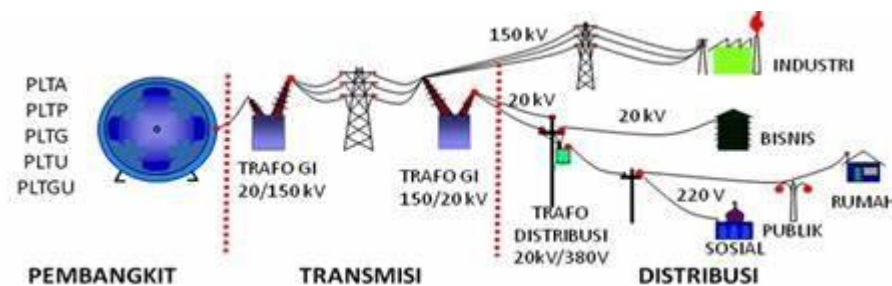


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Distribusi Energi Listrik

Pada awalnya energi listrik dimulai dari pembangkitan, kemudian tegangan dinaikkan lalu di salurkan ke jaringan transmisi, kemudian tegangan diturunkan ke konsumen komersial/industri atau bertarif tinggi dan terakhir di alirkan kepada konsumen rumah tangga atau perumahan.



Gambar 2.1 Distribusi Tenaga Listrik

Pendistribusian energi listrik ini dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- Distribusi Primer

Distribusi primer sering juga disebut jaringan tegangan menengah (JTM). Jaringan JTM adalah jaringan distribusi dari jaringan transmisi yang mengalami penurunan tegangan di Gardu Induk (GI) menjadi Tegangan Menengah (TM) sebesar 20 kV.

- Distribusi Sekunder

Distribusi sekunder adalah jaringan distribusi yang disalurkan ke pelanggan dengan tegangan rendah sebesar 220 Volt atau 380 Volt. Jaringan ini berasal dari Gardu Distribusi (GD). Tegangan rendah ini banyak dipakai oleh pelanggan dikarenakan kecilnya penggunaan daya. Jaringan dari gardu distribusi dikenal dengan JTR (Jaringan Tegangan Rendah), lalu dari JTR dibagi-bagi untuk ke rumah pelanggan, saluran yang masuk dari JTR ke rumah pelanggan disebut Sambungan

Rumah (SR). Pelanggan tegangan ini banyaknya menggunakan listrik satu fasa, walau ada beberapa memakai listrik tiga fasa.

Konsumen yang terdiri dari rumah tangga dan komersil terhubung dengan jaringan distribusi sekunder. Konsumen dapat melakukan permohonan pengajuan tegangan yang lebih tinggi agar terhubung langsung pada jaringan distribusi primer.

2.2 Susut Energi Listrik ¹

Susut (losses) adalah suatu bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari selisih jumlah energi listrik yang tersedia dengan sejumlah energi listrik yang terjual. Dengan berdasarkan persamaan ini maka dapat dihitung :

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

Dengan berdasarkan persamaan 2.1 dapat dihitung susut atau losses kehilangan kWh atau kehilangan energi Listrik serta berdasarkan Keputusan Direksi 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:

2.2.1 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:

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

¹ Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 217-1.JK/DIR/2005

Keterangan :

I = Ampere / arus

R = Ohm / tahanan

T = Time / waktu

Berdasarkan persamaan 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. Serta T (Time) adalah waktu. Penyebab dari persamaan susut teknik tersebut adalah besarnya tahanan penghantar (R). besarnya nilai tahanan dipengaruhi oleh jenis, panjang, dan luas penampang penghantar.

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 teknis 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.

