



## BAB II

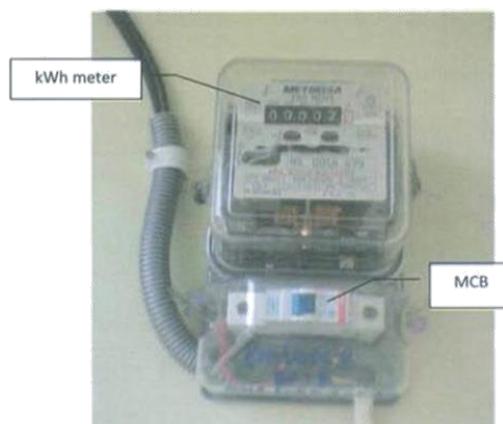
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Alat Pengukur dan Pembatas (APP)

Alat Pengukur dan Pembatas (APP) adalah suatu alat yang digunakan untuk transaksi jual beli tenaga listrik antara PLN dan pelanggan yang terpasang ditempat pelanggan. Sedangkan fungsi alat pengukur dan pembatas (APP) adalah untuk mengetahui/ mengukur pemakaian energi listrik yang digunakan serta membatasi daya yang digunakan sesuai dengan daya kontraknya.

Ketentuan dalam menggunakan APP yaitu :

- APP yang dipasang harus sesuai dengan kontrak antara pelanggan dengan PLN
- APP harus sudah diuji dan disegel resmi oleh PLN
- APP dipasang pada tempat yang mudah dilihat dan dijangkau guna untuk pencatatan dan pemeriksaan
- Data APP tertera dengan jelas seperti nama pembuat, merk, tipe, voltase, dan data teknis lainnya



Gambar 2.1 APP Fasa Tunggal Pascabayar



## 2.2 Pengukuran Daya Listrik

Pengukuran bertujuan untuk menentukan pemakaian energi listrik. Peralatan yang digunakan untuk menentukan seberapa besar pemakaian energi listrik adalah kWh meter untuk mengukur energi aktif, kVArh meter untuk mengukur energi reaktif, kVA meter maksimum, meter arus dan meter tegangan. Sistem pengukuran dibagi menjadi dua macam yaitu :

a. Pengukuran Primer (Pengukuran secara langsung)

Pengukuran Primer terjadi dari pengukuran primer 1 phasa untuk pelanggan dengan daya diatas 6600 VA pada tegangan 220V/380V dan pengukuran primer tiga phasa untuk pelanggan dengan daya diatas 6600 VA sampai dengan 33000 VA pada tegangan 220 V/380 V.

b. Pengukuran Sekunder Tiga Phasa (Pengukuran tidak langsung)

Pengukuran sekunder memerlukan trafo arus biasanya digunakan untuk pelanggan dengan daya 53 kVA sampai dengan 197 kVA.<sup>3</sup>

## 2.3 Pembatasan Daya Listrik

Pembatas bertujuan untuk membatasi pemakaian daya sesuai daya yang tersambung dengan menggunakan alat pembatas, yang akan melakukan pemutusan energi listrik secara otomatis jika daya yang dipakai melebihi dari kapasitasnya. Alat pembatas yang digunakan adalah:

- a. Pada sistem tegangan rendah sampai dengan 100A digunakan MCB, diatas 100 A digunakan MCCB, peleburan tegangan rendah, NFB yang biasa diatur.
- b. Pada sistem tegangan menengah biasanya menggunakan pelebur tegangan menengah atau biasanya disebut dengan relay.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Prih Sumardjati, dkk. Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1. (Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.) hlm. 46

<sup>3</sup> Ibid, hlm. 47

## 2.4 Fungsi APP

Fungsi – fungsi dari APP adalah :

- a. Sebagai pembatas daya yang digunakan oleh pelanggan (sesuai dengan kontrak pemasangan)
- b. Mencatat daya yang dipakai oleh konsumen. Karena itu ada yang menyebut KWH Meter atau Meteran Listrik
- c. Saklar utama pemutus aliran listrik bila terjadi kelebihan pemakaian daya oleh pelanggan, adanya gangguan hubung singkat dalam instalasi listrik rumah pelanggan atau sengaja dimatikan untuk keperluan perbaikan instalasi listrik

## 2.5 Perlengkapan

Perlengkapan adalah perlengkapan yang memungkinkan dipasang alat pengukur dan pembatas, sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang disyaratkan. Perlengkapan yang dimaksud adalah meliputi kotak lemari APP, trafo arus ,trafo tegangan, meter arus, meter tegangan dan sakelar waktu.

## 2.6 Segel

Segel merupakan pelindung untuk mencegah agar alat atau komponen yang dilindungi dimaksud tidak dibuka/ dirusak oleh orang yang tidak berwenang.



