



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Listrik

Listrik merupakan salah satu bentuk energi yang tidak dapat di lihat, walaupun gejalanya bisa berbentuk panas, magnet dan reaksi kimia. Pengaruh tersebut di pakai oleh alat-alat listrik kita sehari-hari untuk memberi kita sesuatu seperti cahaya, panas, gerak dan sebagainya.

Istilah dasar listrik seperti tegangan, arus dan tahanan di pakai untuk menggambarkan aspek-aspek yang berbeda seperti kekuatan listrik, gerak listrik dan lawan dari gerak.

2.2 Tegangan

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan di nyatakan satuan volt. Besaran ni mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah atau tinggi atau ekstra tinggi.

Secara definisi tegangan listrik menyebabkan objek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah.

Rumus Menghitung Tegangan Listrik. Didalam pelajaran fisika sederhana rumus umum yang berlaku untuk menghitung tegangan listrik yaitu arus dikali tahanan. Atau bisa juga didapat dari daya (S) dibagi arus (I). Jika Seringkali anda mendengar orang PLN bilang daya listrik rumah anda 1300 VA, maka dapat disimpulkan bahwa arus yang bisa mengalir di rumah kita maksimal sebesar 5,9A atau bulatnya 6A. Makanya pada rumah yang dayanya 1300 watt dipasang MCB nya yang 6A sama pihak PLN, jadi pada saat pemakaian arus yang lebih dari 6A maka MCB akan turun dan memutuskan sumber arus listrik.



$$V = P / I$$

atau

$$V = I \cdot R \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

V : Tegangan listrik (Volt)

I : Arus listrik (Ampere)

P : Daya listrik (watt)

R : Beban listrik (Ohm)

Memang secara ilmu kelistrikan tingkat lanjut, baik arus kuat atau arus lemah maka akan banyak sekali variasi rumus atau rumus-rumus turunan hasil pengembangan. Hal itu tergantung kondisi rangkaian yang lebih kompleks. Jadi tidak hanya ada resistor sebagai tahanan, tetapi juga ada kapasitor, induktor, dioda, transistor dan bahan-bahan semikonduktor lainnya yang semuanya akan mempengaruhi tegangan listrik yang mengalir pada rangkaian.

Cara Pengukuran Tegangan Listrik. Untuk mengukur tegangan yang jatuh pada kedua titik tertentu pada rangkaian maka kita membutuhkan alat ukur yang disebut voltmeter. Alat ini biasanya sudah terintegrasi dengan alat yang umum dipakai oleh para ahli service barang elektronik yaitu multimeter (tester). Karena pada multimeter selain mengukur tegangan, anda bisa juga mengukur tahanan dan arus listrik.

Yang harus anda perhatikan pada alat ukur tegangan listrik yaitu ada saklar pilih pada multimeter untuk menentukan apakah kita akan mengukur tegangan ac atau dc. Jadi jangan selektorny pada posisi dc tetapi anda mengukur tegangan ac. Perhatikan juga angka maksimal tegangan yang ditunjukkan oleh selector, jangan anda mengukur tegangan 220 volt dengan selector menunjuk pada angka 50 volt.



Yang pasti dalam melakukan pengukuran tegangan, dua titik yang anda ukur itu haruslah terdapat komponen elektronika yang memiliki tahanan. Karena jika anda hanya mengukur dua titik yang terhubung langsung pada kawat, maka bisa dipastikan tegangan yang jatuh adalah nol (mendekati 0 volt). Ini sesuai dengan hukum ohm, dimana jika tahanananya 0 ohm maka $I \times R$ juga akan 0 volt.

Istilah tegangan yang dikenal di masyarakat yaitu listrik tegangan tinggi dan listrik tegangan rendah. Secara angka atau nilai biasanya kita menganggap rendah atau tinggi itu berdasarkan suatu acuan. Kita sebut nilai ujian 9 tinggi karena nilai 10 adalah nilai maksimal, dan kita sebut nilai 4 rendah. Jadi sekarang apa acuan suatu tegangan listrik bisa disebut tegangan tinggi dan tegangan rendah. Menurut saya pribadi listrik disebut tegangan listrik apabila tegangan di atas 220 volt, karena tegangan ini bisa berbahaya untuk manusia. Sedangkan listrik tegangan rendah biasanya yang bersumber dari batere yaitu listrik 1,5

2.3 Arus listrik

Arus listrik pada dasarnya merupakan gerakan secara langsung. Pembawa muatan dapat berupa elektron-elektron ataupun ion-ion. Arus listrik hanya dapat mengalir pada bahan yang di dalamnya tersedia pembawa muatan dengan jumlah yang cukup dan bebas bergerak. Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara kontinu pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere.

Yang perlu diingat, Rumus untuk 1 Phasa :

$$S = V \times I \quad (\text{VA})$$

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (\text{Watt})$$

$$Q = V \times I \times \sin \phi \quad (\text{VAR})$$

$$V = \text{Tegangan Phasa-netral} \quad (220 \text{ Volt})$$

$$I = \text{Arus Phasa} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Sedangkan untuk 3 Phasa :



$$S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (\text{VA})$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \quad (\text{Watt})$$

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \varphi \quad (\text{VAR})$$

V = Tegangan Phasa-phaasa (380 Volt)

I = Arus Phasa(2.3)

2.4 Pengertian MCB (Miniature Circuit Breaker)¹

MCB (Miniatur Circuit Breaker) adalah komponen dalam instalasi listrik rumah tinggal mempunyai peran yang sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (short circuit atau konsleting). Dasar pemilihan rating arus MCB yang ingin dipakai di instalasi rumah tinggal tentu disesuaikan dengan besarnya langganan daya listrik PLN yang terpasang. Karena PLN sendiri menetapkan besar langganan listrik sesuai rating arus dari MCB yang di produksi untuk pasar dalam negeri.

Miniature Circuit Breaker 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). Miniature Circuit Breaker, atau yang lebih dikenal MCB adalah alat pemutus yang sangat baik digunakan untuk mendeteksi besaran arus lebih. Seperti halnya pada Thermostat Load Relay, MCB mempunyai Bimetalic; elemen jika terkena panas akan memuai secara langsung maupun tidak langsung yang diakibatkan dengan adanya arus mengalir, alat Bimetalic ini dibuat dan direncanakan sesuai dengan ukuran standar (arus nominal MCB), dimana dalam waktu yang sangat singkat dapat bekerja sehingga rangkaian beban terlindungi, MCB juga dilengkapi dengan magnet tripping yang bekerja secara cepat pada beban lebih atau arus hubung singkat yang besar, juga dioperasikan secara manual dengan menekan tombol. Karakteristik arus waktu untuk jenis MCB, hampir sama dengan pengaman lebur



oleh karena itu sering kali MCB dan pengaman lebur digunakan secara bersamaan.



(a)

(b)

Gambar 2.1 Bentuk dari MCB; (a) 3 fasa (b) 1 fasa¹

Perlu diketahui pula kapasitas arus MCB tidak dapat dibandingkan dengan kapasitas putus pengaman lebur sesuai dengan peraturan yang berlaku bahwa setiap beban lebih dari 100 A harus dilengkapi dengan pengaman lebur. Bimetal yang terdapat pada pengaman arus lebih, biasanya alat ini bekerja 25°C apabila temperatur ruang naik, maka salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan menurunkan beban. Sehingga dengan diturunkannya beban berarti panas disipasi yang timbul akan berkurang.

Setiap MCB direncanakan untuk karakteristik arus waktu yang berbeda-beda. Perhatikan gambar dimana karakteristik H, L dan G pada hal khusus MCB hanya dapat dibebani kira-kira $1,5 \times$ arus kerja, misalnya pada lampu TL tegangan rendah dimana tidak dipasang kapasitor untuk perbaikan faktor kerja sehingga arus yang mengalir sangat besar dan menyebabkan tripping MCB akan bekerja. MCB jenis G mempunyai titik tripping yang besar.



2.5 Konstruksi MCB (Miniatur Circuit Breaker)¹

Ada dua type MCB yaitu yang 1 Phase , dan 3 Phase Merek 2 yang beredar ada Meril Gerin,ABB dan lain lain. Miniature Circuit Breaker (MCB) berfungsi sebagai peralatan pengaman terhadap gangguan hubung singkat dan beban lebih yang mana akan memutuskan secara otomatis apabila melebihi dari arus nominalnya.

Berdasarkan konstruksinya, maka MCB memiliki dua cara pemutusan yaitu : pemutusan berdasarkan panas dan berdasarkan elektromagnetik. Pemutusan berdasarkan panas dilakukan oleh batang bimetal, yaitu : perpaduan dua buah logam yang berbeda koefisien muai logamnya. Jika terjadi arus lebih akibat beban lebih, maka bimetal akan melengkung akibat panas dan akan mendorong tuas pemutus tersebut untuk melepas kunci mekanisnya. Pemutusan berdasarkan elektromagnetik dilakukan oleh koil, jika terjadi hubung singkat maka koil akan terinduksi dan daerah sekitarnya akan terdapat medan magnet sehingga akan menarik poros dan mengoperasikan tuas pemutus. Untuk menghindari dari efek lebur, maka panas yang tinggi dapat terjadi bunga api yang pada saat pemutusan akan diredam oleh pemadam busur api (arc-shute) dan bunga api yang timbul akan masuk melalui bilah-bilah arc-shute tersebut.

Keuntungan sebuah pengaman otomatis adalah dapat segera digunakan lagi setelah terjadi pemutusan, dalam pengaman otomatis terdapat kopeling jalan bebas karena kopeling ini otomatisnya tidak bisa digunakan kembali kalau gangguanya belum diperbaiki.