Untuk perhitungannya terdapat perhitungan tagihan susulan yang dimana mempengaruhi susut non teknis, yaitu TS 1, TS 2, TS 3, TS 4. Masing masing cara perhitungannya yaitu² :

Pelanggaran Golongan P1 :

A. Untuk Pelanggan yang dikenakan Biaya Beban

$$TS1 = 6 \times \{2 \times \text{Daya Tersambung (kva)}\} \times \text{Biaya Beban (Rp/kva)}$$

B. Untuk Pelanggan yang dikenakan Rekening Minimum

$$TS1 = 6 \times (2 \times \text{Rekening Minimum (Rupiah)} \text{ pelanggan sesuai Tarif Tenaga Listrik})$$

Pelanggaran Golongan P2 :

$TS2 = 9 \times 720 \text{ jam} \times \text{Daya Tersambung} \times 0,85 \times \text{harga per kwh yang tertinggi}$ pada golongan tarif pelanggan sesuai Tarif Tenaga Listrik

Pelanggaran Golongan P3 :

$$TS3 = TS1 + TS2 \dots \dots \dots (2.3)$$

Pelanggaran Golongan P4 :

A. kedapatan sampai dengan 900 VA:

$$TS4 = \{(9 \times (2 \times (\text{daya kedapatan (kva)}) \times \text{Biaya Beban(Rp/kva)}))\} + \{(9 \times 720 \text{ jam} \times (\text{daya kedapatan (kva)}) \times 0,85 \times \text{Tarif tertinggi pada golongan tarif sesuai Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kedapatan})\}$$

² https://konsumen-cerdas.s3.ap-southeast-amazonaws.com/PRDS_PLN_088_ZPDIR_2016_2016_1444147bb2

B. Untuk daya kedapatan lebih besar dari 900 VA :

$TS4 = ((9 \times (2 \times 40 \text{ jam nyala} \times (\text{daya kedapatan (kva)}) \times \text{Tarif tertinggi pada golongan tarif sesuai Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kedapatan})) + \{(9 \times 720 \text{ jam} \times (\text{daya kedapatan (kva)}) \times 0,85 \times \text{Tarif tertinggi pada golongan tarif sesuai Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kedapatan}))$

Tarif per kWh untuk pelanggan subsidi adalah Rp. 400-600/kWh untuk daya 450 VA – 900 VA dan pelanggan non subsidi sesuai tarif yang berlaku adalah Rp. 1.444,7/ kWh untuk daya 900 VA - 2200 VA

2.2.2 Berdasarkan tempat terjadinya ³

1.Susut Transmisi

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 Iduk (GI).

2.Susut Distribusi

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.

³ https://konsumen-cerdas.s3.ap-southeast-amazonaws.com/PRDS_PLN_088_ZPDIR_2016_2016_1444147bb2

2.3 APP (Alat Pengukur dan Pembatas)⁴

APP atau Alat Pengukur dan Pembatas adalah alat yang digunakan oleh pihak PLN untuk keperluan transaksi energi listrik. APP terdiri dari kWh meter, MCB dan perlengkapannya

2.4 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.

Berikut adalah persamaan untuk menghitung energi listrik oleh kWh meter :

$$E = V I t \cos \theta \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- E = Energi listrik yang terukur oleh kWh meter (kWh)
- V = Tegangan (V)
- I = Arus (A)
- t = Waktu pemakaian (Jam)
- Cos θ = Faktor daya

Pada persamaan 2.4 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.

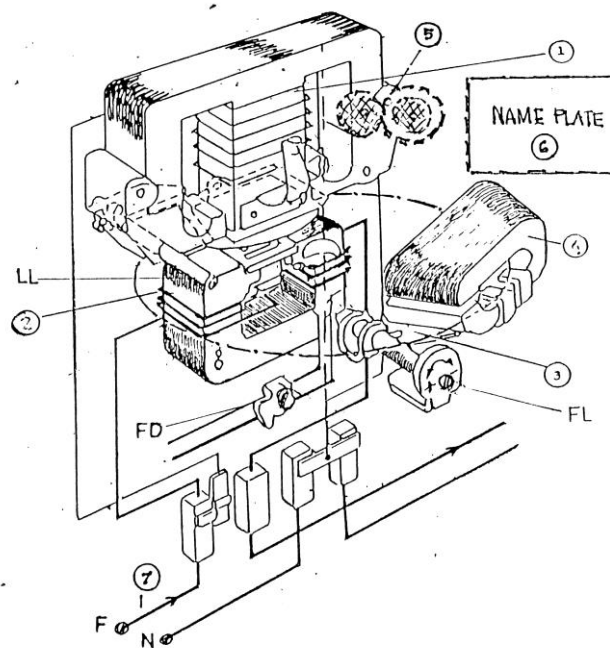
⁴ Binnaro, Hutahean. 2018. Diakses Mei 2021
<https://id.scribd.com/document/393154156/APPlengkap-Modul-1-KB4-newpdf 2.3>

