



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Automatic Meter Reading (AMR)

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.

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 control.



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 AMR

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

Prinsip kerja dari Automatic Meter Reading (AMR) umumnya terdiri dari 3 komponen utama, antara lain :

1. Meter Interface Module, sistem ini terdiri dari 4 komponen yaitu power supply yang dibutuhkan untuk menunjang proses kerja dari AMR (Automatic Meter Reading), Meter sensor yang berfungsi sebagai alat pengukur arus dan tegangan listrik, Controlling Electronic merupakan suatu sistem elektronik yang dapat digunakan untuk mengolah data hasil pengukuran dari meter sensor lalu diubah menjadi data digital dan dikirim



dengan menggunakan sistem Communication Interface berupa modem GSM yang sesuai dengan media komunikasi yang tersedia.

2. Communication System yang berfungsi sebagai media komunikasi yang mengirim data pengukuran hasil AMR kepada kantor PT.PLN (Persero) dengan menggunakan media komunikasi seperti jaringan internet.
3. Office Central Equipment juga memiliki beberapa sistem utama seperti Receivers data dan computer server. Receivers data dapat berupa modem GSM, ADSL dan lain-lain sesuai dengan media komunikasi yang digunakan dalam proses pengiriman data. Receivers data harus terhubung dengan computer operasi sistem AMR yang memiliki kapasitas diatas komputer pada umumnya, karena komputer digunakan untuk menerima seluruh data AMR yang dikirim, selain itu komputer yang digunakan harus dilengkapi dengan Operating System khusus server untuk menjalankan Web dan database serta mampu melayani permintaan dari komputer host. Komputer host yang dimaksud adalah komputer yang digunakan oleh admin perusahaan PT.PLN (Persero) area tertentu untuk mengakses web dan database dari pelanggan AMR tersebut.

Pada sistem ketenagalistrikan di PT.PLN (Persero) terdapat beberapa jenis kWh meter yaitu pasca bayar dan Prabayar. Sebagian besar kWh meter pasca bayar masih memerlukan proses pembacaan stand meter dan pemutusan secara manual, sedangkan kWh meter prabayar memerlukan mekanisme penginputan token secara manual sehingga sering terjadi proses penyalahgunaan/tempering sehingga dapat mempengaruhi ketepatan proses pengukuran kWh meter. Namun dengan adanya AMR (Automatic meter Reading) yang dapat membantu proses pengukuran secara akurat dan dapat mempermudah proses pembacaan stand secara real time.

2.2 Manfaat Automatic Meter Reading (AMR)

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 histori 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.

2.3 Fungsi Automatic Meter Reading (AMR)

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 Kelebihan dan Kekurangan Automatic Meter Reading (AMR)

Keuntungan lain yang dapat diperoleh dari penggunaan sistem AMR ini adalah :

1. Pencatatan meter lebih akurat.

Dengan menggunakan sistem elektronik, maka pencatatan meter akan lebih akurat bila dibandingkan dengan jika dilakukan secara manual oleh petugas cater yang mana bisa saja mengalami kesalahan karena kurang teliti dalam membaca stand-meter pelanggan.

2. Proses penertiban rekening lebih cepat.

Sebelumnya, pencatatan meter dilakukan oleh petugas cater (Catat Meter) yang mana sebenarnya hal tersebut akan membutuhkan waktu yang lama karena yang perlu dicatat sangat banyak dengan luasnya cakupan wilayah pelanggan yang perlu untuk di catat. Sehingga ketika data pada pelanggan tersebut belum terkumpul maka proses billing juga belum dapat dilaksanakan. Namun dengan adanya sistem AMR ini pencatatan data dapat dilakukan secara terpusat dengan mendownload data pelanggan-pelanggannya. Sehingga dapat menghemat waktu pencatatan dan proses billing pun akan lebih cepat.

3. Penggunaan energi listrik dapat terpantau.

Terdapat fitur di AMR yang akan menampilkan data pelanggan dengan pemakaian tidak wajar yang disebut DLPD (Data Langganan Perlu Diperhatikan), misalnya ada kasus salah satu fasa arus pada pelanggan hilang. Petugas dapat langsung mencari tahu tentang ketidak wajaran pemakaian dari pelanggan dengan langsung mendatangi lokasi dimana pelanggan tersebut pada target operasi untuk petugas P2TL.

4. Upaya peningkatan mutu pelayanan melalui data langsung penggunaan energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan yang bersangkutan.
5. Dapat mengetahui losses yang terjadi pada pelanggan



Sistem AMR dapat memantau *losses*. Untuk bagian nonteknis misalnya pelanggan dengan kasus pencurian listrik, hal tersebut dapat terdeteksi dari AMR sehingga petugas bisa dengan segera melakukan tindakan lebih lanjut. Jika dibandingkan dengan jasa cater, maka akan membutuhkan waktu lebih lama sehingga *losses* yang terjadi juga akan lebih besar.

