



Gambar 2.7 Modem merk Mlis

c. Modem merk DeSkyLink



Gambar 2.8 Modem merk DeSkyLink

3. GSM²

GSM (*Global System for Mobile*) adalah sebuah teknologi komunikasi bergerak yang tergolong dalam generasi kedua (2G) dan generasi ketiga (3G). Perbedaan utama sistem 2G dan 3G dengan teknologi sebelumnya terletak pada teknologi digital yang digunakan. Keuntungannya antara lain ialah :

- a. Kapasitas sistem lebih besar, karena menggunakan teknologi digital, dimana penggunaan sebuah kanal tidak diperuntukkan bagi satu user saja. Sehingga pada saat user tersebut tidak mengirimkan informasi, kanal dapat digunakan oleh user lain. Hal ini berlawanan dengan teknologi FDMA yang digunakan pada generasi pertama.
- b. Teknologi yang dikembangkan di negara-negara yang berbeda merujuk pada standar Internasional sehingga sistem pada negara-negara yang berbeda tersebut masih tetap compatible satu dengan lainnya sehingga dimungkinkannya roaming antar negara.
- c. Dengan menggunakan teknologi digital, service yang ditawarkan menjadi lebih beragam, dan bukan hanya sebatas suara saja, tapi juga memungkinkan diimplementasikannya service- service yang berbasis data, seperti SMS, dan juga pengiriman data dengan kecepatan rendah.
- d. Penggunaan teknologi digital juga menjadikan keamanan sistem lebih baik.

Spesifikasi Teknis :

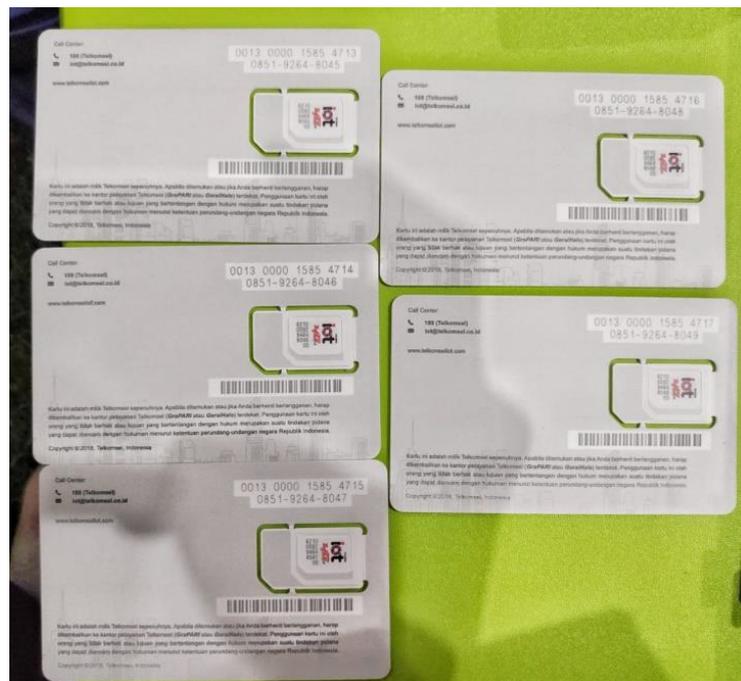
- a. Uplink 890 MHz – 915 MHz
- b. Downlik 935 MHz – 960 MHz
- c. Duplex Spacing 45 MHz
- d. Carrier Spacing 200 MHz
- e. Modulasi GMSK
- f. Metode akses FDMA – TDMA

² *Ibid.*, Hlm. 3.

Alokasi frekuensi untuk 3 operator terbesar :

- a. Indosat/Satelindo : 890 – 900 MHz (10MHz)
- b. Telkomsel : 900 – 907,5 MHz (7,5MHz)
- c. Excelcomindo : 907,5 – 915 MHz (7,5MHz)

Berikut merupakan contoh beberapa GSM yang digunakan untuk Modem di PT PLN (Persero) UP3 Palembang :



Gambar 2.9 Kartu GSM Terkomsel

4. Antena²

Fungsi antena sendiri sebagai penangkap sinyal yang dipancarkan oleh tower komunikasi. Perintah yang sudah dikirim dari control room PLN akan disalurkan melalui komunikasi jaringan internet yang mana akan melalui tower komunikasi. Setelah itu sinyal perintah yang dikirim akan ditangkap oleh antena yang berada di dalam box app KWH meter.