2.4.1 Jenis-jenis kWh Meter⁵

Apabila dilihat dari cara kerjanya, kWh Meter dibedakan menjadi :

1. kWh Meter Analog

kWh meter analog merupakan kWh meter yang biasa dipakai pada tarif listrik reguler/pascabayar. Konstanta putarannya dihitung menurut perputaran piringan yang berbanding lurus dengan satu kilo watt-jam. Adapun bagian-bagian utama dari sebuah kWh meter Analog antara lain, sebagai berikut :



Gambar 2.2 Bagian-bagian kWh meter analog⁶

1. Kumparan Tegangan

Kumparan Tegangan terdiri dari :

- Pada kWh meter 1 fasa kumparan tegangan 1 Set
- Pada kWh meter 3 fasa 3 kawat kumparan tegangan 2 set

⁵ Tim Penyusun. 2010. *Buku 2 Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik*. PT.PLN (Persero): Jakarta Selatan

⁶ PT.PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. *Teori Dasar kWh*

2. Kumparan arus

Kumparan arus terdiri dari :

- a. Pada kWh meter 1 fasa kumparan arus 1 set
- b. Pada kWh meter 3 fasa 3 kawat kumparan arus 2 set
- c. Pada kWh meter 3 fasa 4 kawat kumparan 3 set

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

3. 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.

4. Rem Magnit

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

- a. Mengatasi akibat adanya gaya berat dari piringan kWh meter
- b. Menghilangkan/meredam ayunan perputaran piringan serta alat kalibrasi semua batas arus.

5. Roda gigi dan Alat Pencatat (*register*)

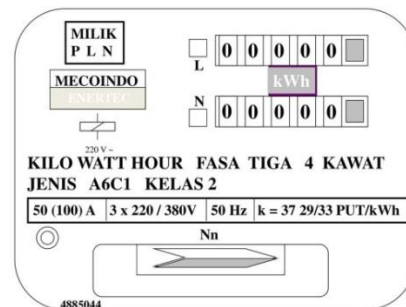
Sebagai transmisi perputaran piringan, sehingga alat pencatat merasakan adanya perputaran, untuk mencatat jumlah energi yang diukur oleh kWh meter tersebut dan mempunyai satuan, puluhan, ratusan, ribuan dan puluh ribuan

6. 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 :

- a. Nama alat / merek pabrik
- b. Tipe atau jenis meter

- c. Cara pengawatan :
 1. satu fasa, 2 kawat
 2. tiga fasa, 3 kawat
 3. tiga fasa, 4 kawat
- d. Tegangan
- e. Arus
- f. Frekuensi
- g. Konstanta meter
- h. Kelas
- i. Satuan energi listrik



(a) Papan nama meter tarif tunggal (b) Papan nama meter tarif ganda

Gambar 2.3 Contoh papan nama meter tarif tunggal dan ganda⁷

7. Terminal Klemp / Terminal Blok yang merupakan tempat penyambungan pengawatan sumber tegangan dan beban ke kumparan arus dan kumparan tegangan.

⁷ Binnaro, Hutahean. 2018. Diakses Mei 2021

<https://id.scribd.com/document/393154156/APPlengkap-Modul-1-KB4-newpdf 2.3>

Gambar konstruksi kWh Meter analog 1 fasa :



Gambar 2.4 Konstruksi kWh meter analog



Gambar 2.5 Kwh meter analog

2. kWh Meter Digital⁸

kWh Meter digital merupakan jenis kWh meter yang menggunakan sistem komputer dalam operasinya dengan sistem pengisian menggunakan pulsa. kWh

⁸ Nuranita, Silmi. 2013. *ANALISA PERBANDINGAN KWH METER PRABAYAR DENGAN NONPRABAYAR DILIHAT DARI SISI KEEKONOMISANNYA DI PT. PLN (Persero)*. Sekolah Tinggi Teknik Harapan : Medan

meter ini dibuat untuk mengatasi kelemahan dari kWh meter analog. Kwh meter digital sendiri tampilannya dalam bentuk LCD dan untuk konstanta dalam bentuk impuls/kedipan, misalkan dalam papan nama terdapat keterangan konstanta 800 imp/kWh artinya 1 kWh baru terhitung setelah 800 kedipan.