Sedangkan kelemahan dari penggunaan sistem Automatic Meter Reading (AMR) ini yaitu :

1. Aplikasi teknologi AMR saat ini masih berbasis GSM dan PSTN dengan cara “konvensional”, melakukan panggilan kepada modem seperti panggilan kepada kartu telepon biasa. Hal ini tentunya akan membuat waktu pemanggilan menjadi tidak efektif karena hanya satu modem yang dapat dipanggil dalam satu waktu.
2. Banyaknya kasus modem tidak merespon (modem hang) yang disebabkan memori SMS pada modem penuh ataupun modem kurang handal daya tahannya.
3. Setiap modem dalam jaringan GSM “konvensional” dapat dipanggil oleh siapa saja, sehingga keamanan data yang terekam kurang terjamin.
4. Model koneksi point-to-point pada GSM menjadikannya tidak efektif saat harus terjadi pemanggilan meter dalam jumlah yang besar.
5. Biaya komunikasi pada GSM dihitung berdasarkan waktu. Jika terjadi pemanggilan lintas operator telekomunikasi maka biaya yang dikeluarkan akan sangat mahal.

2.5 Komponen Pendukung Automatic Meter Reading (AMR)

2.5.1 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 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:

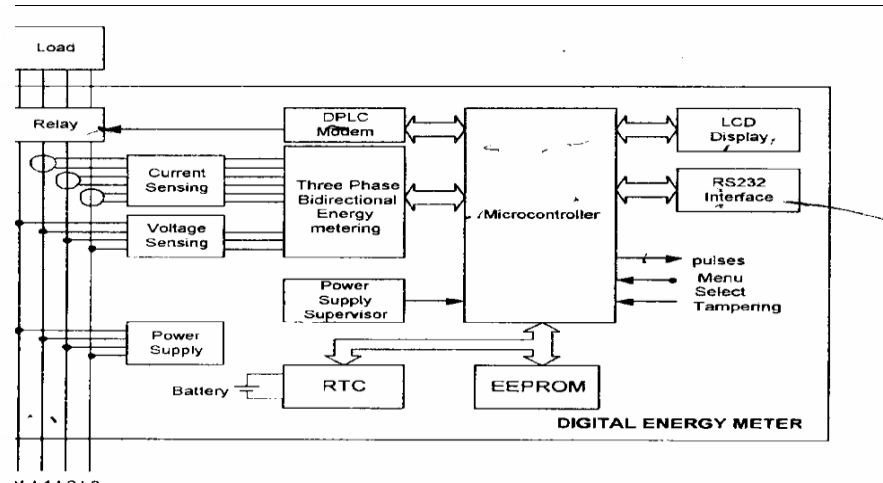
- a. Pelanggan TT (daya > 30 MVA) kelas akurasi 0,2.
- b. Pelanggan TM (daya >200 kVA) kelas akurasi 0,5.
- c. Pelanggan TM (daya, 200 kVA) kelas akurasi 1,0 atau lebih baik.

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 ($\cos \varphi$) 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.



Diagram Skematik meter elektronik:



Gambar 2. 1 Diagram Skematik Meter Elektronik

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.

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. Ketidakakurasian RTC adalah sekitar 0,5 menit/bulan.



Pada umumnya meter elektronik memiliki empat buah modul:

1. *Measurement Modul*

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

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

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 Energi, 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. Adapun KWh Meter yang digunakan di PT PLN (Persero) ULP Mariana sebagai berikut:

a. KWh Meter Elektronik Wasion type iMeter318



Gambar 2. 2 KWh Meter Elektronik Wasion type iMeter318



b. KWh Meter Elektronik EDM1 type Mk10E



Gambar 2. 3 KWh Meter Elektronik EDM1 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. Modem

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 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.

Fitur aplikasi modem AMR:

- a. Otomatis hapus SMS
- b. Konfigurasi melalui SMS (dengan password)
- c. Pemblokiran Pemanggil (CSD/GPRS)
- d. *Remote Check* Sinyal dan monitoring pulsa
- e. Support GPRS (*Fixed* dan Dinamik)
- f. *Client* atau *Server*
- g. *Flexibel* GPRS AMR (DeltaWye, Alsystem, Wlis)
- h. *Auto Switch* CSD – GPRS
- i. *Auto Connect* GPRS
- j. *Soft Reset* (*Counter & Clock*)
- k. *Hard Reset* (*Power Supply*)

Fitur umum modem:

- a. Cinterion Module
- b. GSM/GPRS Quad Band Class 12
- c. TCP/IP Stack



- d. Java ME
- e. Java Upgrade OTA Remote update
- f. Standard Konektor
- g. 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) ULP Mariana sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Modem Merk Wasion



Gambar 2. 7 Modem Merk Mlis



Gambar 2. 8 Modem Merk DeSkyLink

3. GSM

GSM merupakan singkatan dari *Global System for Mobile communication* adalah standar komunikasi seluler digital yang bekerja pada frekuensi tinggi sesuai standar telekomunikasi Indonesia. GSM 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* 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

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)



Gambar 2. 9 Kartu GSM Terkomsel

4. Antena

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.



Gambar 2. 10 Antena



5. *Front End* Processor (FEP)

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:

- a. Melakukan pencetakan *report summary* dan *executive report*
- b. Melakukan pencetakan stand untuk *billing*.

Minimum requirement:

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

8. Komputer

Komputer dalam sistem AMR digunakan sebagai alat untuk pemrograman. Selain itu komputer juga digunakan sebagai alat pembacaan meter elektronik di sisi pelanggan.