² *Ibid.*, Hlm. 2.

Berikut merupakan contoh antenna yang digunakan untuk Modem di PT PLN (Persero) UP3 Palembang :



Gambar 2.10 Antena

5. Front End Processor (FEP)

Adalah perangkat yang berfungsi membaca meter elektronik, mengumpulkan, menyimpan dan menampilkan semua besaran listrik dan energi sesuai setting meter tersebut. FEP dan Meter Elektronik harus dikoneksikan dalam sistem komunikasi yang baik melalui media *Direct Cable*, PSTN maupun GSM.

Minimum requirement :

- a. *Operating System* : Windows NT/2000 service pack 4
- b. *Processor* : Pentium III, 1 Ghz
- c. *Main Memory* : 256 MB
- d. *Hardisk* : 20 GB
- e. *Model / Type* : Industrial PC atau Server

6. *Database Server*

AMR dilengkapi dengan *Database Server* yang menggunakan *Oracle*. Dengan database ini diharapkan manajemen penyimpanan data akan lebih optimal dan aman serta bisa diintegrasikan dengan sistem informasi yang telah diimplementasikan oleh PT. PLN(Persero). Kapasitas data maksimum yang dapat ditampung oleh Database ini adalah sejumlah 10.000 unit data meter.

Minimum Requirement :

- a. *Operating System*: Windows NT/2000 service pack 4
- b. *Database System* : Oracle Server Enterprise Edition
- c. *Processor* : Pentium IV, 2 Ghz
- d. *Main Memory* : 1024 MB
- e. *Hardisk* : 80 GB
- f. *Model / Type* : Industrial PC atau Server

7. *PC Clint (Data Management)*

Perangkat yang berfungsi memberikan fasilitas kepada operator, antara lain untuk :

- 1) Melakukan pencetakan *report summary* dan *executive report*
- 2) Melakukan pencetakan stand untuk billing.

Minimum requirement :

- a. *Operating System*: Windows 9.x / Me / 2000 / Xp
- b. *Processor* : Pentium III
- c. *Main Memory* : 128 MB
- d. *Hardisk* : 10 GB

2.4.2 PERANGKAT LUNAK

1. SOFTWARE METER

Setiap meter elektronik mempunyai software masing-masing. Software tersebut bersifat *unique*, hanya dapat dipakai oleh dan untuk meter yang bersangkutan.

Tabel 2.2 Merk Meter Elektronik³

MERK ME	SW Konfigurasi	SW Baca
EDMI	Eziview	Eziview
ELSTER	PMU	LRU
LANDYS & GYR	MAP 120	MAP 110
ITRON	AIMS	se@metris
WASION	WPMS	WISEAM

Ada juga software baca yang bisa digunakan untuk semua meter yaitu :

- a. Deltawye
- b. Castalia
- c. Aisytem

2. Software Aplikasi

Software ini bersifat khusus yang digunakan untuk membaca berbagai macam tipe / meter. Software aplikasi yang dipergunakan di PT PLN (Persero) UP3 Palembang yaitu AMICON.

2.4.3 Aplikasi AMR

1. Front End Processor (FEP)

Front End Processor (FEP) adalah aplikasi yang berfungsi sebagai terminal pembaca (*collecting data*) Meter Elektronik Pelanggan AMR, secara otomatis dan terjadwal.

³ Muhammad Haidar, Sistem Kerja Automatic Meter Reading (AMR) di PT. PLN (Persero) UP3 Palembang, Laporan Kerja Praktik. Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2015, Hlm. 37.