Elemen penting MCB yaitu :

1. Terminal trip (Bimetal)
2. Elektromagnetik trip (coil)
3. Pemadam busur api
4. Mekanisme pemutusan

Gambar 2.2 Kontruksi Dalam MCB¹

Keterangan dari gambar 2 bagian bagian dalam MCB

1. Tuas aktuaror operasi On-Off
2. Mekanisme Actuator
3. Kontak penghubung
4. Terminal Input-Output
5. Batang Bimetal
6. Plat penahan & penyalur busur api
7. Solenoid / Trip Coil
8. Kisi-kisi pemadam busur api

Berdasarkan *waktu pemutusannya*, pengaman otomatis dibagi atas :

- a. Type G (General) Biasanya digunakan untuk instalasi motor listrik. Otomat type G pada jenis ini digunakan untuk mengamankan motor-motor kecil AC maupun DC, mengamankan alat-alat listrik dan juga rangkaian akhir besar untuk penerangan, seperti penerang pada bangsal



- pabrik dll. Pengaman elektro magnetiknya berfungsi pada $8 - 11 \times I$ nominalnya untuk AC dan $14 \times I$ nominal untuk DC.
- b. Type L (Line) Biasanya digunakan untuk instalasi jala-jala. Otomat tipe L pada jenis ini pengaman thermisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran, kalau terjadi beban lebih dan suhu hantarnya melebihi suatu nilai tertentu, maka elemen bimetalnya akan memutuskan rangkaian. Kalau terjadi hubung singkat, maka arusnya kan diputuskan oleh pengaman elektromagnetik. Untuk AC adalah : $4 - 6 \times I_n$ dan DC adalah : $8 \times I_n$ dimana pemutusan arusnya akan berlangsung dalam waktu 2 detik.
 - c. Type H (Home) Biasanya digunakan untuk instalasi rumah/gedung. Otomat type H secara thermis jenis ini sama dengan otomat type L, tapi pengaman elektro magneriknya akan memutuskan dalam waktu 0,2 detik. Untuk AC $2,5-3 \times I_n$ dan DC $4 \times I_n$. jenis otomat ini digunakan untuk instalasi rumah, dimana kondisi gangguan yang relative kecil pun harus diputuskan dengan cepat, jadi kalau terjadi gangguan tanah, maka bagian – bagian yang terbuat dari logam tidak akan lama bertegangan.
 - d. Type K&U Biasanya digunakan untuk rangkaian elektronika atau trafo.

2.6 Sifat dan Kegunaan MCB (Miniatur Circuit Breaker)¹

Sifat dari MCB adalah :

- a. Arus beban dapata diputuskan bila panas yang ditimbulkan melebihi panas yang diizinkan
- b. Arus hubung singkat dapat diputuskan tanpa adanya perlambatan.
- c. Setelah dilakukan perbakan, maka MCB dapat digunakan kembali.

Beberapa kegunaan MCB :

- a. Membatasi Penggunaan Listrik
- b. Mematikan listrik apabila terjadi hubungan singkat (Korslet)
- c. Mengamankan Instalasi Listrik



2.7 Spesifikasi MCB (Miniature Circuit Breaker)¹



Gambar 2.3 Contoh MCB (Miniature Circuit Breaker)¹

Ada perbedaan antara MCB milik PLN yang terpasang di kWh meter dengan milik pelanggan yang dijual secara umum. Yang pertama adalah warna *toggle switch* yang berbeda (dalam produk dari produsen MCB yang sama, milik PLN memiliki warna *toggle switch* biru dan yang dijual untuk umum berwarna hitam) dan kedua adalah tulisan “Milik PLN” pada MCB yang dipasang di kWh meter. Walaupun ada juga produsen MCB lainnya yang menggunakan warna *toggle switch* biru untuk produk yang dijual di pasaran.

Sedangkan, inilah arti dari kode dan simbol yang tertulis dalam *nameplate* MCB tersebut sebagai berikut :

1. Simbol dengan angka 1 dan 2

Ini adalah simbol dari fungsi MCB sebagai proteksi beban penuh dan hubung singkat (penjelasan detail bisa dilihat pada tulisan bagian pertama “MCB sebagai Proteksi dan Pembatas Daya Listrik”). Dari gambar tersebut, hal ini juga menjelaskan bahwa MCB ini adalah 1 *pole* (karena



hanya ada 1 simbol saja). Bila ada dua simbol berdampingan, maka MCB-nya adalah 2 *poles*. Yang umum dipakai di perumahan adalah tipe MCB 1*pole*, yaitu hanya kabel phase saja yang diproteksi.¹

2. NC45a

Merupakan MCB *model number* yang ditentukan dari produsen MCB. Lain produsen berarti lain *model number*. Sebagai tambahan informasi, model NC45a ini adalah MCB yang diproduksi untuk keperluan perumahan secara umum.

3. C16

Kode ini menjelaskan *tripping curve* MCB yaitu tipe “C”, dengan proteksi *magnetic trip* sebesar 5-10In (In : arus nominal atau *rating* arus dari MCB) dan angka “16” adalah *rating* arus dari MCB sebesar 16A. *Rating* arus ini adalah kode paling penting dalam MCB dan berguna saat pembelian MCB. Penjelasan selanjutnya mengenai *rating* arus ada di bagian berikutnya.

4. 230/400V

Menjelaskan *rating* tegangan dalam operasi MCB yaitu 230V atau 400V sesuai dengan tegangan listrik PLN 220V.

5. 4500 dan 3

“4500” menunjukkan *rated breaking capacity* MCB, yaitu kemampuan kerja MCB masih baik sampai arus maksimal 4500A, yang biasanya terjadi saat hubung singkat arus listrik. Dimana diatas angka ini MCB akan berpotensi rusak. Dan angka “3” adalah I^2t *classification*, yaitu karakteristik energi maksimum dari arus listrik yang dapat melalui MCB.

6. 12002

Catalog Number dari produsen MCB yang tujuannya sebagai nomor kode saat pembelian.

7. LMK; SPLN 108; SLI 175 dan IEC 898

¹ <https://www.scribd.com/doc/236481141/MCB>. Diakses 15 Mei 2016



Menandakan bahwa MCB ini sudah lolos uji di LMK PLN (LMK : Lembaga Masalah Kelistrikan). Sedangkan tiga kode selanjutnya menyatakan bahwa MCB dibuat dengan mengacu kepada *standard-standard* teknis yang ditetapkan baik nasional maupun internasional.

8. I-ON pada *toggle switch*

Menandakan bahwa MCB pada posisi “ON”. Untuk posisi “OFF” maka simbolnya adalah “O-OFF”.

9. SNI

MCB ini sudah mendapatkan sertifikat SNI (Standard Nasional Indonesia).

Sekilas info untuk para pelanggan listrik yang merasa awam mengenai listrik, apalagi soal MCB ini, tidak perlu pusing-pusing untuk mengerti *nameplate* MCB. Hal yang paling penting dalam memilih MCB yang hendak dibeli adalah kode *rating* arus MCB yang sesuai kebutuhan, seperti contoh diatas yaitu kode “C16”, yaitu *rating* arus MCB sebesar 16A dengan *tripping curve* tipe “C”. Kode lain yang perlu diperhatikan adalah kode “LMK” serta “SNI” yang berarti produk ini sudah memenuhi standard tersebut.

2.8 Rating MCB dan Daya listrik PLN²

Contoh yang dibahas dalam bagian sebelumnya menggunakan MCB dengan *rating* 16A dan *tripping curve* type “C”. MCB yang dijual dipasaran mempunyai *rating* arus yang bermacam-macam sesuai kebutuhan. Saat membeli MCB, kita cukup menyebutkan *rating* arus MCB yaitu berapa *ampere* dan tujuan pemakaian yaitu untuk perumahan.

Dasar pemilihan *rating* arus MCB yang ingin dipakai di perumahan tentu disesuaikan dengan besarnya langganan daya listrik PLN yang terpasang. Karena PLN sendiri menetapkan besar langganan listrik perumahan sesuai *rating* arus dari MCB yang diproduksi untuk pasar dalam negeri.



Tabelnya seperti ini:

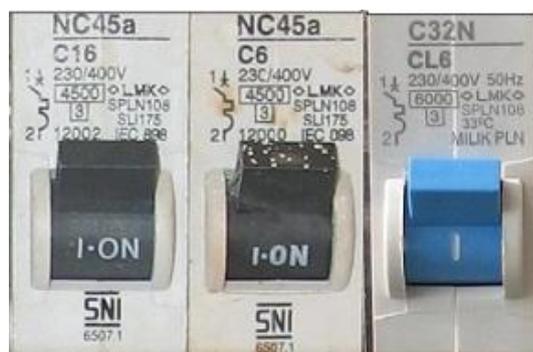
Tabel 2.1 Rating Arus MCB dan Daya Listrik PLN²

Rating Arus Miniature Circuit Breaker	Daya Listrik PLN
2A	450VA
4A	900VA
6A	1300VA
10A	2200VA
16A	3300VA

Rumusnya adalah : *Rating Arus MCB* x 220V (Tegangan listrik PLN).

Hasil perhitungannya adalah angka pembulatan. Jadi bila langganan listrik PLN sebesar 1300VA maka MCB yang dipasang di kWh meter memiliki *rating* 6A.

Berikut adalah contoh MCB dengan berbagai *rating* arus.