Gambar 2.2 Segel Meteran PLN



## 2.7 Tipe APP

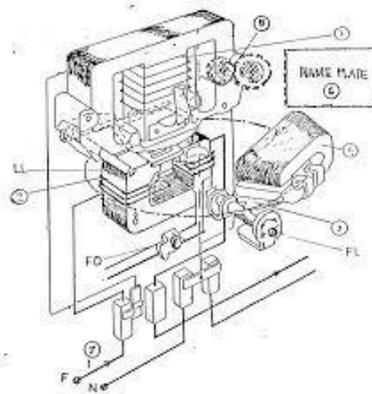
- a. APP tipe I A : pengukuran TR kWh 1 fasa : 5/20 A
- b. APP tipe I B : pengukuran TR kWh 1 fasa : 20/60 A, 50/100 A
- c. APP tipe III A : pengukuran TR kWh 3 fasa tarif tunggal : 3x20/60A ; 3x50/100 A
- d. APP tipe III B : pengukuran TR kWh dan kVARh 3 fasa tarif ganda : 3x20/60 A ; 3 x 50/100 A
- e. APP tipe IA khusus : pengukuran TR 3 P-4 W menggunakan CT, tarif tunggal 100 - 300 A
- f. APP tipe IB khusus : pengukuran TM-TR kWh dan kVARh 3 P-4 W menggunakan CT, tarif tunggal 100-500 A, 600-1000 A
- g. APP tipe IC khusus : pengukuran TM-TR kWh dan kVARh 3 P-4 W menggunakan CT, tarif ganda 100-500 A, 600-1000 A II-3
- h. APP tipe IIA khusus : pengukuran TM kWh 3 P-3W menggunakan CT dan PT tarif tunggal
- i. APP tipe IIB khusus : pengukuran TM kWh 3 P-4 W menggunakan CT dan PT tarif tunggal
- j. APP tipe IIC khusus : pengukuran TM kWh dan kVARh 3 P-3 W menggunakan CT dan PT tarif tunggal
- k. APP tipe IID khusus : pengukuran TM kWh dan kVARh 3 P-4 W menggunakan CT dan PT tarif tunggal
- l. App tipe II E khusus : pengukuran TM kWh dan kVARh 3 P-3 W menggunakan CT dan PT tarif ganda
- m. APP tipe II F khusus : pengukuran TM kWh dan kVARh 3 P-4 W menggunakan CT dan PT tarif ganda.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> PT PLN Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan Tentang Pengenalan APP Materi II Hal 3

## 2.8 KWH Meter

*Kilowatt hours meter* atau yang biasa dikenal dengan kWh meter merupakan peralatan yang berfungsi untuk menghitung pemakaian energi listrik. Energi listrik yang dihitung oleh kWh meter adalah perhitungan daya aktif yang digunakan dikalikan waktu dalam satuan jam (*hours*) dan faktor daya.



Gambar 2.3 Bagian – Bagian KWH Meter

### a. Kumparan Tegangan

Kumparan Tegangan terdiri dari :

- 1) Pada kWh meter 1 phasa kumparan tegangan 1 Set
- 2) Pada kWh meter 3 phasa 3 kawat kumparan tegangan 2 set
- 3) Pada kWh meter 3 phasa 4 kawat kumputan tegangan 3 Set

### b. Kumparan arus

Kumparan arus terdiri dari :

- 1) Pada kWh meter 1 phasa kumparan arus 1 set
- 2) Pada kWh meter 3 phasa 3 kawat kumparan arus 2 set
- 3) Pada kWh meter 3 phasa 4 kawat kumparan 3 set

Pada kumparan arus dilengkapi dengan kawat tahanan atau lempengan besi yang berfungsi sebagai pengatur Cosinus phi (factor kerja)

### c. Elemen Penggerak/Piringan

Piringan kWh meter ditempatkan dengan dua buah bantalan (atas dan bawah) yang digunakan agar piringan kWh meter dapat berputar dengan mendapat gesekan sekecil mungkin.



d. Rem Magnit

Rem magnit terbuat dari magnit permanen, mempunyai satu pasang (Utara dan Selatan) yang gunanya untuk :

- 1) Mengatasi akibat adanya gaya berat dari piringan kWh meter
- 2) Menghilangkan/meredam ayunan perputaran piringan serta kalibrasi semua batas arus.

e. Roda gigi dan Alat Pencatat (register)

Sebagai transmisi perputaran piringan, sehingga alat pencatat merasakan adanya perputaran, untuk mencatat jumlah energi yang diukur oleh KWH Meter tersebut dan mempunyai satuan, puluhan, ratusan, ribuan dan puluh ribuan<sup>13</sup>

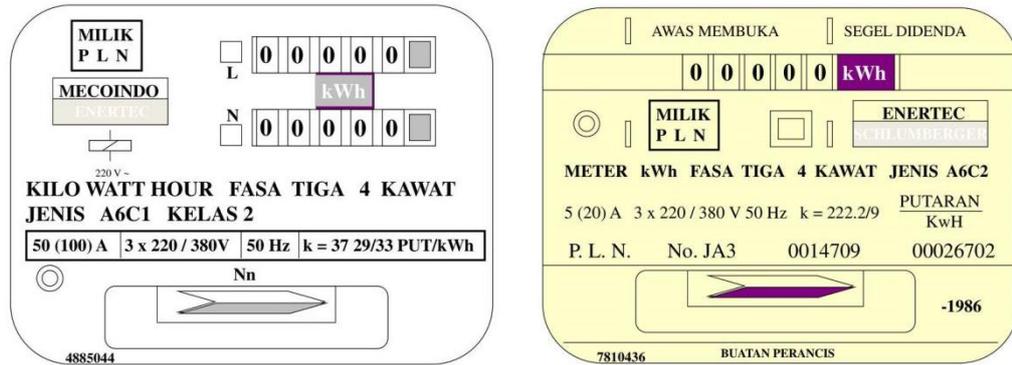
f. Papan nama atau name plate digunakan untuk mencantumkan informasi dasar yang terdapat pada kWh meter. Pada papan nama dari meter energi tercantum data sebagai berikut :