Kemampuan Aplikasi adalah dapat melakukan *collecting data* Multi-meter dalam waktu bersamaan / *Multiport* (tergantung jumlah port) dan dapat difungsikan secara *Multimode* (CSD/GPRS/TCP-IP)

Meter Elektronik Support :

ITRON : SL 7000 ; ACE 6000

EDMI : MK6 ; MK10E

WASION : iMeter318, iMeter310

2. Data Management & Report (DMR)

Data Management & Report (DMR) adalah aplikasi yang berfungsi sebagai pengolah dan penampil data hasil *recording* meter elektronik (*Load Profile, Stand, Event, Instantaneous*) yang telah tersimpan dalam *Database Server*. Aplikasi DMR digunakan untuk monitoring dan analisa – evaluasi data meter pelanggan. Kemampuan Aplikasi DMR :

- a. Dapat menampilkan data *Load Profile* dan *Power Quality* baik berupa tabel maupun grafik.
- b. Dapat menampilkan DLDP, antara lain :
 - 1) Tegangan / arus di luar batas *threshold* yang ditentukan
 - 2) Beban antar fasa yang tidak seimbang
 - 3) Pemakaian beban di luar batas daya kontrak
- c. Fleksibilitas dalam menentukan laporan stand meter masing-masing pelanggan.
- d. Menampilkan tren penjualan energi bulanan maupun tahunan untuk yang bisa dipilih untuk masing-masing pelanggan, kelompok pelanggan, maupun total semua pelanggan.
- e. Dilengkapi dengan *level security* dan *user logger* untuk pengamanan sistem.

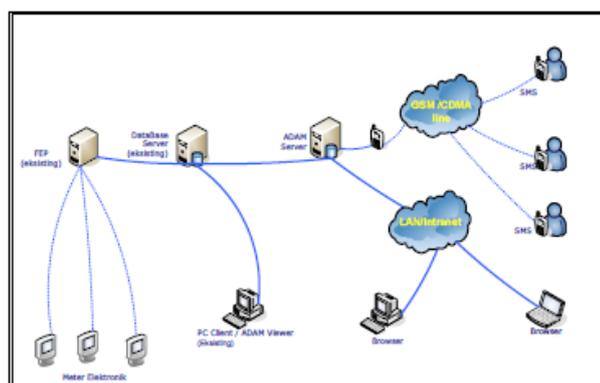
1. **Transfer Stand**

Transfer Stand adalah aplikasi yang berfungsi mengirim nilai stand meter (Stand LWBP,WBP,Stand kVArh, Nilai kVA Max), ke sistem pengolah data billing AP2T.

2. **UNEV**

Fitur ini berfungsi mendeteksi adanya pelanggaran pemakaian listrik oleh pelanggan (DLPD), permasalahan pada sistem AMR dan koneksinya, serta informasi penting lainnya yang berguna untuk meningkatkan pendapatan PLN dan pengawasan terhadap peralatan ukur dan AMR.

Berikut merupakan diagram konfigurasi Unev :



Gambar 2.11 Konfigurasi Unev³

Fungsi dari fitur UNEV yaitu:

- a. Fleksibilitas dalam penentuan kriteria DLPD seperti kelainan *over voltage*, *under voltage*, *over current*, arus terbalik, *time difference* dan lainnya
- b. *Automatic Detection* DLPD setiap hari.
- c. Fleksibilitas dalam penentuan PIC terkait informasi DLPD untuk masing-masing kriteria yang dibedakan dalam layer dan person

³ *Ibid.*, Hl m.40

- d. Berbasis web agar memudahkan mobilitas dalam penanganan informasi DLPD

2.5 Box Alat Pengukur dan Pembatas (APP)

2.5.1 APP Pengukuran Tak Langsung

Berikut merupakan gambar fisik Box APP Pengukuran Tak Langsung

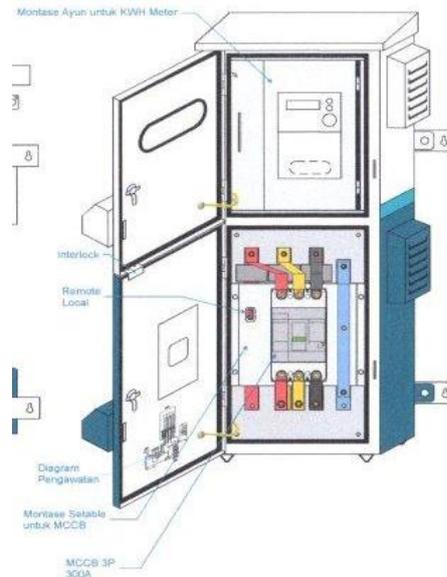
a. Tampak Luar Box APP Pengukuran Tak Langsung