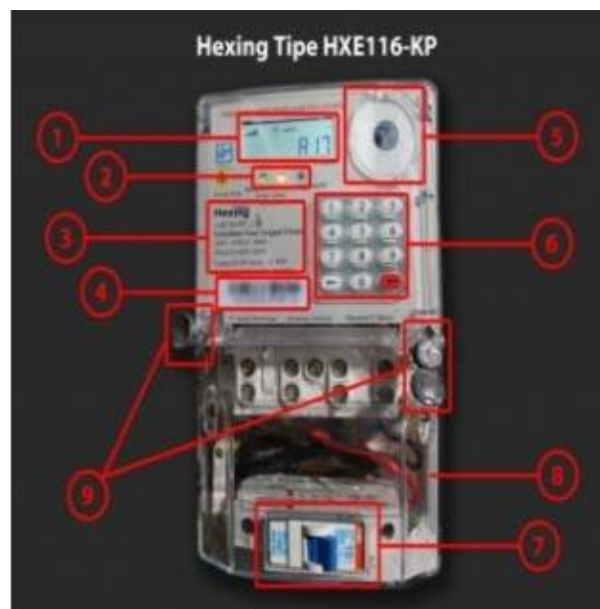
Bagian bagian dari kWh meter digital

1. Layar LCD

Berfungsi untuk menampilkan berbagai informasi pada meteran

2. Lampu LED Indikator

Berfungsi sebagai indikator yang menandakan keadaan tertentu



Gambar 2.6 Bagian-bagian kWh meter digital⁹

3. Spesifikasi Meter

Berisi spesifikasi teknis meteran, tipe meteran dan pabrikan yang memproduksinya

⁹ Nuranita, Silmi. 2013. *ANALISA PERBANDINGAN KWH METER PRABAYAR DENGAN NONPRABAYAR DILIHAT DARI SISI KEEKONOMISANNYA DI PT. PLN (Persero)*. Sekolah Tinggi Teknik Harapan : Medan

4. Nomor Meter
Nomor yang digunakan untuk membeli pulsa listrik
5. *Optical Port*
Terminal komunikasi meter yang akan digunakan oleh petugas PLN untuk melakukan download data yang tersimpan di dalam memori kWh meter
6. Papan Tombol / Keypad
Tombol-tombol untuk melakukan perintah – perintah dengan masukan kode tertentu pada meteran
7. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)
Alat untuk membatasi daya terpasang di pelanggan dan pengamanan terhadap arus hubung singkat yang dapat menyebabkan kebakaran
8. Penutup Terminal
Penutup untuk melindungi terminal, tindakan membuka atau merusak penutup ini bisa didenda
9. Penutup Meter
Penutup meter disegel menggunakan segel khusus PLN, tindakan membuka atau meruak segel PLN bisa didenda

Adapun kelebihan dari kWh meter digital antara lain sebagai berikut :

- a. Sistem pembayarannya dengan sistem Prabayar, dengan sistem Prabayar menggantikan cara pembayaran umumnya, dengan menggunakan kartu Prabayar elektronik pengganti tagihan bulanan.
- b. Kwh meter dengan tampilan digital yang menyala dan berukuran cukup besar.
- c. 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.

Gambar kWh meter digital :



Gambar 2.7 Kwh meter digital

3. Kwh Meter Semi Digital

Kwh meter semi digital merupakan kWh meter yang hampir menyerupai kWh meter digital namun tampilannya masih dalam bentuk register dan konstanta sudah dalam bentuk kedipan. Sistem pembayaran untuk kWh meter semi digital ini adalah pascabayar. Perbedaannya dengan kWh meter digital adalah kWh meter digital tampilannya dalam bentuk LCD dan konstanta dalam bentuk kedipan. Kwh meter semi digital pascabayar yang sering digunakan saat ini adalah smart meter. Kwh meter semi digital pascabayar terdiri dari 1 fasa dan 3 fasa.