- 1) Nama alat / merek pabrik
- 2) Tipe atau jenis meter
- 3) Cara pengawatan :
  - a) satu fasa, 2 kawat
  - b) tiga fasa, 3 kawat
  - c) tiga fasa, 4 kawat
- 4) Tegangan
- 5) Arus
- 6) Frekuensi
- 7) Konstanta meter
- 8) Kelas

---

<sup>13</sup> Anonim. <https://studylibid.com/doc/222568/bab-ii-kwh-meter-untuk-pengukuran-energi-listrik#>. Hlm.13-16. Diakses pada tanggal 14 April 2021 16.40

9) Satuan energi listrik



Gambar 2.4 Papan Meter Tarif Tunggal dan Ganda

Tabel 2.1 Tegangan Acuan Standar KWH Meter

Meter KWH	Tegangan Acuan Standar
Sambungan Langsung 1 Phasa	230 Volt
Sambungan Langsung 3 Phasa	440 Volt

Tabel 2.2 Arus Dasar Standar Dan Arus Maksimum KWH Meter

Meter KWH	Arus Dasar Standar (A)	Arus Maksimum (A)
Sambungan Langsung	5	20
	20	60
	100	100
Sambungan Melalui Trafo	1	-
	5	

## 2.9 Jenis – Jenis KWh Meter

### 2.9.1 KWh Meter Analog

KWh meter adalah alat yang digunakan oleh pihak PLN untuk menghitung besar pemakaian daya konsumen. Alat ini sangat umum dijumpai di masyarakat. Bagian utama dari sebuah kWh meter adalah kumparan tegangan, kumparan arus, piringan aluminium, magnet tetap yang tugasnya menetralkan piringan aluminium dari induksi medan magnet dan gear mekanik yang mencatat jumlah perputaran piringan aluminium.

Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Putaran piringan tersebut akan menggerakkan counter digit sebagai tampilan jumlah kWh nya.

Adapun bagian – bagian utama dari kWh Meter Analog sebagai berikut :

#### 1) Kumparan Tegangan

Suatu kumparan pembangkit fluks yang memprioritaskan untuk memutar piringan sehingga pemakaian energi listrik yang terpakai dapat diketahui dan rangkaian / kumparan tersebut disambungkan pada jaringan listrik

#### 2) Kumparan Arus

Kumparan dari elemen penggerak beserta sambungannya didalam meter dimana arus mengalir pada kumparan tersebut dan sebagai pembangkit fluks arus

#### 3) Rotor

Elemen yang bergerak, tempat berinteraksinya fluks magnetis dari belitan tetap dengan fluks magnetis dari elemen rem dan yang mengoperasikan register. Rotor pada kWh Meter berupa piringan yang terbuat dari aluminium

#### 4) Magnet permanen

Bagian meter yang menghasilkan torsi peredam akibat adanya interaksi antara fluks magnetisnya dengan arus yang diimbaskan pada piringan meter dan memberikan perlawanan putaran dari piringan aluminium. Magnet permanen terdiri dari dua pasang kutub (utara dan selatan) dan berfungsi untuk mengontrol secara otomatis kecepatan putaran piringan aluminium kWh Meter.

### 5) Spindle dengan Worm Gear

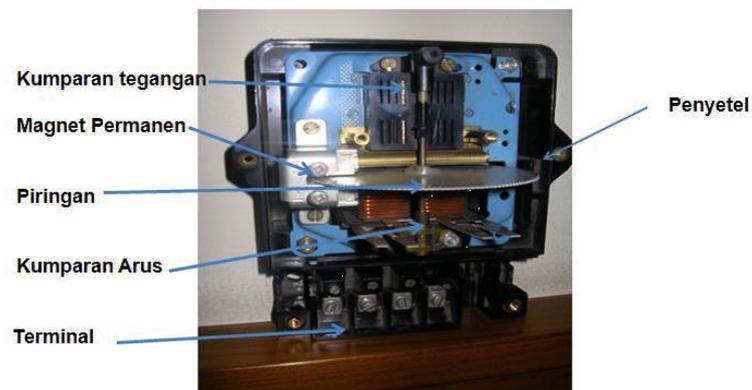
Gear mekanik yang mencatat jumlah perputaran piringan aluminium

### 6) Register cyclometer (Roda – roda angka)

Register cyclometer adalah roda-roda angka yang menunjukkan besarnya pemakaian daya yang digunakan. Roda-roda angka tersebut diletakkan berdampingan satu dengan yang lainnya, sehingga menjadikan suatu bilangan tertentu. Apabila alat ini dialiri listrik, maka angka yang berdampingan tersebut akan naik secara perlahan dari persepuluhan, kemudian satuan, puluhan, ratusan, ribuan, dan seterusnya sesuai dengan daya yang digunakan.