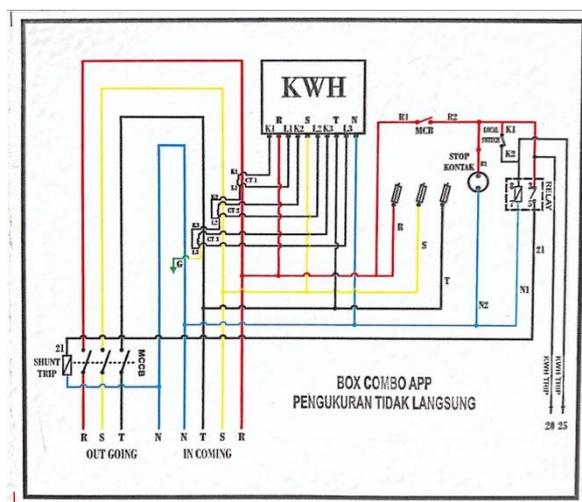
Gambar 2.12 Tampak Luar Box APP Pengukuran Tak Langsung⁵

⁵ PT Indonesia Comnets Plus (ICON+), Sosialisasi dan SOP Implementasi Shunt-Trip AMR, Bidang Solusi TI & Implementasi Ketenagalistrikan I, UIW Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu, 08 Desember 2020, Slide. 77.

b. Tampak Dalam Box APP Pengukuran Tak Langsung



Gambar 2.13 Tampak Dalam Box APP Pengukuran Tak Langsung⁵



Gambar 2.14 Pengawatan kWh Meter Pengukuran Tidak Langsung

2.5.2 APP Pengukuran Langsung

Berikut merupakan gambar fisik Box APP Pengukuran Langsung

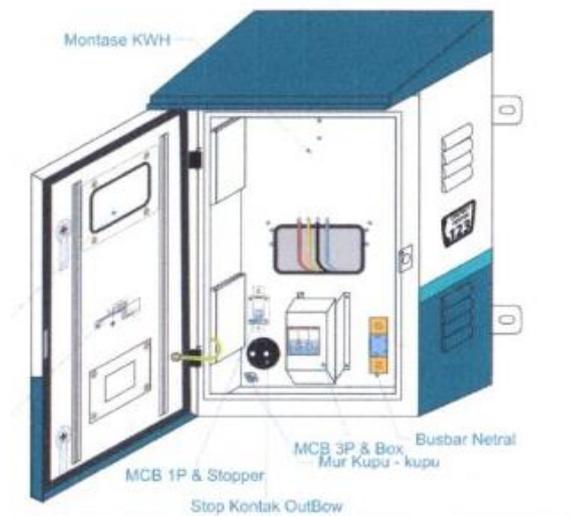
⁵ *Ibid.*

a. **Tampak Luar Box APP Pengukuran Langsung**



Gambar 2.15 Tampak Luar Box APP Pengukuran Langsung⁵

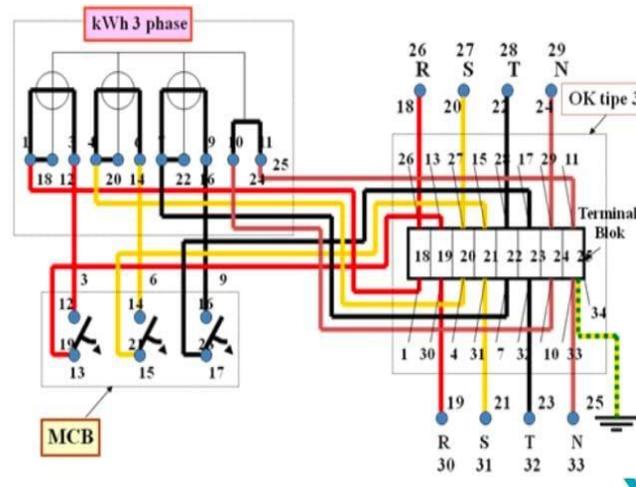
b. **Tampak Dalam Box APP Pengukuran Langsung**



Gambar 2.16 Tampak Dalam Box APP Pengukuran Langsung⁵

⁵ *Ibid.*, Hlm. 76.