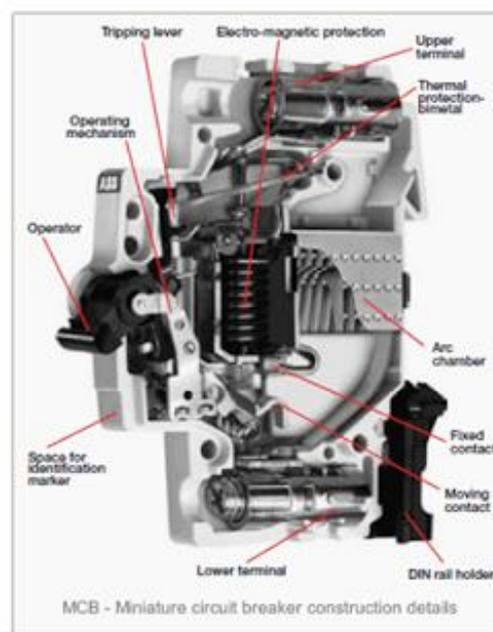


Gambar 2.4 Macam-macam MCB dengan berbagai *rating*²



Dari kiri ke kanan, *rating* arus MCB adalah 16A (dari C16), 6A (dari C6) dan 6A (dari CL6). MCB paling kanan adalah milik PLN yang terpasang di kWh meter dengan tipe C32N dan *tripping curve* tipe “CL” (hampir sama dengan *tripping curve* tipe “C”). Bisa dilihat warna *toggle switch* biru dan tulisan “MILIK PLN”.²

2.9 Prinsip Kerja MCB (Miniature Circuit Breaker)²



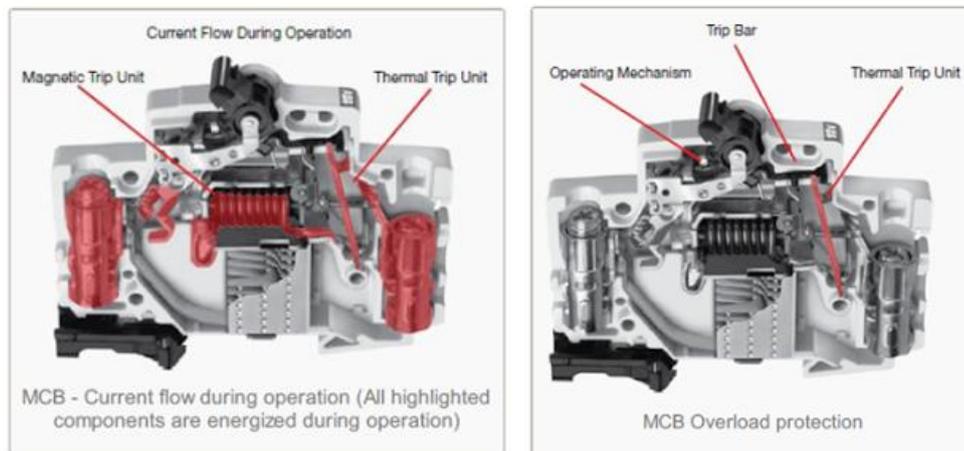
Gambar 2.5 Konstruksi MCB (Miniature Circuit Breaker)²

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

² <http://blog.kangmiftah.com/2015/03/daya-listrik-pln.html>. Diakses 17 mei 2016



2.9.1 Proteksi Beban Lebih³



Gambar 2.6 Operasi Proteksi Beban Lebih³

Unit thermal trip digunakan untuk memproteksi jaringan listrik dari gangguan beban lebih, Unit thermal trip menggunakan logam bimetal yang ditempatkan di belakang trip bar circuit breaker, dan merupakan bagian dari breaker yang dilalui arus.

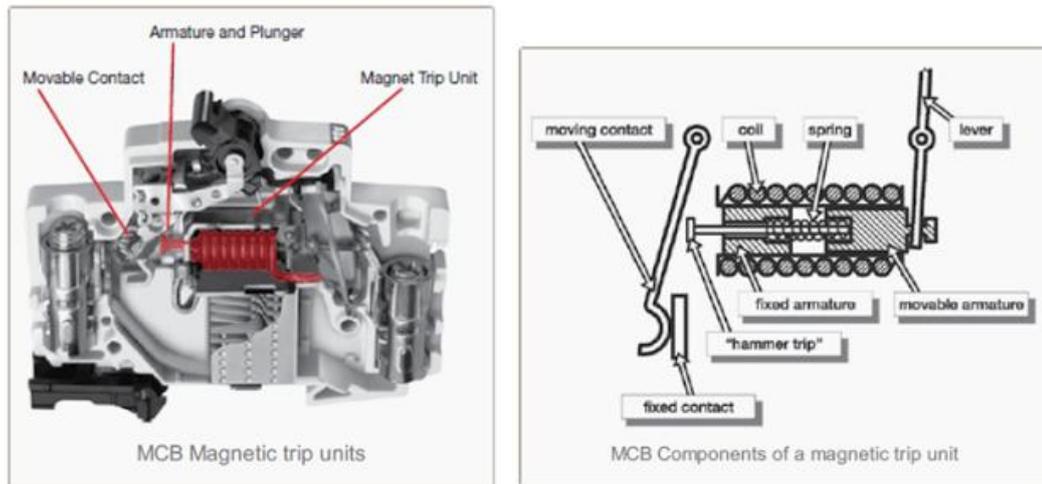
Ketika terjadi gangguan beban lebih, maka nilai arus yang melewati logam bimetal akan bertambah yang membuat temperatur pada logam bimetal semakin besar hingga pada suatu saat dan temperatur tertentu logam bimetal ini akan membengkok dan menekan trip bar yang akan membuka kontak MCB. Waktu yang dibutuhkan bimetal untuk membengkok dan membuka kontak MCB sesuai dengan kenaikan besar arus, semakin besar arus gangguan yang terjadi semakin cepat logam bimetal membengkok.

³ <http://haogoarozr.blogspot.co.id/2012/06/mcb-miniature-circuit-breaker.html>. Diakses 20 mei 2016



2.9.2 Proteksi Arus Hubung Singkat³

Unit magnetik trip bekerja untuk melindungi jaringan dari gangguan arus hubung singkat.



Gambar 2.7 Operasi Proteksi Arus Hubung Singkat³

Ketika gangguan hubung singkat terjadi, maka nilai arus yang melewati MCB akan bertambah besar secara signifikan yang akan menghasilkan medan magnet yang cukup besar. Medan magnet ini akan mendorong hammer trip, hammer trip ini nantinya akan mendorong moving contact yang membuat kontak akan terbuka. Proses terbukanya kontak breaker ketika terjadi gangguan hubung singkat umumnya terjadi setelah 5 milidetik setelah terjadi gangguan.

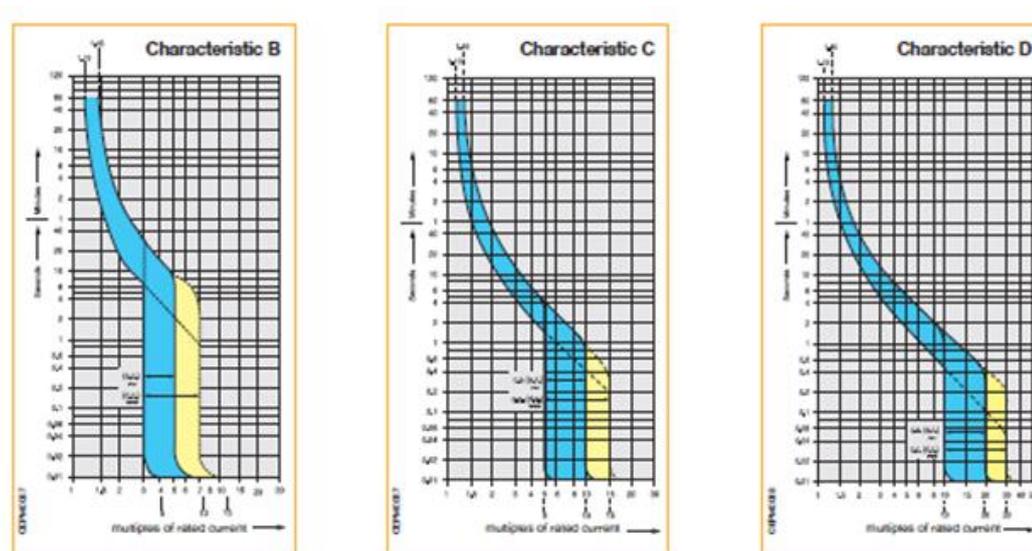
International standard IEC 60898-1 and European Standard EN 60898-1 menyatakan bahwa besar arus rated I_n sebuah MCB yang digunakan pada distribusi tegangan rendah merupakan nilai maksimum yang mampu dihantarkan oleh MCB pada temperatur udara sekitar 30⁰c. Pada umumnya MCB di desain dengan arus rated pada range : 6 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A . Terdapat tiga tipe MCB berdasarkan karakteristik pemutusan arus gangguan yaitu :



Type "B", "C" dan "D" , masing – masing menyatakan nilai minimum arus yang melewati MCB yang mengakibatkan terbukanya kontak MCB tanpa disengaja.

Type	Instantaneous tripping current
B	above $3 I_n$ up to and including $5 I_n$
C	above $5 I_n$ up to and including $10 I_n$
D	above $10 I_n$ up to and including $20 I_n$

Untuk lebih jelasnya, karakteristik kerja ke tiga type MCB dapat ditunjukkan oleh kurva karakteristik berikut :



Gambar 2.8 Kurva Karakteristik MCB Type B,C, dan D³

2.10 Memasang Unit MCB⁴

Ketika pertama kali saya hendak mengganti unit MCB yang rusak (switch tidak dapat kembali ke posisi ON) dalam box MCB di rumah, ada rasa takut yang cukup besar untuk mencoba mengerjakannya sendiri. Kemudian, saya mengutak-atik unit MCB yang baru di beli untuk memahami cara pemasangannya. Ternyata, tidak terlalu rumit. Anda pun dapat mengerjakannya sendiri dengan bantuan obeng min (-) sebagai alat mempermudah mengungkit tuas penjepit di bagian belakang atas atau bawah unit.



Hal terpenting sebelum melakukan tindakan mengganti unit MCB yang sedang terpasang dalam box MCB adalah mematikan terlebih dahulu distribusi aliran listrik dari meteran PLN dengan menurunkan switch unit MCB yang terpasang pada meteran.

2.10.1 Box MCB⁴

Ada dua model box MCB yang umum ditemukan di pasaran, inbow dan outbow. Secara fungsi, keduanya adalah sama. Pengertian inbow adalah box terpasang menyatu ke dalam dinding, sedangkan outbow adalah box terpasang di permukaan dinding.

Selain itu, ada beberapa besar ukuran box MCB. Besar ukuran box ini disesuaikan dengan jumlah unit MCB yang hendak dipasang di dalamnya. Mulai dari box dengan besar ukuran untuk kebutuhan pemasangan 2 s/d 4 unit MCB.

Box MCB tersebut, terbagi menjadi dua bagian, yaitu : bagian dalam dan luar. Bagian dalam adalah bagian yang menempel permanen pada dinding, sedangkan bagian luar cenderung berfungsi sebagai penutup (cover) saja. Pada model inbow, bagian dalam box MCB terpasang di dalam dinding. Sedangkan model outbow, bagian dalam box MCB terpasang pada permukaan dinding.