Bagian- bagian yang terdapat pada register cyclometer atau biasa disebut dengan roda-roda angka ada 2 yaitu :

- a) Bendera pengereman berfungsi mengatur piringan pengujian beban nol pada tegangan normal
- b) Lidah pengereman adalah pasangan dengan bendera. Posisi lidah pengereman dan bendera harus tepat sehingga pada beban nol, tegangan nominal piringan berhenti pada saat posisi mereka berdekatan. Tetapi arus ( $0.5 \% I_d$ ) piringan harus dapat berputar  $>1$  putaran



Gambar 2.5 Konstruksi KWh Meter Analog



Gambar 2.6 KWh Meter Analog

Pada setiap kWh Meter, diberi tanda pengenal nama yang ditulis pada bagian depan meter yang mencantumkan, antara lain:

- 1) Nama / merk pabrik
- 2) Diagram pengawatan
- 3) Tipe meter
- 4) Nomor seri meter
- 5) Data tegangan acuan standar seperti : arus, tegangan, dan rasio transformator instrument ukur (bila meteran sambungan tidak langsung)
- 6) Nilai frekuensi pengenal (50 Hz)
- 7) Konstanta meter dalam putaran / kwh
- 8) Satuan energi listrik dalam kWh / MWh
- 9) Kelas meter  
kWh Meter : kelas 0,5 ; kelas 1 atau kelas 2
- 10) Suhu acuan bila lain dari 23°C
- 11) Tanda segi empat ganda, untuk meter berkontak isolasi
- 12) Nama pemilik

### 2.9.2 KWh Meter Semi Digital

KWh Meter Semi Digital merupakan kWh Meter yang hampir menyerupai meter digital namun tampilannya masih dalam bentuk register dan konstanta sudah dalam bentuk kedipan. Sistem pembayaran untuk kWh Meter Semi Digital ialah pascabayar. Perbedaannya dengan kWh Meter Digital adalah kWh Digital

tampilannya sudah dalam bentuk LCD dan konstanta dalam kedipan. kWh Meter Semi Digital pascabayar yang sering digunakan saat ini merek Smart meter. kWh Meter Semi Digital pascabayar terdiri dari 1 Phasa dan 3 Phasa



Gambar 2.7 KWh Meter Semi Digital

### 2.9.3 KWh Meter Digital

KWh Meter digital merupakan kWh Meter yang dirancang dengan menggunakan komponen elektronik sebagai pemroses utama. KWh Meter digital dalam penggunaannya terdapat dua jenis yaitu pascabayar dan Prabayar. Cara kerja kWh Meter digital pascabayar sama dengan kWh Meter analog. Sedangkan kWh Meter digital Prabayar dilengkapi dengan display informasi, keypad untuk memasukkan angka kode token/Stroom atau perintah lainnya. Secara teknis operasional sistem listrik Prabayar dikenal ada 2 sistem yaitu sistem 1 (satu) arah dan sistem 2 (dua) arah, perbedaan yang mendasar pada operasionalnya untuk listrik Prabayar 1 (satu) arah adalah komunikasi antara Meter Prabayar dengan vending sistem adalah melalui media token berupa 20 digit angka yang dimasukkan pada keypad kWh Meter Prabayar, sedangkan pada sistem 2 arah komunikasi antara vending sistem dengan Meter Prabayar melalui media Smart card/smart key.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Jayyid, Unzhil Latif. 2016. Analisis Penggunaan KWh Meter Pascabayar dan KWh Meter Prabayar 1 Fasa di PT PLN (Persero). Hal 16



Gambar 2.8 KWh Meter Digital Pascabayar



Gambar 2.9 KWh Meter Digital Prabayar

Fitur Standar:

- 1) Label Informasi : Informasi umum untuk mengetahui nomor Meter, daya maksimal.
- 2) Indikator LED Rate, 1000 pulsa/kWh: Informasi untuk mengetahui ketika pulsa hampir habis,
- 3) Indikator Contactor ON/OFF : Informasi untuk mengetahui status light.
- 4) Segel Metrologi: Informasi untuk mengetahui segel tera dan segel metrologi.
- 5) LCD 7 segment untuk 8 karakter : Informasi untuk pengisian Token.



6) Keypad dengan lapis karet.

Fitur Teknis :

- 1) Satu fasa 2-kawat, yaitu 1 kawat Fasa dan 1 kawat Netral,
- 2) Range Voltage : 230V 50Hz atau 120V 60Hz,
- 3) Range Arus Imin=10A dan Imax=60A,
- 4) Kualifikasi akurasi class 1
- 5) Indeks Proteksi IP54
- 6) STS Compliant, PLN LMK

Fitur Tambahan :

- 1) Terdapat temper switch
- 2) Penyimpanan token : memanggil kembali 5 token terakhir yang diterima
- 3) Eksternal (remote) disconnection : via serial port / POD

Adapun kelebihan kWh Meter Digital antara lain sebagai berikut :

- 1) Sistem pembayarannya dengan sistem Prabayar, dengan sistem Prabayar menggantikan cara pembayaran umumnya, dengan menggunakan kartu Prabayar elektronik pengganti tagihan bulanan.
- 2) kWh meter dengan tampilan digital yang menyala dan berukuran cukup besar.
- 3) Akurasi perhitungan kWh, tidak adanya tunggakan pembayaran tagihan listrik, kemudahan memutus sambungan listrik pelanggan yang melakukan tunggakan tagihan dengan menggunakan alat yang bisa diatur dari jarak maksimal 200 meter.