2.5.2 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. Misalnya untuk *software* IIMS, hanya dapat digunakan untuk meter elektronik merk Indigo+, *software* Ezyview, hanya digunakan pada meter elektronik merk EDMI, *software* Dyno+ digunakan untuk meter elektronik merk SL700, dan untuk *software* MAP120 digunakan untuk meter elektronik merk ZMD.



Tabel 2. 2 Merk Meter Elektronik

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. Aisystem

2. *Software Aplikasi / Software AMR*

Selain software meter, pada sistem AMR terdapat pula software AMR. Software AMR sendiri digunakan untuk menyimpan data-data yang dibaca dari kWh meter yang ada di pelanggan ke dalam format / table database yang selanjutnya digunakan oleh aplikasi lainya (Energy Process Information). Selain itu, software AMR juga menyediakan fungsi Partial Energy Process Information secara minimum. Software AMR sendiri terdiri atas tiga bagian yaitu :

- *Protocol Driver* yang berfungsi untuk pengambilan atau penerimaan data.
- *Gateway / Data Handler* yang berfungsi sebagai pemisah dan pengolahan data.
- *Database* yang digunakan untuk penyimpanan.

Software AMR yang dipergunakan di PT PLN (Persero) UP3 Palembang yaitu AMICON. Amicon adalah aplikasi Meter ICON+ , aplikasi ini di-develop oleh salah satu anak perusahaan PLN yang bergerak dibidang IT yaitu PT.Indonesia Comnet+ (ICON+). Perbedaan yang mendasar antara AMICON dengan aplikasi yang lainya terdapat pada tipe komunikasinya, untuk AMICON sudah



menggunakan GPRS dengan IP *Static* (sinyal data), sementara aplikasi lainnya masih menggunakan CSD (sinyal suara). Dari sisi kecepatan proses pemanggilan/penarikan data cukup menguntungkan karena dalam satu waktu bisa melakukan penarikan data untuk ratusan pelanggan bahkan bisa lebih. Beberapa *software* AMR yang digunakan adalah :

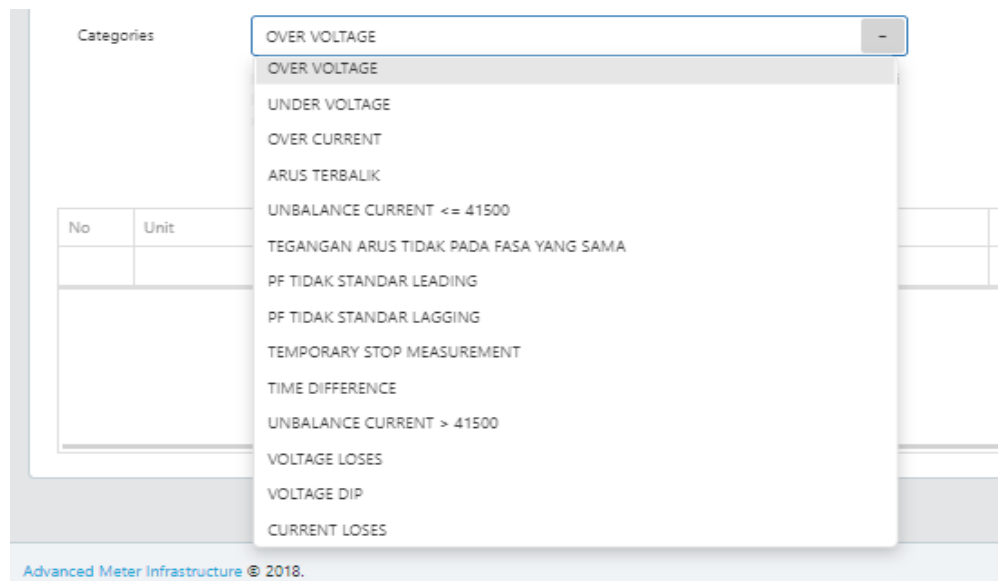
- a. Di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur : AISYSTEM
- b. Di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah : AMETYS
- c. Di PT PLN (Persero) UP3 Palembang : AMICON

2.6 Monitoring Load Profile

Monitoring *Load Profile* ini untuk melihat tingkat keberhasilan penarikan data *Load Profile* per pelanggan oleh *scheduler* aplikasi amicon yang dilakukan per tiga jam penarikan data yaitu dimulai dari jam 03:00 sampai jam 23:00.

Di monitoring *Load Profile*, User juga dapat melakukan penarikan data *Load Profile* secara kolektif. Untuk mengetahui bahwa terdapat gangguan pada sistem AMR yaitu dengan monitoring *Load Profile* pada web Amicon dengan menggunakan fitur Anev untuk pemeriksaan suspect DLPD, dimana DLPD adalah Data Langganan yang Perlu Diperhatikan.

Gambar 2. 11 Tampilan Fitur Anev untuk pemeriksaan Suspect DLPD



Gambar 2. 12 Kategori Gangguan pada Sistem AMR

Dengan fitur tersebut kita dapat mencari jenis gangguan, nama pelanggan yang akan dimonitoring, hingga unit rayon yang menangani pelanggan tersebut. Setelah tampil nama pelanggan yang mengalami gangguan, kita dapat melihat detail *Load Profile* riwayat pemakaian pelanggan.