Fungsi box MCB, selain sebagai “rumah” dari unit MCB, sebenarnya dapat diumpamakan sebagai tempat awal / pintu gerbang dimana pemetaan distribusi jalur listrik ke dalam rumah ditentukan. Dan ditempat ini pula anda dapat langsung mengenali konfigurasi jaringan distribusi jalur listrik dalam sebuah rumah. Namun demikian, tidak tertutup kemungkinan terdapat lebih dari satu unit box MCB di dalam sebuah rumah.

Pada rumah berskala besar biasanya memiliki kapasitas daya yang besar juga. Kecenderungan keberadaan box MCB tambahan di beberapa area ruangan / tingkat rumah seperti itu adalah wajar. Karena selain mempermudah dalam pengaturan distribusi daya di setiap area, juga dapat mencegah terjadinya pemakaian daya secara berlebih terfokus pada satu area saja.

Di bagian dalam box MCB, biasanya dilengkapi dengan potongan besi di bagian tengah yang berfungsi sebagai tempat unit MCB diletakkan. Sedangkan



pada kedua bagian pinggirnya, terdapat panel untuk tempat melekatkan jalur kawat arus netral dan arde (ground). Anda dapat mengenali penempatan jenis arus pada masing-masing sisi dari tanda / kode yang tertera pada permukaan unit.

Gambar di bawah ini adalah contoh box MCB outbow yang dapat menampung hingga 4 unit MCB di dalamnya.



Gambar 2.9 Box MCB Bagian Dalam⁴



Gambar 2.10 Box MCB Bagian Depan⁴



2.10.2 Unit MCB⁴

Unit MCB adalah perangkat listrik yang menempati box MCB. Ada dua model unit MCB dengan perbedaan fisik unit yang saya miliki saat ini. Keduanya memiliki fungsi sama, yaitu sebagai pembatas daya / arus listrik. Perbedaan fisik dari kedua unit MCB tersebut, hanya sebatas untuk cara pemasangan di box MCB saja.

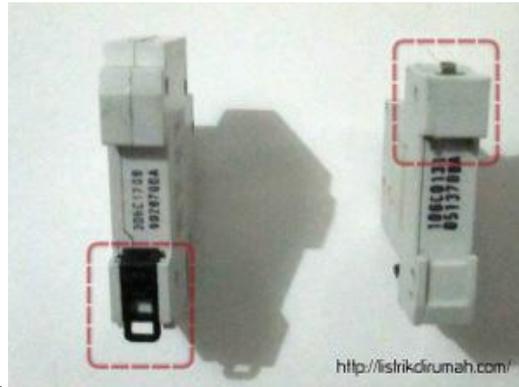
Pada bagian belakang masing-masing unit, ada bagian yang terpotong menjorok ke dalam. Bagian ini berfungsi untuk mengkaitkan unit pada potongan besi di box MCB.



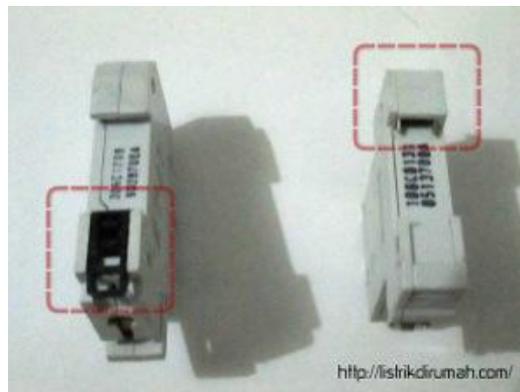
Gambar 2.11 Unit MCB Bagian Depan⁴



Gambar 2.12 Unit MCB Bagian Samping⁴



Gambar 2.13 Unit MCB Bagian Belakang 1⁴



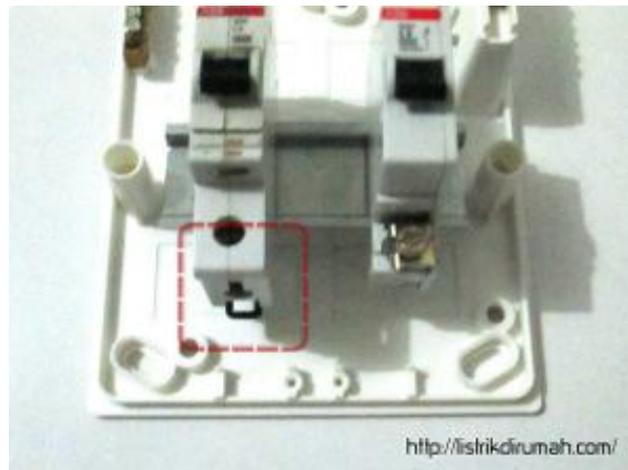
Gambar 2.14 Unit MCB Bagian Belakang 2⁴

Kedua model unit MCB seperti diatas disebut sebagai model “tunggal”, karena saat ini ada juga produk unit MCB dengan model “seri”. Saya belum pernah membeli atau pun memperhatikan detail fisik model seri ini. Namun, dari yang sepintas terlihat, model seri dapat dikatakan sebagai dua / beberapa model tunggal yang digabungkan menjadi satu kemasan. Saya akan membahas unit MCB model seri ini setelah ber-kesempatan untuk memeriksanya. Pada gambar, saya tambahkan kotak bergaris merah putus-putus yang menandakan perbedaan posisi bagian tuas penjepit di masing-masing model unit MCB.



2.10.3 Memasang unit MCB pada box MCB⁴

Sebagaimana yang saya nyatakan sebelumnya, memasang unit MCB tidaklah terlalu rumit. Anda hanya membutuhkan obeng min (-) sebagai alat bantu untuk mempermudah mengangkat tuas penjepit saat unit hendak dipasangkan pada box.



Gambar 2.15 Tuas Penjepit Bagian Bawah⁴



Gambar 2.16 Tuas Penjepit Bagian Atas⁴

⁴ <https://listrikdirumah.com/memasang-unit-mcb/#top>. Diakses 10 Mei 2016



Gambar 2.17 Unit MCB Setelah Terpasang Pada Box⁴

Model pertama memiliki tuas di bagian belakang bawah unit yang berfungsi sebagai penjepit agar unit bisa menempel di potongan besi bagian dalam box MCB. Sedangkan model kedua memiliki tuas di bagian belakang atasnya. Saat kedua model ini hendak dipasangkan pada potongan besi di dalam box MCB, bagian unit MCB yang tidak ber-tuas di kaitkan terlebih dulu pada potongan besi. Kemudian tuas ditarik sambil unit MCB ditekan hingga posisi bagian belakang unit menempel sepenuhnya pada potongan besi, lalu tuas dilepaskan agar menjepit potongan besi.

Jangan terbalik saat memasang unit MCB ini. Pastikan switch MCB dalam keadaan turun / posisi OFF (mati) untuk meyakinkan posisi bagian bawah dari unit MCB. Perbedaan tekanan saat kita menaikkan switch ke posisi ON (menyala) dapat dijadikan parameter untuk mengetahui switch MCB dalam keadaan ON atau OFF. Setelah unit MCB terpasang dengan benar, barulah kawat tembaga di-selip-kan pada bagian sekrup yang terdapat pada bagian bawah dan atas unit MCB.

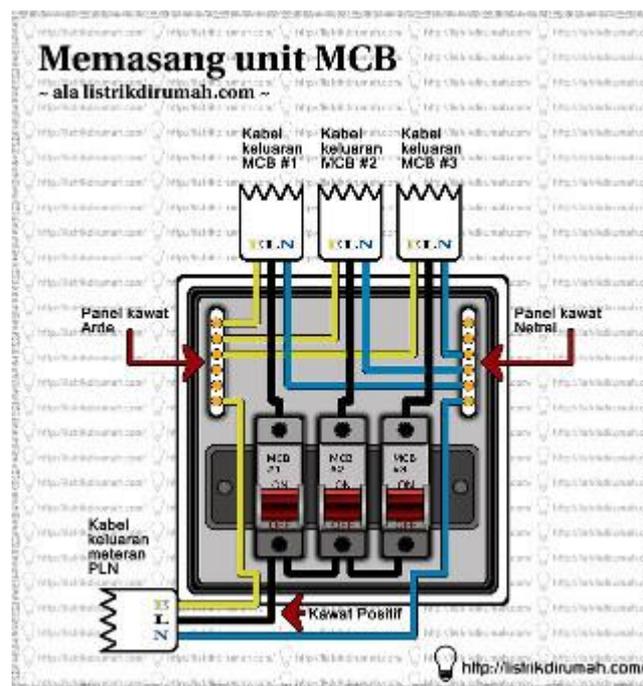


Pastikan kawat tembaga (kabel dari meteran PLN) yang dipasangkan di bagian bawah unit adalah jalur kawat arus aktif (positif). Demikian juga kawat tembaga (kabel keluaran / output ke jaringan kabel dalam rumah) yang dipasang di bagian atas unit diperuntukkan sebagai jalur distribusi arus aktif yang masuk ke jaringan kabel di dalam rumah.