Gambar 2.8 Kwh meter semi digital

2.5 Prinsip Kerja Kwh meter¹⁰

1. Kwh Meter Analog

Ditinjau dari segi cara kerjanya maka pengukur ini memakai prinsip azas induksi atau *azas ferraris*. Dan pada umumnya alat pengukur ini digunakan untuk mengukur daya listrik arus bolak balik. Pada alat ini dipasang sebuah cakera alumunium (*alumunium disk*) yang dapat berputar, dimuka sebuah kutub magnet listrik (*Electromagnet*).

Magnet listrik ini diperkuat oleh kumparan tegangan dan kumparan arus. Dengan adanya lapangan magnet tukar yang berubah-ubah maka cakera (*Disk*) alumunium ditimbulkan suatu arus bolak-balik, yang menyebabkan cakera tadi mulai berputar dan menggerakkan pesawat hitungannya.

Secara umum perhitungan untuk daya listrik dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

$$S = V.I.....(2.5)$$

$$Q = V.I \sin \phi.....(2.6)$$

$$P = V.I \cos \phi.....(2.7)$$

Dimana :

$$S = \text{Daya semu (VA)}$$

$$Q = \text{Daya reaktif (VAR)}$$

$$P = \text{Daya aktif (Watt)}$$

Dari ketiga daya tersebut yang terukur pada kWh meter adalah daya aktif, yang dinyatakan dengan satuan *Watt*. Sedangkan daya reaktif dapat diketahui besarnya dengan menggunakan alat ukur Varmeter. Untuk pemakaian pada rumah, biasanya hanya digunakan kWh meter.

¹⁰ Suryatmo,F. 1999. *Teknik Pengukuran Listrik dan Elektronika* Sumi Aksara: Jakarta

2. Kwh Meter Digital¹¹

Adapun cara kerja dari kWh meter digital antara lain sebagai berikut :

1. Kwh Meter digital dikontrol oleh sebuah mikrokontroler dengan tipe AVR90S8515 dan menggunakan sebuah sensor digital tipe ADE7757 yang berfungsi untuk membaca tegangan dan arus serta untuk mengetahui besar energi yang digunakan pada instalasi rumah.
2. Seven Segment sebagai penampil data besaran energi listrik yang digunakan di rumah. Dari komponen-komponen tersebut dihasilkan sebuah kWh meter modern dengan tampilan digital yang dapat mengukur besaran penggunaan energi, dengan batasan maksimal beban 500 watt.

2.6 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)¹²

MCB adalah pengaman pada sistem tenaga listrik, yang sering dipergunakan pada tegangan rendah, baik terpasang di Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) atau dipergunakan sebagai pembatas yang terpasang kontak kWh meter. Prinsip kerjanya didasarkan pada karakteristik *thermal* dimana ketika arus lebih besar yang melewati MCB, maka akan memanaskan bimetalic trip.

MCB memainkan peranan penting dalam hal proteksi arus lebih dan juga sebagai alat *disconnect* pada jaringan listrik. Sebuah *breaker* merupakan alat yang didesain untuk mengisolasi rangkaian dari gangguan arus lebih *overload* (beban lebih) dan *short circuit* (hubung singkat).

Pada umumnya, MCB bekerja menggunakan prinsip elektromekanik (*Thermal/Magnetic*) untuk membuka kontak *breaker* ketika gangguan arus lebih terjadi. Unit *thermal trip* bekerja berdasarkan kenaikan nilai temperatur, sedangkan unit *magnetic trip* bekerja berdasarkan kenaikan nilai arus.

¹¹ Mayer, Tezer. 2016. Diakses Mei 2021 <https://www.scribd.com/document/319781082/pengertian-kwh-meter-jenis-jenis-dan-prinsip-kerjanya-doc>

¹² Sarimun, Wahyudi. 2015. *Buku Saku Pelayanan Teknik*. Garamond: Jakarta 2

Pengaman MCB sebagai pembatas diatur dalam Standar PLN (SPLN) nomor 108 tahun 1992 yang dimana SPLN tersebut mengatur dan membahas tentang MCB .