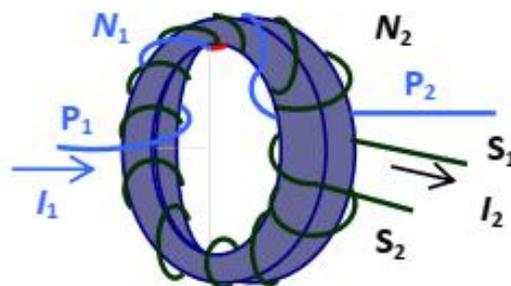
⁵ *Ibid.*



Gambar 2.17 Pengawatan kWh Meter Pengukuran Langsung

2.6 Current Transformer (CT)

Transformator arus atau (*Current Transformer*) yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik sisi primer (TET, TT, TM, TR) yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi.



Gambar 2.18 Rangkaian Pada Trafo Arus¹

1. Fungsi Trafo Arus²

Fungsi dari transformator arus adalah:

¹ PT. PLN (Persero), Pedoman O&M Trafro Arus 2014, Hlm. 1

² *Ibid.* Hlmn. 4.

- a. Mengkonversi besaran arus pada sistem tenaga listrik dari besaran primer menjadi besaran sekunder untuk keperluan pengukuran sistem metering dan proteksi.
- b. Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer, sebagai pengamanan terhadap manusia atau operator yang melakukan pengukuran.
- c. Standarisasi besaran sekunder, untuk arus nominal 1 Amp dan 5 Amp.

2. Pemilihan Arus Primer

Diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_P = \frac{S_N}{V \times \sqrt{3}} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana

S_N : daya pelanggan (kVA).

V : Tegangan Input (kVA).

I_P : arus masing-masing fasa (Amp)

3. Kesalahan Trafo Arus³

Kesalahan transformator adalah perbandingan antara arus primer dan arus sekunder.

$$K_n = \frac{I_P}{I_S} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana

K_n = Pengenal Rasio Trafo Arus

I_P = Arus Pengenal Transformasi Primer (A)

I_S = Arus Pengenal Transformasi Sekunder (A)

Pada trafo arus dikenal 2 jenis kesalahan, yaitu:

- a. Kesalahan transformator adalah kesalahan suatu transformator pada

³ Amalia, Devita & Ariyanto, Eko. (2014). “*Optimalisasi Pengukuran Arus Current Trannsformer untuk Meminimalisir Energi pada Pabrik Baja PT. Inti General Yaja Steel Semarang Barat*”. Gema Teknologi. Vol. 18.

pengukuran arus yang muncul dari kenyataan bahwa rasio transformasi aktual tidak sama dengan rasio transformasi pengenal. Suatu alat semakin teliti jika kesalahan arusnya kecil.

$$\varepsilon(\%) = \frac{K_n \times I_S - I_P}{I_P} \times 100\% \dots\dots\dots 2.3$$

dimana

ε = Kesalahan Rasio Trafo Arus (%)

K_n = Pengenal Rasio Trafo Arus

I_P = Arus Primer Sebenarnya (A)

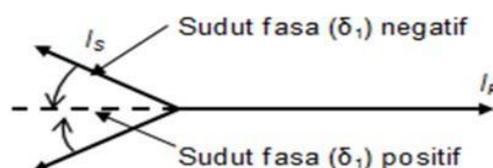
I_S = Arus Sekunder Sebenarnya (A)

- b. Kesalahan sudut fasa adalah kesalahan akibat pergeseran fasa antara arus sisi primer dengan arus sisi sekunder. Kesalahan sudut fasa akan memberikan pengaruh pada pengukuran berhubungan dengan besaran arus dan tegangan, misalnya pada pengukuran daya aktif maupun daya reaktif, pengukuran energi dan relai arah. Pemeriksaan ini umumnya dilakukan pada saat komisioning atau saat investigasi.