2.7 Analisis *Load Profile* dalam Kondisi Normal

Data *Load Profile* memuat data-data metering dan data pemakaian energi yang didownload dari meter elektronik melalui system AMR. Data ini mempunyai interval waktu tertentu yaitu 15 menit, 30 menit dan 60 menit, tergantung setting parameter yang ada pada meter tersebut. Semakin pendek interval waktu tersebut akan semakin detail data yang didapat.

Adapun data pada *Load Profile* terbagi dalam beberapa kanal untuk menyimpan data-data. Berdasarkan SPLN D3.006-1:2010, tentang *static* meter energi 3 fasa, kanal untuk *Load Profile* minimum sebanyak 16 kanal (untuk meter sambungan tidak langsung) atau 12 kanal (khusus untuk meter sambungan langsung), minimal untuk menyimpan data:⁷

⁷ SPLN D3.006-1. 2010. *Meter Statik Energi Listrik Fase Tiga*. Jakarta : PT PLN (Persero).



- a. Energi : kWh +, kWh -, kVarh +, kVarh -
- b. Arus : arus R, S dan T
- c. Tegangan : tegangan R, S, T
- d. Power Faktor : PF
- e. Beban : kW
- f. Daya : kVA

Dari data *Load Profile* hal yang harus kita perhatikan yang pertama adalah keutuhan atau kelengkapan data. Keutuhan data ini dapat kita lihat dari jumlah *Load Profile* per bulan, dengan perhitungan sebagai berikut:

- a. Untuk interval 15 menit, dalam 30 hari terdapat 2.880 data
- b. Untuk interval 30 menit, dalam 30 hari terdapat 1.440 data
- c. Untuk interval 60 menit, dalam 30 hari terdapat 720 data

Setelah kita yakin bahwa data tersebut utuh (interval waktu dan data parameter), dilanjutkan dengan menganalisa data energi (kWh dan kVarh). Pada kondisi normal, yang tercatat pada energi hanya di energi kirim (kWh kirim). Energi kirim dibaca sebagai energi sumber yang mengalir ke pelanggan.

Selain data energi kita analisa keseimbangan arus dan tegangan. Untuk memudahkan analisa dapat lebih baik menggunakan bentuk grafik yang sudah disediakan oleh aplikasi AMR.

2.8 Kelainan *Load Profile*

Dalam menganalisa data *Load Profile* sesungguhnya tidak dapat berdiri sendiri karena terkait erat dengan diagram phasornya. Dan untuk memudahkan menganalisa *Load Profile*, dapat dibuat grafik arus, tegangan atau energi.

1. Kesalahan wiring
Kesalahan wiring dapat terjadi karena:



- a. Kesalahan petugas saat melakukan wiring dan tidak ada komisioning saat pengoperasian. Kesalahan ini dapat terjadi pada saat wiring CT/PT atau wiring pada meter.
- b. Kesalahan wiring dari pabrikan , terutama wiring pada kubikel.
2. Kerusakan pada Current Transformer (CT)

Kerusakan CT dapat terjadi karena:

 - a. CT jenuh
 - b. Arus gangguan hubung singkat yang melebihi batas kemampuan arus hubung singkat tsb, CT pecah.
3. Kerusakan pada Potensial Transformer (PT)

Kerusakan PT ini penyebabnya karena terjadi hubung singkat tegangan primer PT dengan ground, PT meledak.
4. Kerusakan pada meter

Kerusakan pada meter ini disebabkan oleh karena komponen-komponen pada meter dan pada meter tua.
5. Kesengajaan yang dilakukan oleh pelanggan

Ini dilakukan oleh pelanggan karena ingin memperoleh listrik dengan cara yang tidak benar. Pelanggan-pelanggan ini mempengaruhi kerja dari kWh Meter sehingga pengukuran tidak akurat.

2.9 Pemeliharaan Automatic Meter Reading (AMR)⁵

Pemeliharaan AMR adalah suatu upaya untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pengukuran yang disebabkan oleh kerusakan alat yang dipengaruhi oleh faktor internal dari alat AMR sendiri atau faktor lingkungan sekitar. Pemeliharaan juga dilakukan untuk mengatasi kegagalan komunikasi pada pelanggan AMR yang

⁵ Rafiqi, Dimas Arif. 2020. *Studi Kerugian Energi Akibat kWh Meter Blank pada Pelanggan 16500 VA di PT PLN (Persero) UP3 Metro*. Jakarta : Institut Teknologi – PLN.



dapat mempengaruhi proses pembacaan dan pengiriman data stand meter secara real time dan otomatis.