## 2.10 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

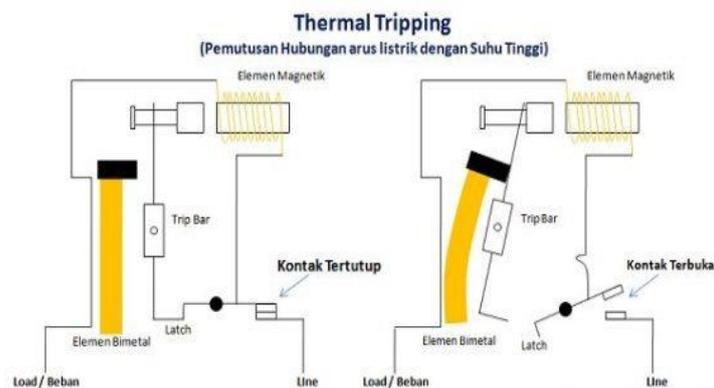
MCB adalah alat pengaman arus lebih. MCB memproteksi arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih karena adanya hubung singkat. Dengan demikian, MCB adalah saklar otomatis yang bekerja dengan sistem panas atau bimetal yang apabila arus yang masuk ke kumparan melebihi arus maksimalnya maka MCB akan trip atau memutus sirkit secara otomatis.



Gambar 2.10 MCB (Miniature Circuit Breaker)

Terdapat 3 fungsi utama MCB ( Miniature Circuit Breaker) yakni untuk pemutus arus, proteksi terhadap beban lebih (Overload) serta untuk memproteksi adanya hubung singkat (korsleting).

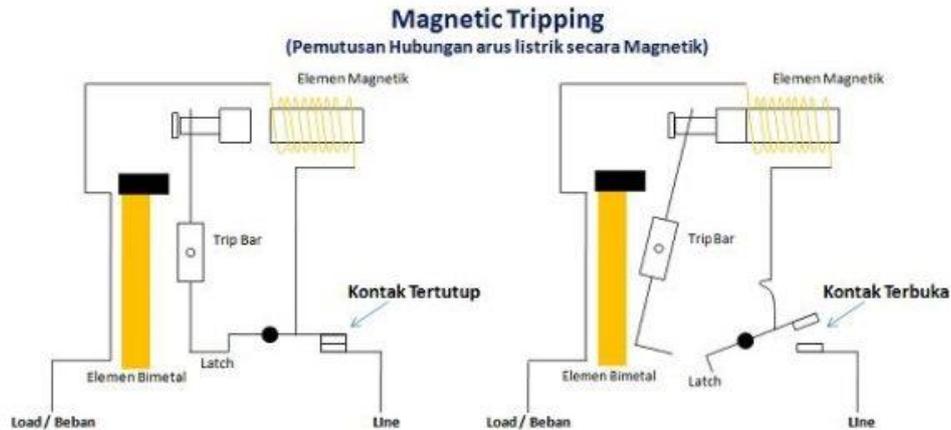
a. Sebagai Pemutus Arus



Gambar 2.11 Pemutusan Hubungan Arus Listrik dengan Suhu Tinggi

Fungsi sebagai pemutus arus bisa diartikan sebagai bentuk pengamanan atau kendali dari pemilik rumah. Sebagai bentuk keamanan ketika terjadi masalah pada instalasi listrik maka MCB akan memutuskan arus secara otomatis. Sedangkan bentuk kendali dari pemilik rumah adalah ketika anda ingin mematikan aliran tidak hanya pada satu titik melainkan pada semua jaringan yang terhubung maka bisa dengan menurunkan toggle switch pada MCB. Seringkali pada satu instalasi rumah atau bangunan melibatkan lebih dari 1 MCB, oleh karena itu pahami alur instalasi listrik yang ada pada tempat anda untuk menghindari kesalahan ketika mematikan arus secara manual.

b. Memproteksi adanya beban lebih (Overload)



Gambar 2.12 Pemutusan Hubungan Arus Listrik Secara Magnetik

Overload atau beban lebih adalah suatu kejadian ketika penggunaan arus listrik melebihi batas penggunaan listrik pada bangunan yang ditempati. Komponen dari MCB yang bertugas mendeteksi adanya beban lebih adalah pada elemen bimetalnya.

Contohnya ketika suatu ruangan atau rumah menggunakan MCB dengan batas arus 6A maka seharusnya penggunaan listrik yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 6A. Untuk instalasi penerangan mungkin masih terkendali akan tetapi untuk instalasi tenaga (stop kontak) biasanya sering dilalaikan.

Ketika anda menancapkan komponen elektronika dengan daya tinggi sehingga membuat arus naik menjadi 7A maka elemen bimetal pada MCB akan melengkung karena terkena panas lebih dan otomatis mematikan kontak MCB sehingga terjadilah Trip atau pemutusan arus.

c. Memproteksi adanya hubung singkat (korsleting)

Korsleting atau hubung singkat adalah salah satu penyebab kebakaran tertinggi pada bangunan, oleh karena itu penggunaan MCB sangatlah penting untuk mencegah terjadinya hal itu. Untuk fungsi proteksi hubung singkat ini komponen MCB yang bertugas untuk mendeteksi adalah Magnetic Trip yang berupa Solenoid.

Sama seperti beban lebih, komponen ini bereaksi akibat panas yang diterima namun pada kasus hubung singkat panas yang masuk sangat tinggi. Besarnya panas yang diterima akan menimbulkan adanya gaya magnet pada Solenoid dan otomatis menarik switch sehingga aliran listrik terputus.