Kesalahan sudut fasa dibagi menjadi dua nilai, yaitu:

1. Bernilai positif (+) jika sudut fasa I_S mendahului I_P
2. Bernilai negatif (-) jika sudut fasa I_S tertinggal I_P

Berikut merupakan vektor Kesalahan Sudut Trafo Arus



Gambar 2.19 Kesalahan Sudut Trafo Arus⁴

⁴ PT. PLN (Persero), Pedoman O&M Trafo Arus 2014, Hlm. 15

2.7 Susut Energi

Susut (*losses*) adalah suatu bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari selisih jumlah energi listrik yang tersedia dengan sejumlah energi listrik yang terjual. Untuk mengetahui kerugian PLN yang telah terjadi kita dapat menghitung besarnya dengan menggunakan rumus daya dan daya yang dimaksud disini antara lain ⁵:

- Daya Aktif

Daya aktif adalah daya sesungguhnya yang dibutuhkan oleh beban dimana satuan daya aktif adalah W (Watt) Adapun persamaannya adalah :

$$P = V \times I \times \cos \Theta \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana : P = Daya Aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus Listrik (A)

Cos Θ = Faktor Daya

- Daya Reaktif

Daya yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet atau daya yang ditimbulkan oleh beban yang sifatnya induktif Adapun persamaannya adalah :

$$Q = V \times I \times \sin \Theta \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana : Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus Listrik (A)

Sin Θ = Faktor Daya

⁵ Ariyanti, R. F., & Widharto, Y. (2019). "Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik PT PLN (Persero) Area Semarang Menggunakan Metode Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)". *Industrial Engineering Online Journal*, 8(1).

- Daya Semu

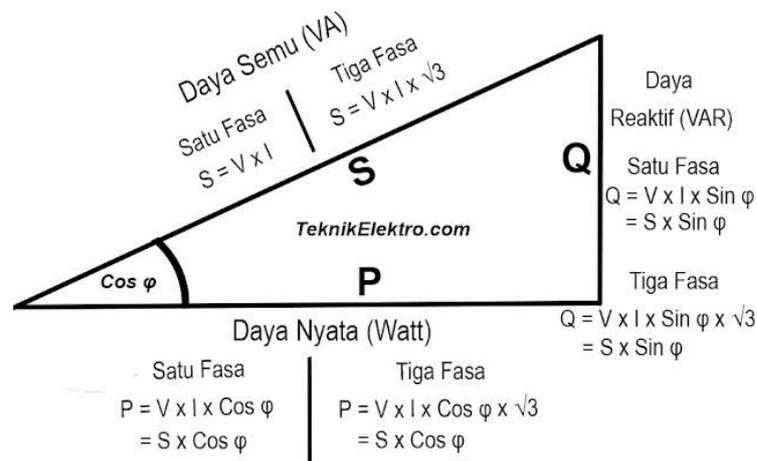
Merupakan daya yang disalurkan oleh PLN ke konsumen dimana daya semu adalah hasil perkalian dari arus dan tegangan . Satuan daya semu adalah VA Adapun persamaannya adalah :

$$S = I \text{ fasa} \times V \text{ fasa} \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana S = Daya Semu (VA)

I fasa = Arus beban fasa

V fasa = Tegangan Fasa



Gambar 2.20 Segitiga Daya⁶

Berdasarkan Keputusan Direkni PT PLN (Persero) No. 217-1.JK/DIR/2005 tentang Pedoman Penyusunan Laporan Neraca Energi (kWh), jenis susut (losses) energi listrik dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- Susut teknis

Susut teknis yaitu hilangnya energi listrik pada saat penyaluran mulai dari pembangkit hingga ke pelanggan karena berubah menjadi panas. Susut teknis ini tidak dapat dihilangkan karena merupakan kondisi bawaan atau susut yang terjadi karena alasan

⁶ Alfstudio, Admin. (2020). "Memahami Segitiga Daya"
<https://www.teknikelektro.com/2020/06/memahami-segitiga-daya.html> Diakses pada 2 Juni 2022

teknik dimana energi menyusut berubah menjadi panas pada jaringan Tegangan Tinggi (JTT), Gardu Induk (GI), Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Gardu Distribusi (GD), Jaringan Tegangan Rendah (JTR), Sambungan Rumah (SR) dan Alat Pengukur dan Pembatas (APP).