Gambar di atas hanyalah contoh dari cara memasang unit MCB dengan model yang berbeda dalam satu box MCB. Pada realita penerapannya, pemasangan unit lebih baik untuk diseragamkan menjadi satu model dalam sebuah box MCB. Dengan demikian, pemasangan kawat tembaga yang masuk ke dalam unit dapat lebih mudah pengerjaannya.⁴

2.10.4 Skema Jalur Kabel Dalam Box MCB⁴

Di bawah ini adalah gambar skema jalur kabel keluaran meteran PLN masuk melalui 3 unit MCB yang terpasang dalam box MCB :

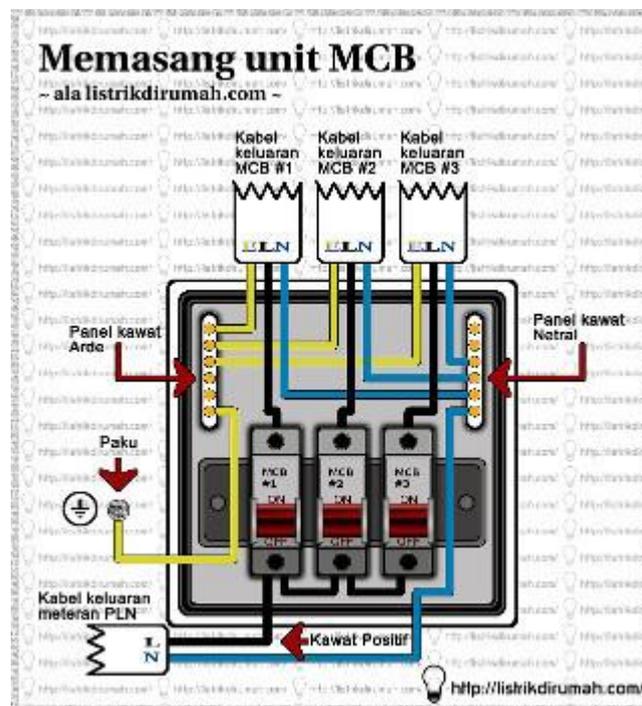


Gambar 2.18 Skema Jalur Kabel Dalam Box MCB “Dengan” Kawat Arde Dari Meteran PLN⁴



Pada gambar skema di atas, di asumsi-kan kondisi kabel keluaran PLN terdiri dari 3 kawat (arde, positif dan negatif). Arus aktif (kawat hitam), dimasukkan ke dalam unit MCB #1, kemudian dihubungkan secara paralel ke dua unit MCB lain-nya dengan menggunakan potongan kawat tembaga berukuran sama.

Seandainya kabel keluaran meteran PLN hanya terdiri dari 2 kawat (satu phase dua kawat) saja, maka harus dibuat grounding terpisah / tersendiri untuk mengakomodir kelebihan aliran listrik yang terdapat dalam kawat arde. Ilustrasi-nya seperti gambar skema di bawah ini :



Gambar 2.19 Skema Jalur Kabel Dalam Box MCB “Tanpa” Kawat Arde Dari Meteran PLN⁴

Kawat arde pada gambar skema di atas, terhubung (di-lilit-kan) pada “*paku*” yang sengaja harus kita tancapkan sendiri pada dinding / tembok rumah. Kondisi tersebut perlu dikerjakan dengan tujuan menyalurkan kelebihan arus

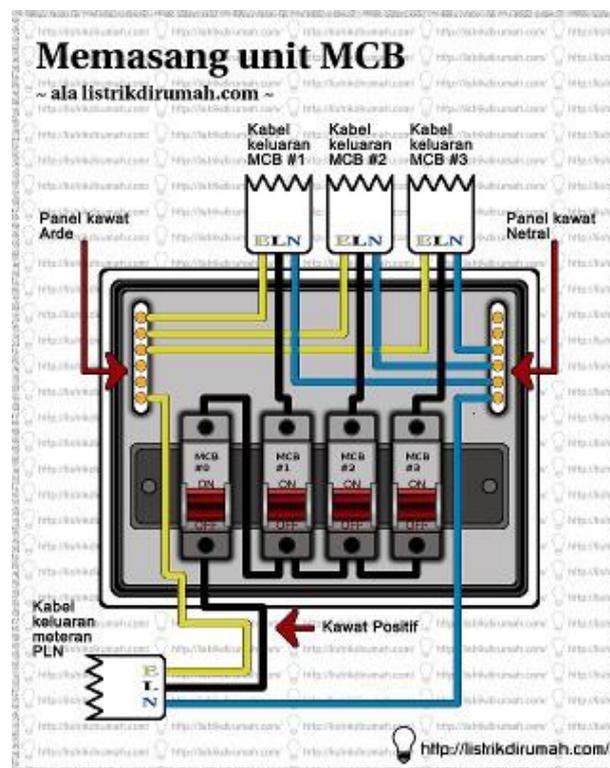


listrik yang beredar di permukaan *casing* perangkat elektronik seperti CPU atau lemari es / kulkas.

Kelupas-kan bagian pembungkus kawat yang hendak dililitkan pada paku. Media paku tersebut dapat diganti dengan potongan plat besi atau tembaga. Namun tetap harus dalam kondisi tertanam di dinding / tembok rumah.

2.10.5 MCB Induk dan MCB Anak⁴

Gambar berikut ini adalah skema jalur pemasangan kawat dalam box MCB dengan 1 (satu) unit MCB sebagai pengendali (*MCB induk*) dari MCB 1, 2 dan 3 (*MCB anak*).



Gambar 2.20 Skema Jalur Kawat Dalam Box MCB Dengan 1 (Satu) Unit MCB (MCB #0) Sebagai Pusat / Pengendali⁴



Cara ini, bisa digunakan seandainya dilakukan *pemasangan stabilizer* pada jalur kabel antara meteran PLN dengan box MCB. Besaran kapasitas unit MCB #0 ini, harus sama dengan kapasitas unit MCB di meteran PLN. Sedangkan tiga unit MCB lainnya, boleh berkapasitas sama atau lebih kecil dari MCB #0.

Dengan demikian, berapa pun total pemakaian daya dari ketiga unit MCB anak, akan selalu terbatas oleh kapasitas MCB induk. Jadi, seandainya terjadi pemakaian daya di atas kapasitas listrik terpasang oleh salah satu MCB anak, maka MCB induk akan “trip” terlebih dulu sebelum berefek ke stabilizer.

2.10.6 MCB, Kabel dan Beban Daya⁵

Pada meteran listrik PLN, biasanya kita akan menemukan sebuah perangkat yang dinamakan MCB. Umumnya, kita berhubungan dengan alat ini untuk kepentingan menyalakan dan mematikan arus listrik yang masuk ke dalam rumah. Sehingga, pengenalan kita mengenai fungsi MCB cenderung mirip dengan fungsi saklar lampu di dalam rumah yang digunakan untuk menyala-matikan lampu saja. Memang benar demikian adanya salah satu dari fungsi MCB yang kita kenal. Namun, ada fungsi lain dari MCB yang cukup penting untuk diketahui.

2.10.7 Fungsi Lain MCB⁵

Miniature Circuit Breaker atau lebih dikenal dengan singkatan MCB, lebih ditujukan keberadaannya untuk kepentingan membatasi beban arus listrik hingga level tertentu. Pengertian level tertentu disini adalah besar beban / kapasitas arus listrik yang diperkenankan untuk beredar dalam jaringan kabel di sebuah area (rumah / ruangan). MCB tidak dibuat untuk mengatur (smart control) besar arus listrik. Fungsinya hanya membatasi (dumb control) arus listrik saja. Berapa pun besar input daya ke dalam MCB, maka daya listrik yang menjadi keluaran dibatasi hanya sebesar sesuai kapasitas dari MCB saja. Jika terjadi perubahan besaran daya listrik melebihi kapasitas yang dimilikinya, maka switch MCB akan turun (mati). Inilah fungsi lain dari MCB yang kita perlukan, yaitu menjaga / membatasi gerak peredaran arus listrik agar tetap pada porsinya.



MCB bereaksi terhadap perubahan naik (lonjakan) voltase dari input daya dan output daya. Lonjakan voltase input daya berasal dari asupan listrik PLN, sedangkan lonjakan voltase output daya berasal dari ketidaksesuaian perlakuan terhadap pemakaian daya di dalam rumah. Kondisi lonjakan voltase ini juga mempengaruhi besar daya (Watt) arus listrik yang sedang beredar dalam jaringan kabel.

Maksud ketidak sesuaian perlakuan terhadap pemakaian daya adalah hal-hal yang berhubungan dengan pemakaian daya di rumah diluar batas yang telah ditentukan. Baik dilakukan dengan tidak sengaja; ataupun ketidaksesuaian kapasitas perangkat penunjang beban arus listrik (seperti kabel dan MCB); maupun ketidakpahaman relasi / hubungan antar perangkat penunjang beban arus listrik.

Pembahasan selanjutnya lebih menitikberatkan pada ketidaksesuaian perlakuan terhadap pemakaian daya dari dalam rumah. Karena faktor penyebab lonjakan voltase dari luar sangat bergantung dari peran pihak PLN. Tidak ada yang dapat kita lakukan di bagian itu.

2.10.8 Kapasitas MCB⁵

Perhitungan besar daya listrik (Watt), diperoleh berdasarkan perkalian antara satuan Ampere dengan Volt (tegangan). Kita bisa mengetahui besar daya listrik terpasang dan masuk ke dalam jaringan kabel di dalam rumah cukup dengan mengetahui besaran Ampere dan Voltase yang tertera pada unit MCB di meteran PLN. Biasanya kode yang menyatakan satuan Ampere didahului dengan huruf C, misalnya C4, C6, C10, C20 dan seterusnya. Sedangkan untuk kode yang menyatakan satuan Volt dapat langsung dikenali dari tulisan yang tertera seperti 230V/400V. Misalnya, instalasi listrik terpasang berkapasitas 1300VA ~ 220Volt, akan dikodekan dengan C6 dan 230V/400V. Kode C6 menunjukkan besaran 6 Ampere dan kode 230V menunjukkan besaran tegangan sebesar 220 Volt. Jadi, untuk menghitung berapa besar daya dari instalasi listrik terpasang di rumah, kita tinggal meng-kali-kan angka 6 dan 220 menjadi 1320 (Watt).



2.10.9 Penggunaan MCB⁵

Perangkat MCB ini tidak hanya selalu harus digunakan bersamaan dengan perangkat meteran listrik PLN. Alat ini dapat difungsikan berdiri sendiri dan dapat di temukan pembahasannya pada artikel *Memasang unit MCB*. Fungsi MCB dalam box MCB dalam rumah lebih ditujukan untuk kepentingan pembagian batas besar daya yang dapat digunakan dalam sebuah jaringan kabel di satu / beberapa area / ruangan. Di bagian inilah sering menimbulkan kerancuan dan kebingungan terhadap kondisi dan perilaku listrik yang sebenarnya.

Dalam menetapkan besaran kapasitas MCB yang hendak dipasang pada satu / beberapa area / ruangan, dapat dilakukan dengan dua cara : Permanen dan Fleksibel.