Jika pada kasus hubung singkat bimetal melengkung dengan adanya jeda waktu maka di korsleting ini Magnetic Trip akan bereaksi dengan sangat cepat. Tujuannya untuk memperkecil resiko kerusakan pada komponen dan terjadinya kebakaran yang sempat kami bahas sebelumnya.

Penggunaan MCB sebagai pembatas diatur dalam Standar PLN (SPLN) Nomor 108 Tahun 1993

Tabel 2. 3 Tabel Pemakaian MCB 1 Fasa

<b>Daya yang digunakan pelanggan</b>	<b>MCB yang terpasang</b>
450 VA	2 A
900 VA	4 A
1300 VA	6 A
2200 VA	10 A
3500 VA	16 A
4400 VA	20 A
5500 VA	25 A
7700 VA	35 A
11 KVA	50 A



- g. Ikatlah kabel – kabel yang menuju suatu terminal masukan kedalam pipa plastik fleksibel ataupun kedalam saluran kabel agar mudah untuk menelusuri dalam pemasangan , pemeriksaan, pemeliharaan terlihat rapi
- h. Panjang kabel pengawatan dari satu terminal ke terminal lainnya harus sesuai dengan jarak yang ditempuhnya, tidak tegang dan terlalu panjang
- i. Tidak boleh ada penyambungan sepanjang kabel pengawatan
- j. Warna kabel harus sesuai dengan standar
- k. Gunakan peralatan keselamatan kerja selama melaksanakan pengawatan
- l. Beri tanda/ nomor kabel agar mudah mengeceknya saat pemasangan dan pemeriksaan

### **2.13 Pemasangan Alat Pengukur dan Pembatas (APP)**

Pemasangan APP dilakukan dalam rangka penyambungan pelanggan baru atau perubahan daya (PB / PD) atau penggantian APP yang rusak / tidak berfungsi, beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan APP adalah :

- a. APP harus dipasang pada dinding dengan permukaan tegak lurus, baik depan belakang, kiri dan kanan, dengan sudut penyimpangan tidak lebih dari 3 dan tinggi pemasangan dari titik pandang register ke permukaan tanah  $\pm 1.5$  meter sesuai dengan SPLN D3.003.2008 dan SPLN 56-3-1:1996
- b. APP dipasang di bagian depan persil pelanggan pada tempat yang mudah untuk dilihat, diperiksa dan aman terhadap gangguan, kecuali untuk meter terpusat. Meter energi harus dipasang ditempat yang terlindung dari sengatan matahari dan air hujan secara langsung
- c. Bila meter energi dipasang pada dinding bagian luar bangunan dengan memperhitungkan kemiringan jatuh air hujan  $45^\circ$
- d. Lokasi meter energi harus dihindarkan dari tempat-tempat yang banyak debu, berasap, mengandung gas kimia yang korosif dan suhu melebihi standar maksimum ketahanan meter energy.
- e. Untuk APP yang dipasang pada bangunan ditepi pantai, harus diberi perlindungan yang memadai sehingga APP terlindung dari efek eksternal yang



- dapat mempengaruhinya. Sebaiknya kotak APP terbuat dari bahan alumunium atau fiber
- f. Untuk APP yang dilengkapi dengan alat komunikasi, letak pemasangan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak berada pada area blank spot
  - g. Untuk APP pengukuran tidak langsung, selain dilakukan penyegelan harus dipasang gembok atau kunci elektronik di kotak APP dan atau di pintu gardu beton, kunci gembok atau kunci elektronik dikelola dengan baik oleh petugas PLN
  - h. Penempatan meter energi pelanggan T'T diatur sedemikian rupa sehingga drop tegangan dari terminal sekunder PT sampai ke meter harus lebih kecil dari I
  - i. Untuk pemasangan APP TR, sambungan SL (sambungan layanan) ke JTR harus menggunakan joint press.
  - j. Pemasangan APP harus berdasarkan surat perintah kerja yang ditandatangani oleh pejabat berwenang.

#### **2.14 Persiapan Pelaksanaan Pemasangan Alat Pengukur dan Pembatas(APP)**

Berikut adalah peralatan yang perlu disiapkan sebelum melakukan penggantian dan pemasangan APP :

- a. Siapkan diagram pengawatan APP TR
- b. Siapkan peralatan K3, alat bantu,dan peralatan komunikasi
- c. Siapkan alat perkakas pemasangan :
  - 1) Tang press
  - 2) Tang kombinasi
  - 3) Tang kupas kabel
  - 4) Tang potong
  - 5) Obeng plus dan minus
  - 6) Bor tangan
  - 7) Kunci pas
  - 8) Palu
  - 9) Solder



- d. Siapkan material / komponen sesuai dengan jenis APP yang akan dikerjakan antara lain :
- 1) Kotak APP
  - 2) KWH Meter
  - 3) MCB
  - 4) Terminal Blok
  - 5) Kabel NYAF
  - 6) Saluran kabel / pipa fleksibel
  - 7) Label kawat
  - 8) Sabuk kawat
  - 9) Tutup pelindung (cover)
  - 10) Peralatan kecil lainnya

### **2.15 Pelaksanaan Pemasangan Alat Pengukur dan Pembatas (APP)**

Langkah – langkah Pemasangan APP :