- Susut non teknis

Susut non teknis yaitu hilangnya energi listrik yang dikonsumsi pelanggan maupun non pelanggan karena tidak tercatat dalam penjualan. Ada beberapa penyebab susut non teknik antara lain adalah pencurian listrik, kesalahan baca meter, kesalahan alat pengukuran dan lain-lain. Pada sistem distribusi, pencurian listrik ini sangat banyak modusnya, salah satunya adalah dengan menggunakan peralatan khusus. Untuk meminimalisir pencurian listrik dilakukan pencegahan secara persuasif dengan pemberitahuan kepada masyarakat mengenai akibat dari pencurian listrik, baik melalui media maupun dengan sosialisasi langsung. Selain cara persuasif juga dilakukan dengan cara korektif, yaitu pelaksanaan penertiban penggunaan Tenaga Listrik (P2TL) dengan intensitas dan akurasi yang tinggi. Kesalahan baca meter menyebabkan ketidaksesuaian antara kWh yang digunakan pelanggan dengan yang tercatat. Jika yang digunakan ternyata lebih besar dari yang tercatat maka selisihnya tentu menjadi susut.

2.8 Energi Tidak Terukur

Akibat kesalahan arus pada CT yang dimiliki maka timbul perbedaan nilai pemakaian energi di pelanggan. Sehingga menimbulkan kerugian secara non teknis dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

kWh hilang/ tidak terukur : kWh yang seharusnya terukur – kWh yang terukur

Berdasarkan Load Profile (Saat CT rusak)2.7

dimana untuk mendapatkan nilai kWh yang seharusnya terukur dan kWh yang terukur Berdasarkan Load Profile (Saat CT rusak), ialah dengan mengikuti tahapan perhitungan sebagai berikut :

1. Rata-rata Arus Fasa (I_{3x}) :

$$\frac{I_{3x}}{I_{1x}+I_{2x}} \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana

I_{1x} : Arus fasa R

I_{2x} : Arus fasa S

I_{3x} : Arus fasa T

2. $P_{\text{Setelah Penggantian}}$:

$$P_1 + P_2 + P_3 = (V_1 \times I_{1x}) + (V_2 \times I_{2x}) + (V_3 \times I_{3x}) \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana

P_1 : Daya Fasa R

V_1 : Tegangan Fasa R

I_{1x} : Arus Fasa R

P_2 : Daya Fasa S

V_2 : Tegangan Fasa S

I_{2x} : Arus Fasa S

P_3 : Daya Fasa T

V_3 : Tegangan Fasa T

I_{3x} : Arus Fasa T

3. Daya Total yang Terukur Pada Saat CT Rusak :

$$P_{\text{Total}} = P_1 + P_2 + P_3 \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana

P_1 : Daya Fasa R

P_2 : Daya Fasa S

P_3 : Daya Fasa T

4. Persentase Daya terukur saat CT rusak :

$$S(\%) = \frac{P_{\text{Total}}}{P_{\text{Setelah Penggantian}}} \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana

$S(\%)$: Persen Daya Semu yang Terukur

P_{Total} : Daya Total

$P_{\text{Setelah Penggantian}}$: Daya Setelah Penggantian CT

5. Daya yang Tidak Terukur :

$$\% P_{\text{hilang}} = \% P_{\text{Setelah Penggantian}} - \% P_{\text{Total}} \dots\dots\dots 2.12$$

Dimana

$\% P_{\text{hilang}}$: Persentase Daya yang Hilang/ Tidak Terukur

$\% P_{\text{Setelah Penggantian}}$: Persentase Daya Setelah Penggantian/ Daya Sebenarnya

$\% P_{\text{Total}}$: Persentase Daya Total

6. kWh yang Terukur :

$$\text{kWh yang terukur} = \text{kWh ukur (Load Profile)} \times F_k \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana

F_k : Faktor kali

kWh ukur (Load Profile) : kWh terukur Berdasarkan Load Profile (Saat CT rusak)

7. kWh yang Terukur Seharusnya :

$$\text{kWh yang Terukur Seharusnya} = \frac{\text{kWh ukur}}{66\%} \times 100\% \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana

F_k : Faktor kali

kWh ukur : kWh terukur Berdasarkan Load Profile (Saat CT rusak)

8. Kwh Hilang/ Tidak Terukur :

kWh hilang/ tidak terukur = kWh yang Terukur Seharusnya – kWh (Load Profile)

.....2.15