Dibawah ini adalah gambar MCB :



Gambar 2.9 MCB

Dibawah ini adalah tabel pemakaian MCB 1 phasa sesuai dengan daya yang digunakan oleh pelanggan. Yang diatur dalam dalam Standar PLN (SPLN) nomor 108 tahun 1992 yang dimana SPLN tersebut mengatur dan membahas tentang MCB

Tabel 2.1 Tabel Pemakaian MCB 1 Phasa

Daya yang digunakan konsumen	MCB yang digunakan
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

Bagian-bagian dari MCB :



Gambar 2.10 Kosntruksi MCB¹³

1. *On-Off* trip dipergunakan secara manual untuk mengoperasikan atau membuka MCB, dan menandakan status MCB trip/operasi atau terbuka.
2. *Switch* mekanis yang membuat kontak arus listrik bekerja.
3. Kontak arus listrik sebagai penyambung dan pemutus arus listrik
4. Terminal untuk disambungkan keperalatan yang ingin diamankan
5. Bimetal, yang berfungsi sebagai *thermal trip*
6. Penyetelan arus secara manual untuk kalibrasi di pabrikan / laboratorium
7. Solenoid *Coil* atau lilitan yang berfungsi sebagai *magnetic trip* dan bekerja bila terjadi hubung singkat arus listrik.
8. Pemadam busur api jika terjadi percikan api saat terjadi pemutusan atau pengaliran kembali arus listrik.

Berdasarkan waktu pemutusannya, pengaman-pengaman otomatis seperti MCB dapat terbagi atas :

1. Otomat L (Untuk Hantaran)

Pada otomat jenis ini pengaman termisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Apabila terjadi beban lebih dan suhu

¹³ Binnaro, Hutahean. 2018. Diakses Mei 2021

<https://id.scribd.com/document/393154156/APPlengkap-Modul-1-KB4-newpdf>

hantarannya melebihi suatu nilai tertentu, elemen dwi logamnya akan memutuskan arusnya. Ketika terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak-balik yang sama dengan $4xI_n$ s/d $6xI_n$ dan arus searah yang sama dengan $8xI_n$ pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0,2 detik.

2. Otomat H (Untuk Instalasi Rumah)

Secara termis jenis ini sama dengan otomat-L. Tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 detik, jika arusnya sama dengan $2,5 \times I_n$ s/d $\pm 3 \times I_n$ untuk arus bolak-balik atau sama dengan $4 \times I_n$ untuk arus searah. Jenis otomat ini dapat dipergunakan untuk instalasi rumah, jika terjadi gangguan tanah, bagian-bagian yang terbuat dari logam tidak akan lama bertegangan

3. Otomat G

Jenis otomat ini digunakan untuk mengamankan motor-motor listrik kecil untuk arus bolak-balik atau arus searah, alat-alat listrik dan juga rangkaian akhir besar untuk penerangan, misalnya penerangan pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada $8xI_n$ s/d $11xI_n$ untuk arus bolak-balik atau pada $14xI_n$ untuk arus searah dalam waktu $t = 0,2$ detik. Kontak-kontak sakelarnya dan ruang pemadam busur apinya memiliki konstruksi khusus. Karena itu jenis otomat ini dapat memutuskan arus hubung singkat yang besar, yaitu sehingga 1500 ampere.

Berdasarkan penggunaan dan daerah kerjanya, MCB dapat digolongkan menjadi 5 jenis ciri yaitu :

- a. Tipe Z (*rating* dan *breaking capacity* kecil) Digunakan untuk pengaman rangkaian semikonduktor dan trafo-trafo yang sensitif terhadap tegangan.
- b. Tipe K (*rating* dan *breaking capacity* kecil) Digunakan untuk mengamankan alat-alat rumah tangga.
- c. Tipe G (*rating* besar) untuk pengaman motor.
- d. Tipe L (*rating* besar) untuk pengaman kabel atau jaringan.
- e. Tipe H untuk pengaman instalasi penerangan bangunan

Menurut karakteristik tripnya, ada tiga tipe utama dari MCB, yang didefinisikan dalam IEC 60898.