- a. Melakukan pembongkaran terhadap kWh Meter yang terpasang sebelumnya
- b. Melakukan pemasanganudukan kWh Meter ditempat yang baru, dikarenakan tempat sebelumnya memiliki kondisi yang lembab (terkena air) sehingga kurang baik bila kWh Meter dipasang ditempat tersebut
- c. Melakukan pemasangan kWh Meter pada dudukan kWh Meter
- d. Melakukan pengawatan pada terminal yang ada pada kWh Meter. Diagram perngawatan (wiring) dapat dilihat pada gambar 4.1
- e. Terminal nomor 1 pada kWh Meter adalah *input* penghantar fasa dan terminal nomor 2 adalah *output* penghantar fasa, terminal nomor 3 adalah *input* penghantar netral dan terminal nomor 4 adalah *output* penghantar netral. Dengan kata lain “terminal ganjil adalah *input* (arus masuk) dan terminal genap adalah *output* (arus keluar).
- f. Output Penghantar fasa dari kWh Meter dihubungkan ke input MCB 1 Fasa dan setelah itu dihubungkan ke instalasi rumah/ panel listrik dalam rumah.
- g. Output Penghantar netral dihubungkan ke terminal pada kWh Meter sebelum dihubungkan ke instalasi rumah/ panel listrik dalam rumah.



- h. Terminal sendiri difungsikan sebagai penghubung arus listrik yang aman dan tahan terhadap panas. Baut pada terminal harus dibaut dengan benar dan kuat untuk menghindari timbulnya percikan karena koneksi yang kurang baik
- i. Setelah pemasangan selesai pastikan semua sambungan pada penghantar rapat, dan cek aliran arus menggunakan tespen
- j. Setelah semua aman pasang tutup (cover) kWh Meter untuk melindungi MCB, dan menulis Nama Pelanggan, ID Pelanggan, golongan tarif serta tanggal pemasangan KWH Meter
- k. Terakhir memasang segel pada kWh Meter.

### **2.16 Pemeriksaan Hasil Pemasangan**

APP yang telah selesai dipasang harus diperiksa, untuk mengetahui apakah hasil pemasangan telah sesuai dengan permintaan kontrak. Bila pemasangan salah akan mengakibatkan pengukuran yang tidak benar, akibatnya akan timbul losses atau kerugian bagi PLN

Pemeriksaan hasil pemasangan APP adalah serangkaian kegiatan pemeriksaan untuk meyakinkan bahwa pemasangan APP baru yang dipasang ini telah berfungsi sebagaimana mestinya dan memenuhi persyaratan standar dan sap dioperasikan

Hal – hal yang perlu diperiksa adalah :

a. Memeriksa visual meter

Pemeriksaan visual meter meliputi pemeriksaan meternya sendiri, perlengkapannya, pengawatannya apakah dalam keadaan baik, benar pengawatannya dan tidak rusak / cacat.

b. Memeriksa pengawatan

Pemeriksaan pengawatan yang dimaksudkan untuk memeriksa adanya kesalahan pengawatan APP secara keseluruhan termasuk kekencangan baut, penomoran dan warna kabel pada setiap terminal pengawatan.

c. Memeriksa resistansi isolasi

Pemeriksaan tahanan isolasi dengan cara mengukur antara sirkuit bertegangan dengan sirkuit yang lain dan antara masing – masing sirkuit dengan body, pengukuran dengan menggunakan isolator tester (megger) minimal 500 volt.



Pengujian dianggap baik jika tahanan isolasi diantara sirkuit dan bagian konduktif yang terbuka, sekurang kurangnya 1000 Ohm / Volt per Sirkuit

d. Memeriksa urutan fasa

Pemeriksaan menggunakan fasa sequence indicator / phase angle indicator sebagai berikut :

- 1) Periksa urutan fasa sumber
- 2) Sambung APP dengan sumber
- 3) Periksa urutan fasa pada sisi beban
- 4) Bila urutan fasa dan sumber dan sisi beban sudah sama maka pemasangan sudah betul

e. Memeriksa putaran piringan

Pemeriksaan putaran piringan dilakukan dengan pembebanan per fasa menggunakan lampu pijar (untuk meter sambungan langsung) dengan daya sesuai kebutuhan. Kemudian diukur dengan menggunakan stopwatch, untuk mengetahui kesalahan meter

### 2.17 Penyegehan Alat Pengukur dan Pembatas (APP)

Penyegehan dilakukan setelah pemeriksaan / penggantian dilakukan dan dinyatakan baik.

Tujuan Penyegehan adalah :

- a. Menghindari salah satu cara pencurian listrik melalui APP
- b. Sebagai bahan data atau bukti apabila terjadi kelainan dalam temuan pelaksanaan P2TL

Segel dipasang pada tutup KWH Meter, Tutup terminal, Pemutus arus (MCB), kotak APP dengan menggunakan tang segel yang dilengkapi matris acuan dengan kode tertentu



## 2.18 Pembuatan Berita Acara

Setelah dilakukan penyegelan kemudian dilakukan pembuatan berita acara, yaitu Berita Acara Pemasangan APP.

Setelah selesai melakukan pemasangan kWh Meter dan prosedur penggantian pemasangan APP sudah dilaksanakan. Laporan kepada pelanggan bahwa pekerjaan telah selesai dan meminta paraf sebagai bukti pada formulir pemasangan KWH Meter, kemudian diserahkan kepada petugas sebagai arsip PLN.