Metode yang dilakukan untuk pemeliharaan AMR adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan Rutin adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin sesuai dengan waktu yang di tentukan namun dalam pemeliharaan AMR metode ini dilaksanakan dengan menggunakan aplikasi Amicon. Jenis pemeliharaan rutin pada pelanggan AMR yaitu perbaikan komunikasi. Tujuan dilakukan perbaikan komunikasi adalah untuk memastikan proses pembacaan data meter jarak jauh dan proses pengiriman tidak terjadi gangguan serta dapat mempermudah proses billing. Tindakan yang dilakukan pada metode ini yaitu dengan melakukan penarikan data dengan memanfaatkan item get data instant dan commisioning ulang pada pelanggan yang mengalami gagal komunikasi. Penyebab dari gagal komunikasi antara lain adalah faktor sinyal sehingga GSM yang terpasang tidak dapat dihubungi, atau modem yang terpasang jenuh. Untuk memastikan kondisi sinyal pada lokasi pelanggan yaitu dengan menelpon, atau melakukan reset via SMS ke nomor GSM pelanggan yang terdaftar.

2. Pemeliharaan prediktif

Metode pemeliharaan ini bersifat prediksi, metode ini berdasarkan hasil evaluasi dari metode rutin dimana metode ini dilakukan dengan cara memprediksi kejadian yang terjadi di lokasi pelanggan, sehingga perlu dilakukan kunjungan ke lokasi pelanggan yang perlu dilakukan pemeliharaan secara langsung. Metode ini biasa dilakukan terhadap pelanggan yang mengalami gagal komunikasi yang tidak berhasil dengan tindakan memanfaatkan item yang ada pada aplikasi Amicon seperti get data instant dan commisioning, serta melakukan reset via SMS ke nomor GSM yang terdaftar pada AMR pelanggan. Adapun masalah yang dapat ditemukan antara lain, adaptor modem rusak, modem jenuh, ataupun meter blank, maka perlu dilakukan penggantian terhadap adaptor yang rusak, Reset modem dengan cara melepaskan dan memasang kembali pada kotak kontak yang tersedia. Serta



dilakukan reset tegangan dan jika belum berhasil maka harus dilakukan penggantian meter.

3. Pemeliharaan Korektif

Metode pemeliharaan ini merupakan metode yang telah direncanakan terlebih dahulu, dikarenakan faktor dimana peralatan memerlukan perbaikan atau peeliharaan yang tidak terencana. Metode ini berupa pemeriksaan, perbaikan dan penggantian.

Metode ini berupa pemeriksaan APP pelanggan AMR daya 53 kVA s/d > 197 kVA. Tindakan yang dilakukan pada saat pemeriksaan APP adalah mengecek error meter dan error CT (Current Transformator) dengan nilai toleransi sesuai class meter yang terpasang menggunakan calmed dan apabila error hasil calmed melebihi batas toleransi maka dilakukan penggantian ratio CT ataupun dengan meter yang baru. Tujuan dilakukan pengecekan error meter dan CT karena berdasarkan fungsi dari meter dan CT yang terpasang adalah untuk pengukuran maka tindakan ini dilakukan untuk memastikan akurasi pengukuran dari meter dan CT yang terpasang apakah sesuai atau tidak.

2.10 KWh Meter

KWh meter adalah alat pengukur energi listrik yang mengukur secara langsung hasil kali tegangan, arus faktor kerja, kali waktu yang tertentu ($V \times I \times \cos \phi \times t$) yang bekerja padanya selama jangka waktu tertentu tersebut. Energi listrik yang dihitung oleh kWh meter adalah perhitungan daya aktif yang digunakan dikalikan waktu dalam satuan jam (hours) dan faktor daya.

Berikut adalah persamaan untuk menghitung energi listrik oleh kWh meter:

$$E = V \times I \times t \times \cos \theta \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

E = Energi listrik yang terukur oleh kWh meter (kWh)

V = Tegangan (V)



I = Arus (A)

t = Waktu pemakaian (Jam)

$\cos \theta$ = Faktor daya

Pada persamaan diatas dapat diketahui bahwa besar pengukuran energi listrik oleh kWh meter berbanding lurus dengan tegangan, arus, waktu pemakaian dan faktor daya. Sehingga semakin tinggi nilai keempat besaran tersebut maka energi listrik yang digunakan akan semakin besar. Begitupun sebaliknya, ketika nilai ketiga besaran tersebut semakin rendah maka energi listrik yang terbaca oleh kWh meter juga akan semakin kecil.

2.11 Pengawatan KWh Meter

2.11.1 kWh Meter 1 Phase



Gambar 2. 13 kWh Meter 1 Phase

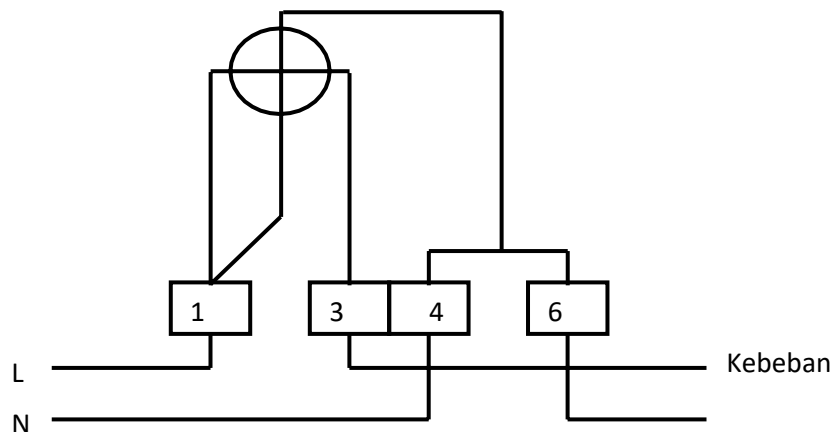
Pemakaian energi listrik baik di industri maupun dalam rumah tangga menggunakan satuan kilowatt- hour (kWh) dimana kWh sama dengan 3,6 MJ. Karena itulah alat yang digunakan untuk mengukur energi pada industri dan rumah tangga dikenal dengan watt hour meters. Besar tagihan listrik biasanya berdasarkan pada angka-angka yang tertera pada kWh meter setiap bulannya, dan tentunya sering kita lihat petugas pln mendatangi rumah-rumah untuk mencatat angka-angka kWh di setiap rumah-rumah.