- a. MCB Tipe B, adalah tipe MCB yang akan trip ketika arus beban lebih besar 3 sampai 5 kali dari arus maksimum atau arus nominal MCB. MCB tipe B merupakan karakteristik trip tipe standar yang biasa digunakan pada bangunan domestik.
- b. MCB Tipe C, adalah tipe MCB yang akan trip ketika arus beban lebih besar 5 sampai 10 kali arus nominal MCB. Karakteristik trip MCB tipe ini akan menguntungkan bila digunakan pada peralatan listrik dengan arus yang lebih tinggi, seperti lampu, motor dan lain sebagainya.
- c. MCB tipe D, adalah tipe MCB yang akan trip ketika arus beban lebih besar 8 sampai 12 kali arus nominal MCB. Karakteristik trip MCB tipe D merupakan karakteristik trip yang biasa digunakan pada peralatan listrik yang dapat menghasilkan lonjakan arus kuat seperti, transformator, dan kapasitor.

2.7 Kotak APP dan Penyegehan

Kotak atau lemari alat pengukur dan pembatas (APP) adalah suatu kotak dengan ukuran tertentu yang berisi APP dan perlengkapannya. (*SK Dir no. 088-Z PDIR tahun 2016 BAB 1 Pasal 1 Ayat 11 dan 14*).

SEGEL adalah sebuah pelindung untuk mencegah alat atau komponen tidak dibuka oleh orang yang tidak berwenang. (SPLN D3.013- 2008) dan(*SK Dir no. 088-Z PDIR tahun 2016 BAB 1 Pasal 1 Ayat 28*) .

2.8 Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) ¹⁴

Kegiatan P2TL adalah rangkaian kegiatan yang terdiri atas perencanaan, pemeriksaan, tindakan dan penyelesaian yang dilakukan oleh PLN terhadap

¹⁴ *SK Dir no. 088-Z PDIR tahun 2016*

instalasi. Hal ini bertujuan untuk menurunkan susut non teknis maupun teknis yang tidak berasal dari material PLN. Berdasarkan P2TL, kerugian yang dialami PT.PLN dapat diminimalisir. Aspek Hukum tentang P2TL tertuang dalam SK Peraturan Direksi No 0-88Z. Beberapa Istilah dalam P2TL:

1. Jaringan Tenaga Listrik (JTL) merupakan sistem penyaluran listrik yang dioperasikan dengan beberapa jenis tegangan yaitu, Tegangan Rendah (TR), Tegangan Menengah (TM), Tegangan Tinggi (TT) atau Tegangan Ekstra Tinggi (TET).
2. Sambungan Tenaga Listrik (STL) adalah sebuah penghantar yang berada dibawah atau diatas tanah sebagai bagian instalasi PLN yang merupakan sambungan antara instalasi pelanggan dengan JTL milik PLN.
3. Instalasi Pelanggan adalah instalasi ketenagalistrikan milik pelanggan sesudah Alat Pembatas atau Pengukur (APP).
4. Alat Pembatas dan Pengukur (APP) adalah alat yang digunakan untuk pembatasan daya listrik dan pengukuran energi listrik.

2.9 Jenis dan Golongan Pelanggaran Pemakaian Tenaga Listrik

Jenis pelanggaran yang biasa dilakukan dalam pemakaian tenaga listrik adalah sebagai berikut:

- a. Pelanggaran Golongan I (P I) adalah pelanggaran yang mempengaruhi batas daya tetapi tidak mempengaruhi pengukuran energi seperti MCB tidak sesuai dengan ketentuannya.
- b. Pelanggaran Golongan II (P II) adalah pelanggaran yang mempengaruhi pengukuran energi tetapi tidak mempengaruhi batas daya seperti membalikkan pengawatan fasa dan netral.
- c. Pelanggaran Golongan III (P III) adalah pelanggaran yang mempengaruhi batas daya dan mempengaruhi pengukuran energi seperti sadapan langsung dari SR dan netral PLN tidak berfungsi.
- d. Pelanggaran Golongan IV (P IV) adalah pelanggaran yang dilakukan oleh Bukan Pelanggan yang menggunakan tenaga listrik tanpa alas hak yang sah.

Kelainan dalam kWh meter :



- a. K1 adalah kelainan yang disebabkan bukan oleh pelanggan. Contohnya kekurangan daya pada MCB
- b. K2 adalah kelaianan yang disebabkan oleh peralatan APP. Misalnya KWh macet sehingga tidak menghitung pemakaian pelanggan
- c. K3 adalah kelainan yang disebabkan oleh alam diluar wewenang pelanggan ataupun PLN.