Pengertian permanen (tetap) disini adalah setiap area hanya dibatasi hingga besaran tertentu saja. Dengan cara ini, besar kapasitas listrik terpasang di bagi sedemikian rupa ke setiap ruangan. Sehingga, sebesar apapun pemakaian daya yang terjadi dalam satu ruangan, tidak akan mengganggu pemakaian daya di ruangan lainnya. Pada kasus-kasus tertentu, cara ini memiliki sisi merugikan. Karena daya listrik yang ada tidak dapat dipakai seluruhnya, walau pun daya tidak terpakai masih tersedia dan memungkinkan untuk digunakan.

Misalnya, sebuah rumah berdaya 30 Ampere (6600 Watt) ~ 220 Volt dibagi menjadi 3 MCB yang masing-masing berkapasitas 10 Ampere untuk memenuhi kebutuhan daya 3 area / ruangan dalam rumah. Akibatnya, pemakaian daya di setiap area / ruangan hanya dapat dilakukan hingga batas 10 Ampere (2200 Watt) saja. Walau pun tidak terjadi pemakaian daya di ruangan lainnya, pemakaian daya yang diperkenankan tetap hanya 10 Ampere saja per ruangan. Sehingga, jika terjadi pemakaian daya melebihi 10 Ampere di sebuah ruangan, hanya akan menyebabkan MCB ruangan itu saja yang “trip”. Tidak akan berefek pada ruangan lainnya.

Pengertian fleksibel (dinamis) adalah penggunaan daya di setiap area tidak dibatasi atau memiliki besaran yang sama dengan kapasitas MCB pada meteran PLN. Dengan menerapkan cara ini, seluruh daya listrik yang ada di seluruh rumah dapat diberdayakan hanya dalam satu ruangan saja. Tentu saja dengan kondisi



tidak ada pemakaian daya di ruangan lainnya. Sisi merugikan dalam penerapan cara ini adalah jika terjadi pemakaian daya secara bersamaan dan jumlahnya di atas kapasitas listrik terpasang, maka akan berefek ke seluruh rumah.

Misalnya, sama dengan kondisi contoh rumah sebelumnya, hanya kapasitas MCB yang terpasang di masing-masing ruangan adalah 30 Ampere. Akibatnya, daya yang tersedia (30 Ampere) dapat dimanfaatkan sepenuhnya dalam satu ruangan saja. Namun, cara ini memiliki kecenderungan untuk pemakaian daya melebihi kapasitas listrik terpasang. Jika terjadi pemakaian daya dengan formasi : Ruang 1 = 10 Ampere, Ruang 2 = 10 Ampere, Ruang 3 = 11 Ampere; maka MCB pada meteran PLN akan “trip” (jatuh). Dan ini akan berefek pada seluruh ruangan / area rumah.

Jika kita sama sekali tidak mengerti mengenai listrik, pembagian daya secara permanen adalah pilihan yang lebih mudah dan aman untuk diterapkan di rumah. Cara ini akan memudahkan kita untuk mengetahui dengan cepat jika terjadi masalah listrik di salah satu ruangan. Dampak lain dari penerapan cara ini adalah “memaksa” penghuni rumah yang menempati ruangan tersebut bertindak efektif dalam pemakaian daya listrik di ruangnya.

Besar pembagian daya menggunakan MCB ini, tidak harus sama di setiap ruangan. Kita dapat memasang besaran kapasitas MCB sesuai dengan kebutuhan dan fungsi ruangan. Ada baiknya menggunakan parameter / ukuran berdasarkan frekuensi aktivitas harian yang berlangsung dalam ruangan. Misalnya, memasang kapasitas MCB lebih besar untuk area dapur daripada area kamar tidur / ruang keluarga. Namun hal penting untuk diperhatikan adalah menghindari total kapasitas MCB yang terpasang di dalam rumah melebihi kapasitas MCB pada meteran PLN. Ini semata-mata untuk menjaga keamanan dan kenyamanan pemakaian daya listrik sehari-hari.

2.10.10 Memanfaatkan keberadaan MCB⁵

Dengan adanya pemahaman mengenai per-untuk-kan fungsi penggunaan setiap jenis kabel ini, spesifikasi kabel lainnya yang perlu diketahui hanyalah sebatas pada fisik ketebalan kawat tembaga dan kemampuan menahan beban



voltase saja. Jika semua spesifikasi kabel yang terpasang pada jaringan kabel sudah sesuai, maka kita dapat memanfaatkan unit MCB untuk meminimalisir lamanya waktu kondisi “overload” arus listrik yang terjadi.

Hal ini, setidaknya dapat mencegah / menghindari kemungkinan terjadinya kerusakan perangkat elektronik yang ada. Dengan demikian, pemilihan kapasitas MCB yang akan dipasang dalam box MCB, harus benar-benar dipikirkan secara matang. Tindakan ini akan menjadikan MCB berperan sebagaimana fungsi sebenarnya, yaitu menjaga arus listrik tetap pada porsinya.

Kemungkinan MCB rusak akibat dijadikan “gerbang pertama” dalam menghadapi setiap kondisi overload arus listrik adalah cenderung pasti terjadi. Bagi saya, ini adalah salah satu pilihan / cara terbaik dalam mengantisipasi kerugian yang lebih besar dari kerusakan akibat kelebihan beban arus listrik.

Pengalaman saat menangani penggantian kabel di rumah, membawa saya pada sedikit pemahaman mengenai peran dan fungsi MCB dalam melengkapi keamanan instalasi listrik serta kenyamanan pemakaian daya yang lebih baik di rumah. Berdasarkan beberapa kode-kode yang tertera pada MCB di meteran PLN, kita dapat langsung mengenali besar beban arus listrik dan kapasitas unit MCB serta spesifikasi fisik kawat tembaga yang seharusnya ada dalam jaringan kabel.

Memang ada keterkaitan erat antara beban daya listrik dengan fisik kawat tembaga dalam kabel. Untuk mendapatkan standar kualitas listrik yang memadai, kapasitas dari faktor pendukung keberadaannya perlu diperhitungkan secara matang. Umumnya, permasalahan listrik yang terjadi di rumah, berkisar pada ketidaksesuaian antara ketiga faktor (MCB, kabel dan beban daya) tersebut. Setidaknya, dengan memenuhi standar ukuran sebagaimana yang seharusnya digunakan, kita dapat terhindar dari kerugian atas kerusakan perangkat elektronik di rumah akibat perilaku tidak terduga arus listrik dalam jaringan kabel di rumah.

2.11 Kapasitas Kabel⁵

2.11.1 Kapasitas Kabel Menahan Beban Voltase (Volt)

Besar kapasitas beban voltase yang menjadi keluaran MCB ini harus diimbangi dengan kapasitas yang sama pada kabel dalam menahan beban voltase.



Besar fisik kawat tembaga yang diperkenankan boleh lebih besar ataupun lebih kecil dari kapasitas listrik terpasang. Tergantung dari kebutuhan dan tujuan pemakaian, namun yang terpenting harus dapat menahan beban voltase sesuai tertera pada MCB (230/400V). Kode ini tertera pada pembungkus kabel sebagai 300 / 500V. Ketidaksiuaian kemampuan menahan beban voltase pada kawat tembaga (lebih kecil), akan membuat kondisi kawat mudah menjadi panas. Pada titik tertentu, suhu panas yang dihasilkan mampu me-leleh-kan karet pembungkus kawat. Jika sudah mencapai kondisi seperti ini, biasanya switch MCB akan mudah “trip”.

2.11.2 Kapasitas Kabel Dalam Menahan Beban Daya (Watt)⁵

Judul kolom ke-2 adalah “**Penampang Kabel (mm²)**” yang mana dalam artikel ini diartikan sebagai **besar fisik kawat tembaga**. Sedangkan judul kolom ke-3 adalah “**Kemampuan membawa Arus (Ampere)**” yang dalam artikel ini diartikan sebagai **besar beban arus listrik (daya)**. Angka-angka pada tabel ini menjelaskan kesesuaian antara besar fisik kawat tembaga dengan beban arus listrik yang mampu dilewatinya / dihantarkan.

Tabel 2.2 Kemampuan Hantar arus

No	Penampang Kabel (MM ²)	Kemampuan membawa Arus (Ampere)
1.	0,75	12
2.	1	15
3.	1,5	18
4.	2,5	26
5.	4	34
6.	6	44
7.	10	61
8.	16	82
9.	25	108
10.	35	135
11.	50	168
12.	70	207
13.	95	250
14.	120	292



Sumber : Katalog igus chainflex terbitan tahun 2009⁵

Kapasitas kabel dalam menahan beban daya (Watt), kurang-lebih konsepnya mirip dengan kapasitas kabel dalam menahan beban tegangan (Volt). Namun disini lebih menitik beratkan pada besar fisik kawat tembaga dalam kabel. Jadi, keluaran daya (Watt) MCB juga harus diimbangi dengan kapasitas yang sama dengan kemampuan kabel menahan beban daya (Watt). Kemampuan kabel dalam menahan beban daya lebih ditentukan oleh ukuran fisik kawat tembaga yang dimilikinya. Anda dapat melihatnya pada angka yang tertera pada tabel tabel di atas.

Pengertiannya disini adalah untuk kapasitas listrik 4400 Watt, kita tidak harus menggunakan kabel dengan fisik kawat tembaga 2,5mm². Maksud fungsi ketebalan fisik kawat tembaga 2,5mm² disini adalah dapat digunakan untuk menahan beban penggunaan daya hingga 4400 Watt. Jadi, jika instalasi listrik terpasang di rumah 4400 Watt dan anda hendak menggunakan seluruh daya 4400 Watt untuk menjalankan satu / beberapa perangkat elektronik sekaligus, maka kabel yang disarankan untuk itu adalah kabel dengan (minimum) fisik kawat tembaga 2,5mm².

2.11.3 Ukuran Ideal Fisik Kawat Tembaga⁵

Jika mengacu pada tabel kemampuan hantar arus di atas, fisik kawat tembaga berukuran 0,75mm² pada tegangan 220 Volt mampu untuk menahan beban daya hingga sebesar 12 Ampere x 220 Volt = 2640 Watt. Jadi, kabel dengan fisik kawat tembaga 0,75mm² bisa digunakan pada jaringan kabel untuk instalasi listrik terpasang mulai dari 450 hingga 2200 Watt.