KWh meter induksi adalah satu-satunya tipe yang digunakan pada perhitungan daya listrik rumah tangga. bagian-bagian utama dari sebuah kWh meter adalah kumparan tegangan, kumparan arus, sebuah piringan aluminium, sebuah magnet tetap, dan sebuah gir mekanik yang mencatat banyaknya putaran piringan.

Jika meter dihubungkan ke daya satu phase, maka piringan mendapat torsi yang membuatnya berputar seperti motor dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Semakin besar daya yang terpakai, mengakibatkan kecepatan piringan semakin besar, demikian pula sebaliknya. kita bisa perhatikan kWh listrik dirumah, lihat bagian piringannya dia akan berputar sesuai pemakaian tenaga listrik yang kita pakai.

KWh meter 1 phase biasa digunakan untuk pengukuran tegangan rendah dengan jenis pengukuran langsung.



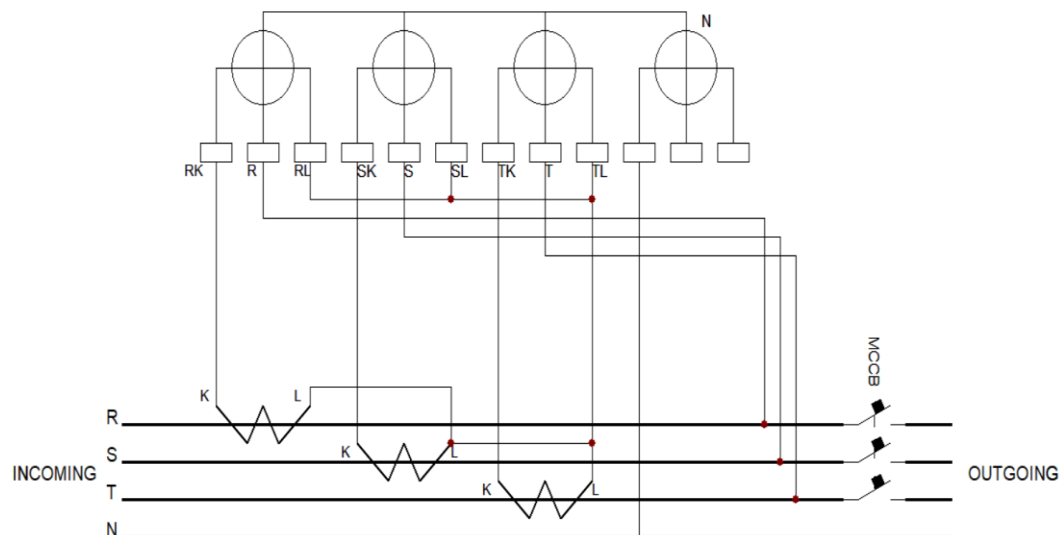
Gambar 2. 14 Diagram Penagawatan KWh Meter 1 Phase

2.11.2 KWh Meter 3 Phase

Pada konsumen rumah tangga digunakan kWh meter 1 phase karena daya yang digunakan daya 1 phase sedangkan pada industri, daya yang digunakan adalah daya 3 phase sehingga kWh meter yang digunakan adalah kWh meter 3 phase.



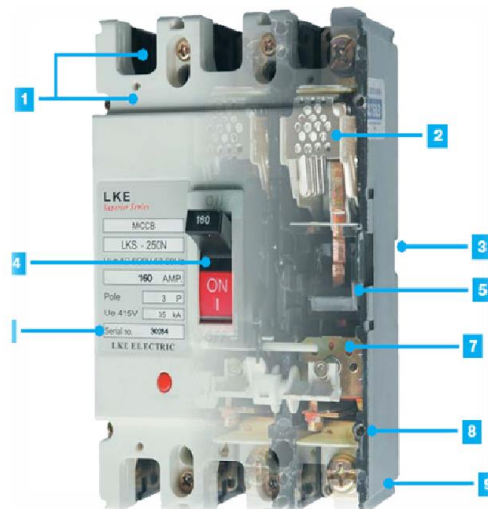
Gambar 2. 15 KWh Meter 3 Phase



Gambar 2. 16 Diagram Pengawatan kWh Meter 3 Phase Pengukuran Tak Langsung

2.12 MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)

Jfshdfo MCCB merupakan perangkat pengaman pada tegangan menengah yang beroperasi secara otomatis terhadap beban lebih dan hubung singkat. Pada jenis tertentu pengaman ini, memiliki kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Arus nominal pada rating MCCB harus lebih besar dari arus yang dibutuhkan oleh peralatan yang terhubung. Adapun bagian-bagian MCCB dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Bagian-Bagian MCCB