2.10 Perhitungan Tagihan Susulan P2TL

Pelanggan Reguler:

Perhitungan besarnya Tagihan Susulan bagi Pelanggan sebagai akibat Pelanggaran sebagai berikut:

1. Pelanggaran Golongan I (PI):

Perhitungan untuk pelanggaran ini sebagai berikut:

- a. Untuk Pelanggan yang dikenakan Biaya Beban

$$TS1 = 6 \times \{2 \times \text{Daya Tersambung (kva)}\} \times \text{Biaya Beban (Rp/kva)}$$

- b. Untuk Pelanggan yang dikenakan Rekening Minimum

$$TS1 = 6 \times (2 \times \text{Rekening Minimum (Rupiah) pelanggan sesuai Tarif Tenaga Listrik})$$

2. Pelanggaran Golongan II (P II):

$TS2 = 9 \times 720 \text{ jam} \times \text{Daya Tersambung} \times 0,85 \times \text{harga per kwh yang tertinggi pada golongan tarif pelanggan sesuai Tarif Tenaga Listrik}$

3. Pelanggaran Golongan III (P III):

$$TS3 = TS1 + TS2$$

4. Pelanggaran Golongan IV (P IV):

- a. Untuk daya kedapatan sampai dengan 900 VA:

$$TS4 = \{(9 \times (2 \times (\text{daya kedapatan (kva)}) \times \text{Biaya Beban (Rp/kva)}))\} + \{(9 \times 720 \text{ jam} \times (\text{daya kedapatan (kva)}) \times 0,85 \times \text{Tarif tertinggi pada golongan tarif sesuai Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kedapatan})\}$$

- b. Untuk daya kedapatan lebih besar dari 900 VA :

$TS4 = ((9 \times (2 \times 40 \text{ jam nyala} \times (\text{daya kepadatan (kva)}) \times \text{Tarif tertinggi pada golongan tarif sesuai Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kepadatan})) + \{(9 \times 720 \text{ jam} \times (\text{daya kepadatan (kva)}) \times 0,85 \times \text{Tarif tertinggi pada golongan tarif sesuai Tarif Tenaga Listrik yang dihitung berdasarkan Daya Kepadatan}))$

Untuk perhitungan TS4 menggunakan daya kepadatan yang terkecil antara alat pembatas atau kemampuan hantar arus (KHA) suatu penghantar yang selanjutnya daya kepadatan tersebut disesuaikan dengan daya terdekat dan golongan tarif sesuai dengan Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PLN.

Pelanggan Prabayar:

Pelanggan besarnya Tagihan Susulan bagi Pelanggan Prabayar yang melakukan pelanggaran pemakaian tenaga listrik diperlukan sama dengan pelanggan regular sebagaimana dijabarkan diatas, dengan ketentuan untuk pelanggan yang mempengaruhi daya, maka perhitungan sebagai berikut:

$TS1 = 6 \times \{2 \times \text{daya tersambung (kva)} \times 40 \text{ jam}\} \times \text{harga per kWh pada golongan tarif pelanggan sesuai tarif tenaga listrik. Penetapan tagihan susulan ini berdasarkan Peraturan Direksi No.088-Z. P2TL Tahun 2016 Bab VII Pasal 13}$

2.11 Perhitungan Saving Kwh Dan Susut Non Teknis¹⁵

Saving kWh adalah kWh yang diselamatkan untuk menekan susut yang didapatkan. Adapun rumus menghitung saving kWh sebagai berikut :

$$\text{Saving kWh} = 9 \times 720 \times \text{daya tersambung (KVA)} \times 0,85 \dots \dots \dots (2.8)$$

Susut (losses) yang berdasarkan KepMenKeu nomor 431/KMK.06/2002 : Bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari selisih sejumlah energi listrik yang dibeli dengan sejumlah energi listrik yang terjual atau jumlah energi yang terjual atau jumlah energi yang hilang atau menyusut, . Rumus Perhitungan susut energi adalah

$$\text{Susut (\%)} = \frac{\text{kWh siap jual} - \text{kWh terjual (TUL III-09)}}{\text{kWh siap jual}} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.9)$$

¹⁵ KepMenKeu nomor 431/KMK.06/2002

2.12 Kerangka Pemikiran