2.11.4 Faktor Penentu Ukuran Kawat Tembaga⁵

Untuk menyalakan lampu berkapasitas daya sebesar 5 Watt selama 24/7, cukup dengan menggunakan fisik kawat tembaga sebesar 0,75 mm². Tidak perlu hingga 1,5 mm². Namun, ada beberapa hal / faktor yang cukup rumit dalam



penerapannya, terlebih lagi jika kita membuat pencabangan dari / untuk stopkontak.

- Faktor I – Perbedaan ukuran kawat tembaga : Membuat pencabangan kabel untuk rumah lampu dengan mengambil sumber daya dari jalur kabel stopkontak adalah hal biasa ditemukan pada jaringan kabel di rumah siap huni. Mungkin hal itu memang telah menjadi teknik standar untuk diterapkan di rumah siap huni. Seandainya besar ukuran sambungan kabel rumah lampu $0,75\text{mm}^2$ dan $2,5\text{mm}^2$ untuk stopkontak; tidaklah mudah membuat sambungan antar kabel yang rapi dari kedua ukuran kawat tembaga tersebut. Bisa dilakukan, namun tidak mudah pengerjaannya.
- Faktor II – Mudah diperoleh : Tidak semua ukuran kabel mudah diperoleh dan dijual murah di pasaran. Saya dengan mudah mendapatkan kabel dengan spesifikasi kawat $2,5\text{ mm}^2$ dan $1,5\text{ mm}^2$ dari brand / merk yang sama di pasaran dengan harga grosir, tetapi tidak demikian halnya untuk ukuran 1 mm^2 dan $0,75\text{ mm}^2$.
- Faktor III – Kemampuan menahan beban : Jumlah pencabangan stopkontak yang menginduk pada satu jalur kabel adalah kasus yang sering terabaikan. Faktor ini terlihat sepele namun dalam prakteknya sering membawa masalah tidak terduga di kemudian hari. Semakin banyak cabang stopkontak dibuat dari satu kabel induk, semakin besar kemungkinan beban arus listrik yang harus ditanggung oleh kabel induk.

2.11.5 Instalasi Jaringan Kabel Yang Ideal⁵

Idealnya, ada pemisahan antar unit MCB untuk sambungan stopkontak dengan lampu dalam sebuah jaringan kabel di sebuah rumah. Dengan demikian, kapasitas unit MCB untuk masing-masing kebutuhan dapat dibedakan. Terpisahnya jalur lampu penerangan dengan stopkontak, akan memudahkan kita untuk pemeliharaan dan perawatan serta memodifikasi jalur distribusi (pencabangan stop kontak / rumah lampu) peredaran arus listrik di rumah.

2.11.6 Perlunya Mengetahui Jenis Kabel⁵



Untuk memenuhi kebutuhan media penghantar arus listrik di rumah, yaitu kabel tunggal dan serabut. Itulah perbedaan fisik paling mendasar dan dapat langsung dikenali mata telanjang dari kabel-kabel yang beredar dipasaran. Turunan / strain dari masing-masing kabel tersebut dapat langsung dikenali perbedaannya berdasarkan tingkat ketebalan dan jumlah lapisan pembungkusnya. Hal yang menjadi parameter hingga akhirnya saya menggunakan kabel tunggal untuk dipakai membangun jaringan kabel di rumah adalah kemampuannya menangani beban arus listrik dengan baik. Selain mudah ditemukan dipasaran dengan harga relatif lebih murah dari kabel serabut, kabel tunggal juga banyak disarankan oleh praktisi listrik di lapangan untuk dijadikan standar kabel pada jaringan kabel di rumah.

Ternyata, memang ada perbedaan peruntukkan pemakaian kabel berdasarkan jenisnya. Peruntukkan pemakaian kabel ini, diwakili dengan kode tertera pada pembungkusnya. Berbeda kode, maka peruntukkan pemakaian kabel pun berbeda. Seringkali pengkodean ini diabaikan karena kemiripan satu dengan lainnya. Sehingga akhirnya spesifikasi ukuran kawat tembaga dan beban voltase yang digunakan sebagai parameter. Misalnya, kabel untuk kebutuhan peralatan elektronik memiliki kode NYMHY dengan spesifikasi kawat tembaga serabut $2 \times 1,5\text{mm}^2$ (NYMHY ~ $2 \times 1,5\text{mm}^2$ ~ 4 OM).

Jenis kabel tunggal, memang dirancang (salah satunya) untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Berbeda dengan kabel serabut, yang dirancang untuk kebutuhan pemakaian daya sesekali saja (tidak konstan).

2.12 KWH Meter⁶

2.12.1 KWH Meter Analog

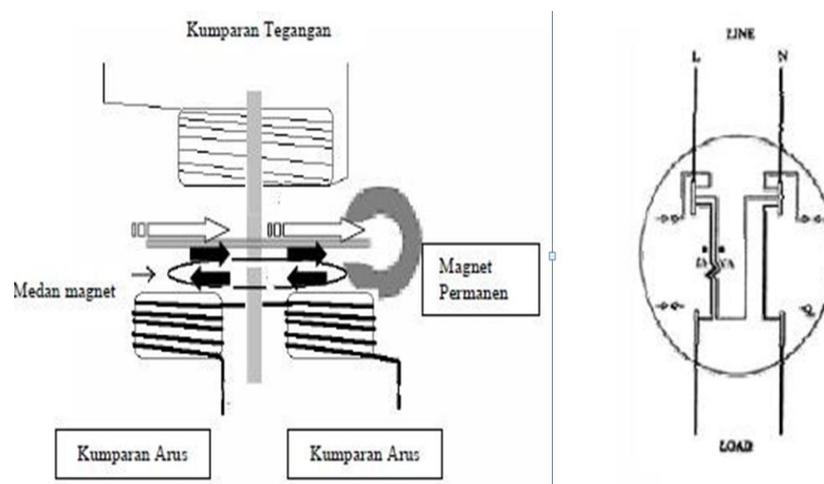
Kwh meter adalah alat yang digunakan oleh pihak PLN untuk menghitung besar pemakaian daya konsumen. Alat ini sangat umum dijumpai di masyarakat. Bagian utama dari sebuah KWH meter adalah kumparan tegangan, kumparan arus, piringan aluminium, magnet tetap yang tugasnya menetralkan piringan aluminium dari 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.



Gambar 2.21 KWH Meter Analog⁶



a. Medan Magnet Pada KWH Meter

b. Model Fisik KWH Meter

Gambar 2.22 KWH Meter Listrik⁶

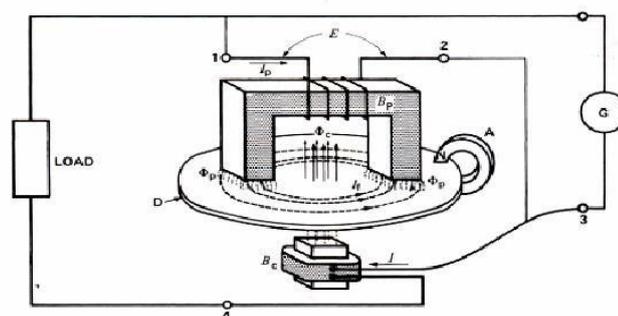


Gambar di atas menggambarkan kepada kita bagaimana medan magnet memutar piringan aluminium. Arus listrik yang melalui kumparan arus mengalir sesuai dengan perubahan arus terhadap waktu. Hal ini menimbulkan adanya medan di permukaan kawat tembaga pada koil kumparan arus. Kumparan tegangan membantu mengarahkan medan magnet agar menerpa permukaan aluminium sehingga terjadi suatu gesekan antara piringan aluminium dengan medan magnet disekelilingnya. Dengan demikian maka piringan tersebut mulai berputar dan kecepatan putarnya dipengaruhi oleh besar kecilnya arus listrik yang melalui kumparan arus.

Gambar 2.24.b merupakan koneksi KWH Meter dimana ada empat buah terminal yang terdiri dari dua buah terminal masukan dari jala – jala listrik PLN dan dua terminal lainnya merupakan terminal keluaran yang akan menyuplai tenaga listrik ke rumah. Dua terminal masukan dihubungkan ke kumparan tegangan secara parallel dan antara terminal masukan dan keluaran dihubungkan ke kumparan arus.

2.12.2 Prinsip Kerja KWH Meter⁶

Berikut diberikan gambar KWH meter analog beserta gambar prinsip kerja dari KWH meter tersebut apabila ditinjau dari segi fisika. Dari gambar 2.4 di bawah dapat dijelaskan bahwa arus beban I menghasilkan fluks bolak-balik ϕ_c , yang melewati piringan aluminium dan menginduksinya, sehingga menimbulkan tegangan dan *eddy current*. Kumparan tegangan B_{ϕ} menghasilkan fluks bolak-balik ϕ yang memintas arus I_f . Karena itu piringan mendapat gaya, dan resultan dari torsi membuat piringan berputar.



Gambar 2.23 Prinsip Dasar KWH Meter⁶



Torsi ini sebanding dengan fluks p dan arus IF serta harga cosinus dari sudut antaranya. Karena p dan IF sebanding dengan tegangan E dan arus beban I , maka torsi motor sebanding dengan $EI \cos$, yaitu daya aktif yang diberikan ke beban. Karena itu kecepatan putaran piringan sebanding dengan daya aktif yang terpakai. Semakin besar daya yang terpakai, kecepatan piringan semakin besar, demikian pula sebaliknya. Secara umum perhitungan untuk daya listrik dapat di bedakan menjadi tiga macam, yaitu :

- Daya kompleks $S(VA) = V.I$
- Daya reaktif $Q(VAR) = V.I \sin \phi$
- Daya aktif $P(Watt) = V.I \cos \phi$ (2.4)⁵

Hubungan dari ketiga daya diatas dapat dituliskan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S^2 = P^2 + Q^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dari ketiga daya diatas, yang terukur pada KWH meter adalah daya aktif, yang dinyatakan dengan satuan Watt.