Keterangan :

1. Bahan BMC untuk bodi dan cover
2. Peredam busur api
3. Blok sambungan untuk pemasangan ST dan UVT
4. Penggerak lepas – sambung
5. Kontak gerak
6. Data pabrikan
7. Unit pemutus magnetic
8. Unit pemutus thermal
9. Compact Size

Cara menghitung kebutuhan MCCB ada pada rumus persamaan :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \theta} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P : Daya (Watt)

V : Tegangan (Volt)

Cos ϕ : Faktor daya (minimal dari PLN = 0,85)⁶

⁶ SPLN 70-1. 1985. *Pembakuan Istilah Teknik Bidang Ketenagalistrikan (Seri Pertama)*. Jakarta : PT PLN (Persero).



Prinsip kerja yang dimiliki MCCB yaitu pengaman thermis untuk gangguan arus lebih dan pengaman magnetic untuk gangguan hubung singkat. Pengaman thermis ini menggunakan bimetal yang terdiri dari dua lempeng logam yang saling menempel. Panas yang dihasilkan oleh gangguan arus lebih akan menyebabkan bimetal ini melengkung dan mendorong tuas pemutus sehingga MCCB akan trip. Namun pengaman thermis ini memiliki respon yang sangat lambat dibandingkan pengaman magnetic. Pengaman magnetic ini menggunakan koil, ketika terjadi gangguan hubung singkat maka koil akan terinduksi dan timbul medan magnet. Akibatnya poros yang ada di dekatnya akan tertarik dan menjalankan tuas pemutus. Pengaman magnetic tidak memerlukan waktu lama untuk tripnya. Karena pengaman magnetic bekerja secara magnetic sehingga waktu yang dibutuhkan untuk induksi sangatlah cepat dibandingkan dengan prinsip panas. Sehingga pengaman magnetic memiliki waktu yang sangat singkat/ tidak memerlukan waktu yang lama untuk trip.

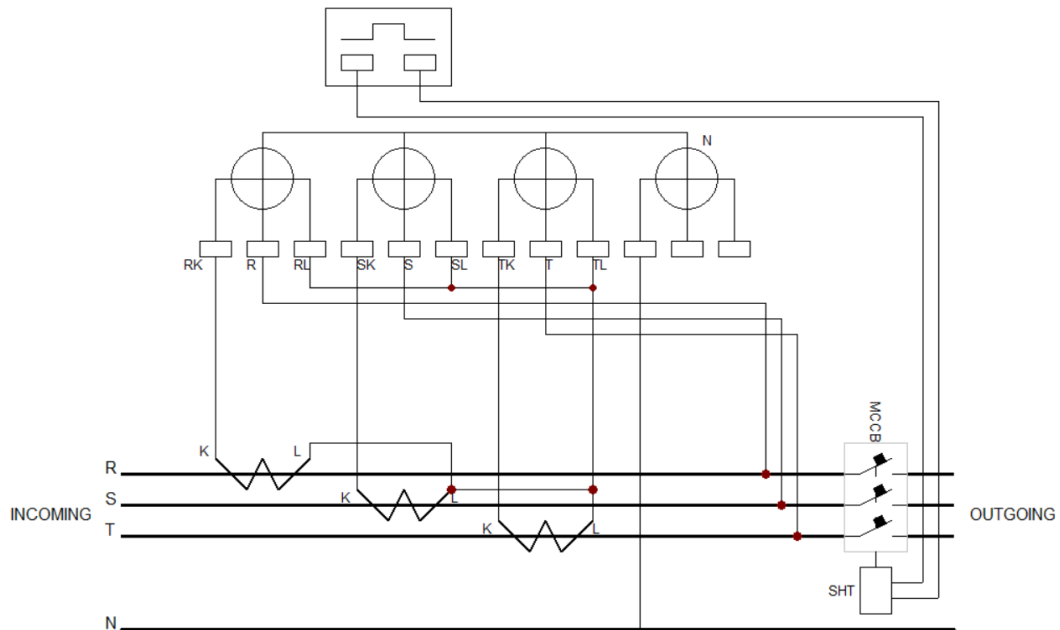
2.13 Fasilitas Shunt Trip pada kWh Meter AMR³

Shunt trip adalah sistem baru yang ada di dalam sistem AMR yaitu sistem pemutus otomatis yang berfungsi sebagai pemutus daya dari jarak jauh. Pada umumnya, kWh meter AMR dilengkapi dengan fasilitas untuk mendukung shunt trip atau tusbung yang berfungsi untuk memutus daya pelanggan, dengan memanfaatkan sebuah relay internal dalam kWh dengan spesifikasi maksimum tegangan adalah 250 V dengan maksimum arus 10 A

Jika meter menerima perintah untuk trip, port terminal akan mengirim sinyal ke relay internal untuk menutup, sehingga breaker atau shunt trip akan terbuka.