## 2.19 Susut Energi Listrik

Susut (losses) adalah suatu bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari selisih jumlah energi listrik yang tersedia dengan sejumlah energi listrik yang terjual. Berikut adalah rumus perhitungan susut:

$$\frac{kWh\ beli - kWh\ Jual}{kWh\ Beli} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

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:

a. Berdasarkan sifatnya

1) 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 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). Penyebab susut teknik dapat dilihat dari persamaan susut teknis sebagai berikut:

$$P_{\text{loss}} = I^2Rt \text{ atau } P_{\text{loss}} = IRIT \dots\dots\dots (2.2)$$



Komponen utama dari persamaan tersebut adalah I (Ampere) yakni besarnya arus beban yang mengalir pada sistem distribusi dan R (Ohm) yakni besarnya nilai tahanan penghantar pada suatu sistem distribusi. Penyebab dari persamaan susut teknik tersebut adalah besarnya tahanan penghantar (R). besarnya nilai tahanan dipengaruhi oleh jenis, panjang, dan luas penampang penghantar.

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

R = Tahanan penghantar

$\rho$  = massa jenis

L = panjang penghantar

A= luas penampang

## 2) 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. Terdapat upaya untuk menanggulangi masalah tersebut, salah satunya dengan melakukan pembinaan dan pelatihan SDM yang

terlibat dalam proses baca meter sampai dengan penerapan aplikasi dan metode baca meter.

Kesalahan alat pengukuran menyebabkan energi yang terukur tidak sesuai dengan energi yang digunakan oleh pelanggan. Hal ini bisa disebabkan oleh kWh meter, wiring, CT/PT, dan kesalahan faktor lainnya.

Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan penggantian kWh berkala dan pemeriksaan rutin.

b. Berdasarkan tempat terjadinya

1) Susut transmisi

Yaitu hilangnya energi listrik yang dibangkitkan pada saat disalurkan melalui jaringan transmisi ke gardu induk atau susut teknik yang terjadi pada jaringan transmisi yang meliputi susut pada jaringan Tegangan Tinggi (JTT) dan pada Gardu Induk (GI).

2) Susut Distribusi

Yaitu hilangnya energi listrik yang didistribusikan dari gardu induk melalui jaringan distribusi ke pelanggan atau susut teknik dan non teknik yang terjadi pada jaringan distribusi yang meliputi susut Jaringan Menengah (JTM), Gardu Distribusi (GD), Jaringan Tegangan Rendah (JTR), Sambungan Rumah (SR) serta Alat Pembatas dan Pengukur (APP) pada pelanggan TT, TM dan TR. Bila terdapat jaringan tegangan tinggi yang berfungsi sebagai jaringan distribusi maka susut jaringan ini dimaksudkan sebagai susut distribusi.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ariyanti, Resty Fauzie. Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik Pt Pln (Persero) Area Semarang Menggunakan Metode Failure Mode & Effect Analysis (Fmea). (Semarang: Universitas Diponegoro) Hlm. 2-3.



## 2.20 Error KWh Meter

Error pada kWh meter dapat terjadi karena beberapa faktor, antara lain karena faktor alam, umur ataupun kesalahan pada saat melakukan pemasangan pada kWh meter. Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui error pada kWh meter yang pertama adalah rumus perhitungan daya aktif yaitu

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

V = Tegangan pada kWh Meter (Volt)

I = Arus yang mengalir pada sirkuit (A)

Cos phi = Besar sudut fasa antara tegangan dan arus (biasa dipakai 0.85)

P = Daya Aktif (Watt)

Daya aktif adalah suatu daya yang sesungguhnya terpakai untuk melakukan kerja terhadap beban atau merupakan daya yang sesungguhnya dibutuhkan beban. Daya ini digunakan untuk mengubah suatu energi listrik menjadi bentuk energi lain. Misalkan pada sebuah lampu dimana ada konversi energi listrik menjadi energi cahaya. Satuan dari daya aktif adalah Watt dan daya aktif ini bisa terjadi pada beban induktif maupun beban resistif.

Selanjutnya rumus yang digunakan adalah rumus perhitungan daya pada kWh meter sesuai dengan yang terlampir di Peraturan Direksi PT PLN (Persero) No 088-Z.P/DIR/2016. 2016. Tentang Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik .

$$P_{kwhmeter} = \frac{putaran (n) \times 3600 \times 1000 \times faktor\ kali}{waktu(t) \times konstanta(c)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Setelah mendapatkan nilai dari daya nyata dan daya yang terhitung pada kWh meter, dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai error pada kWh meter sesuai dengan SPLN D3.009-1 2020 tentang Meter Statik Prabayar Dengan Sistem



Standard Transfer Specification (STS) Bagian 1: Meter Statik Energi Aktif Fase Tunggal.

$$\text{Persentase Kesalahan} = \frac{\text{Energi yang dihitung oleh meter} - \text{Energi Sebenarnya}}{\text{Energi Sebenarnya}} \times 100\% \dots(2.6)$$

Dimana :

Putaran (n) = Jumlah putaran meter kwh

Konstanta (C) = Konstanta meter KWH (Putaran/ meter KWH)

Faktor kali = Untuk KWH 1 Phasa  $f_x = 1$ , dan  
untuk KWH 3 Phasa  $f_x = 3$

Waktu (t) = Waktu dasar meter (detik)