Jika meter menerima perintah untuk connect, internal relay akan terbuka, sehingga breaker akan menutup, sehingga secara manual dapat melakukan reclose breaker/shunt trip.

³ Munawar, Cecep. 2019. Petunjuk Pengoperasian Meter Hexing AMR Type HXE230 & HXT300. <https://cecpmunawar.wordpress.com/2019/03/27/petunjuk-pengoperasian-meter-hexing-amr-type-hxe320-dan-hxt300/>. Diakses pada 30 Mei 2022.



Gambar 2. 18 Pengawatan shunt trip pada kWh Meter

2.14 Energi Tidak Terukur

Akibat kesalahan pembacaan tegangan pada kWh meter 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 kerusakan)(2.3)

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

1. Nilai Daya Total yang Terukur Sebelum Perbaikan (P_{Sebelum Perbaikan}) :

P_{Sebelum perbaikan} = P_R + P_S + P_T(2.4)

P_R + P_S + P_T = (V_R x I_R x cos (∠I_R - ∠V_R)) + (V_S x I_S x cos (∠I_S - ∠V_S)) + (V_S x I_S x cos (∠I_S - ∠V_S)).....(2.5)

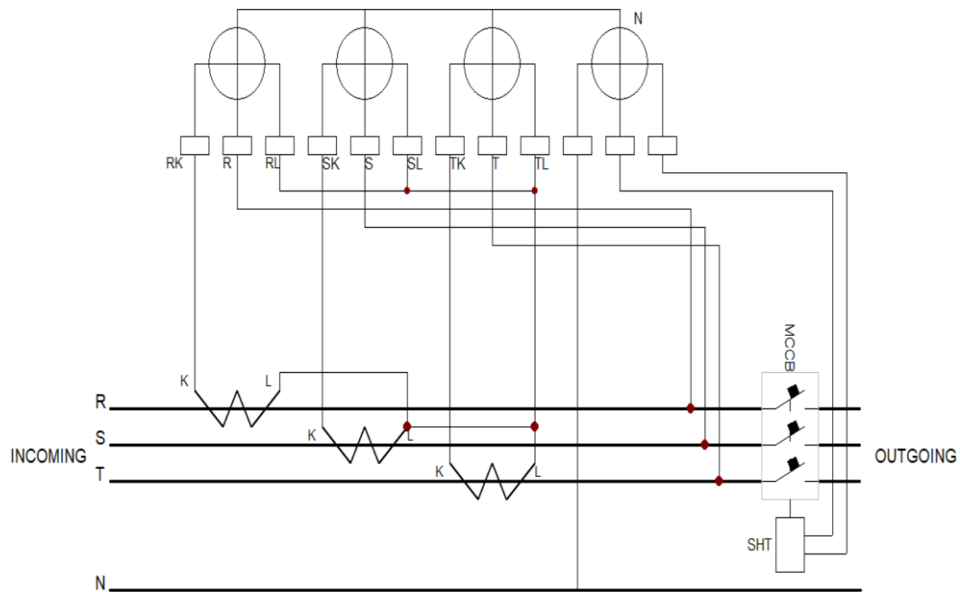


Dimana

P_R : Daya Phasa R (watt) V_R : Tegangan R-N (Volt) I_R : Arus R (A)

P_S : Daya Phasa S (watt) V_S : Tegangan S-N (Volt) I_S : Arus S (A)

P_T : Daya Phasa T (watt) V_T : Tegangan T-N (Volt) I_T : Arus T (A)



Gambar 2. 19 Pengawatan saat terjadi kerusakan

2. Nilai Daya Setelah Perbaikan ($P_{\text{Setelah Perbaikan}}$) :

$$P_{\text{Setelah Perbaikan}} = P_R + P_S + P_T \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Persentase Daya terukur sebelum perbaikan :

$$P(\%) = \frac{P_{\text{Sebelum Perbaikan}}}{P_{\text{Setelah Perbaikan}}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana

$P(\%)$: Persen Daya Aktif yang Terukur sebelum perbaikan (%)

$P_{\text{Sebelum Perbaikan}}$: Daya Sebelum Perbaikan (watt)

$P_{\text{Setelah Perbaikan}}$: Daya Setelah Perbaikan (watt)

4. Persentase Daya yang Tidak Terukur :

$$\% P_{\text{hilang}} = \% P_{\text{Setelah Perbaikan}} - \% P_{\text{Sebelum Perbaikan}} \dots\dots\dots (2.8)$$



Dimana :

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

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

% $P_{\text{Sebelum Perbaikan}}$: Persentase Daya Sebelum Perbaikan

5. kWh yang Terukur :

kWh yang terukur = kWh ukur (*Load Profile*) \times F_k (2.9)

Dimana

F_k : Faktor kali

kWh ukur (*Load Profile*) : kWh terukur Berdasarkan *Load Profile*

6. kWh yang Terukur Seharusnya :

kWh yang Terukur Seharusnya = $\frac{\text{kWh yang terukur}}{\%P_{\text{sebelum Perbaikan}}} \times 100\%$ (2.10)

7. kWh Hilang/ Tidak Terukur :

kWh hilang/ tidak terukur = kWh yang Terukur Seharusnya – kWh (*Load Profile*)
.....(2.11)