2.12.3 Perhitungan Biaya KWH Meter⁶

KWH Meter berarti *Kilo Watt Hour Meter* dan kalau diartikan menjadi n ribu watt dalam satu jamnya. Jika membeli sebuah KWH Meter maka akan tercantum X putaran per KWH, artinya untuk mencapai 1 KWH dibutuhkan putaran sebanyak x kali putaran dalam setiap jamnya. Contohnya jika 900 putaran per KWH maka harus ada 900 putaran setiap jamnya untuk dikatakan sebesar satu KWH. Jumlah KWH itu secara kumulatif dihitung dan pada akhir bulan dicatat oleh petugas besarnya pemakaian lalu dikalikan dengan tarif dasar listrik atau TDL ditambah dengan biaya abodemen dan pajak menghasilkan jumlah tagihan yang harus dibayarkan setiap bulannya.

⁵ <http://ibnubahrulrama.blogspot.co.id/2013/11/kwh-meter-digunakan-untuk-mengukur.html>.
Diakses 15 Mei 2016



2.12.4 KWH Meter Prabayar PLN⁶

Kwh meter pbrabayar ini dirancang dengan menggunakan kwh meter elektrik yang baru. Sistem pembayaran atau pengisian rekening listrik adalah dengan menggunakan aplikasi chip card. Aplikasi ini sangat memudahkan masyarakat dan PLN dalam hal proses pengisian rekening listrik yang efektif. Chip card adalah suatu jenis kartu alat pembayaran yang semakin populer seiring dengan kemajuan teknologi mikroelektronika serta semakin meningkatnya tuntutan masyarakat terhadap alat pembayaran yang praktis. Kehadiran chip card tidak dapat dihindari dimana penggunaannya semakin luas baik volume maupun lingkup aplikasinya. Salah satu kemungkinan aplikasi chip card adalah sebagai alat bayar konsumsi energi listrik.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh oleh Pengelola Gedung dari penggunaan KWh meter pra-bayar di antaranya adalah:

1. Mendapatkan uang kas lebih awal sebelum listrik diproduksi dan digunakan, sehingga dapat menambah likuiditas perusahaan ini.
2. Pengendalian transaksi lebih mudah sehingga mengurangi kemungkinan tagihan yang tidak terbayar dan pencurian listrik. Pemasaran listrik prabayar ini dapat juga diserahkan pada pihak ketiga.
3. Pengurangan overhead atau biaya yang diperlukan untuk pengecekan konsumsi listrik ke rumah-rumah atau konsumen lainnya.

Sedangkan bagi konsumen, sistem ini juga dapat menguntungkan yaitu :

1. Pengendalian penggunaan listrik dapat lebih baik, karena pembayaran yang dilakukan diawal dapat digunakan untuk membatasi konsumsi
2. Perbaikan sistem pengukuran karena perangkat elektronik yang digunakan adalah elektronis dengan ketelitian dan keamanan yang lebih tinggi
3. Mengurangi kesalahan penagihan yang disebabkan human error.



2.12.5 Prinsip Kerja Kwh Meter Prabayar Chip Card⁶

Chip card dapat digunakan sebagai alat pembayaran rekening listrik dengan mengembangkan Kwh meter Elektronik Digital yang dilengkapi dengan perangkat pembaca kartu serta perangkat transaksi lunak berbasis smart card. Kwh meter akan beroperasi berdasarkan nilai kredit yang dimasukkan (download) dari chip card kedalam register Kwh, dan selanjutnya nilai kredit tersebut dijadikan acuan untuk mengontrol bekerjanya Kwh meter. Nilai kredit didalam register akan dikurangi secara bertahap sebanding dengan nilai energi listrik yang telah dikonsumsi (digunakan).

Jika isi register telah habis maka Kwh meter harus segera diisi kembali (register sisa pulsa sama dengan 10%) maka ada alarm (LED ON), dan jika setelah jangka waktu yang telah ditetapkan belum juga diisi nilai kreditnya maka Kwh meter akan memutus saklar pemutus atau Internal Contactor sehingga supply daya terputus. Pengisian pulsa listrik kedalam smart card menggunakan Portable Terminal yang koneksi dengan Perangkat Lunak Sinkronisasi Dan Billing Sistem yang telah diinstal di Komputer (Master Station).

2.12.6 Perbedaan Kwh Meter Prabayar Rakitan Dengan Kwh Meter Prabayar PLN.⁶

Perbedaan yang dapat dilihat dari kedua alat yaitu antara Kwh Meter Prabayar Rakitan dengan Kwh Meter Prabayar PLN adalah :

1. Kwh Prabayar Rakitan menggunakan Kwh Meter analog, sedangkan Kwh Meter Prabayar PLN menggunakan Kwh Elektronik
2. Kwh Prabayar Rakitan menggunakan sensor optocoupler untuk menghitung daya beban pemakaian, sedangkan Kwh Prabayar PLN langsung menggunakan rangkaian otomatis yang sudah digabungkan dengan Kwh elektronik



3. Kwh Prabayar Rakitan menggunakan Keypad 4x4 sebagai interface untuk pengisian voucher listrik, sedangkan pada Kwh Prabayar PLN menggunakan perangkat pembaca kartu (Chip Card Reader) dan ada juga yang menggunakan keypad 4x4 sebagai interfacenya.

2.13 Untuk Menghitung Daya Listrik Yang Terdapat Dirumah⁶

Rumus yang digunakan ialah :

$S = V \times I$, hasilnya menggunakan satuan **VA (Volt Ampere)**.

Misalkan :

Listrik dirumah anda menggunakan arus 1 phase (220 volt) dengan MCB 10 A maka untuk menghitung daya listriknya menggunakan seperti dibawah ini.

$$S = 220 \text{ V} \times 10 \text{ Amp} = 2200 \text{ VA.}$$

Seharusnya, untuk 1 Phase :

$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$ (**phi**), untuk $\text{cos } \phi$ (power factor) bisa bernilai 0,8 atau 1.

$$P = 220 \text{ V} \times 10 \text{ Amp} \times 0,8 = 1760 \text{ watt.}$$

$$P = 220 \text{ V} \times 10 \text{ Amp} \times 1 = 2200 \text{ watt.}$$

Jadi kalau dirumah, beban pemakaian mempunyai $\text{Cos } \phi$ (Power factor) 0.8, maka dengan berlangganan 2200 VA (Limiter 10 Amp), kita hanya bisa memakai 1760 watt saja. Sedangkan jika $\text{Cos } \phi$ (power factor) 1, maka anda bisa memakai 2200 watt.

Untuk 3 Phase:

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \text{ (akar tiga)} \times \text{Cos } \phi.$$

Contoh :

$$1. P = 380 \text{ V} \times 10 \text{ Amp} \times 1,73 \times 0,8 = 5259.2 \text{ watt.}$$

$$2. P = 380 \text{ V} \times 10 \text{ Amp} \times 1,73 \times 1 = 6574 \text{ watt.}$$

Catatan :

1. Dalam perhitungan 3 phase harus selalu disertakan $\sqrt{3}$ (akar tiga).
2. $\text{Cos } \phi$ adalah Power Factor.
3. Satuan VA untuk daya semu sedangkan untuk watt adalah daya nyata.



2.13.1 Cara Menghitung Ampere pada MCB⁷

MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah alat yang berfungsi untuk memutus hubungan listrik yang bekerja secara otomatis apabila ada arus atau beban lebih yang melebihi kapasitas nominal dari MCB tersebut.

Misalnya jika terjadi short circuit atau hubung pendek atau konslet (karena pada saat terjadi short, arus listrik akan melonjak naik), maka MCB akan jatuh / trip atau mati dengan sendirinya atau secara otomatis. Sebagai pembatas beban, MCB dipasang bersama KWH meter dan disegel oleh PLN biasanya bertuas warna biru. Sedang untuk pengaman instalasi listrik di dalam alat ini bertugas⁶ menggantikan sekring biasanya warna hitam pada tuasnya. Untuk pengoperasiannya sangat sederhana yakni menggunakan tuas naik (on) dan turun (off). Ukuran MCB sama seperti sekring ada 2Ampere, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A dan 63A. MCB terdapat berbagai jenis untuk berbagai macam kebutuhan pemutusan arus listrik. Menurut fasa, ada 1phasa, 2phasa, 3 phasa, dan menurut jenis peralatan yang akan diproteksi misal: instalasi motor 3 phasa, instalasi tenaga, dan lain-lain, masing-masing berbeda jenis dan ratingnya.

Kebutuhan ampere :

$$3 \text{ } \emptyset \text{ (phasa) } \quad I = P / (\emptyset 3) . V . \cos \varphi$$

$$1 \text{ } \emptyset \text{ (phasa) } \quad I = P / V . \cos \varphi$$

P : Daya (kW)

V : Tegangan (Volt)

Misal:

Sebuah motor listrik 3 \emptyset mempunyai daya : 10 kW

Berapa kebutuhan Ampere pada MCB ?

nilai $\cos \varphi$ minimal dari PLN = 0.85

$$\begin{aligned} I &= P / (\emptyset 3) . V . \cos \varphi \\ &= 2000 / (\emptyset 3) . 380 . \cos \varphi \\ &= 2000 / (\emptyset 3) . 380 . 0,85 \\ &= 3.6 \text{ A} \end{aligned}$$

⁶ <http://dokumen.tips/documents/cara-menghitung-ampere-pada-mcb.html>. Diakses 18 Mei 2016



Arus nominal pada Rating MCB harus lebih besar dari arus yang dibutuhkan oleh peralatan yang terhubung. Pilih MCB yang mempunyai rating arus sebisa mungkin lebih tinggi tetapi mendekati hasil perhitungan:

Ampere yang digunakan pada MCB : $4 A^7$

2.13.2 Cara Hitung Kwh Perbulan:⁸

Daya x jam pemakaian x 1 bulan = Total KWH per bulan untuk berapa rupiah biayanya, tergantung dari daya langganan listrik di tempat kita. tiap langganan daya mempunyai tarif yang berbeda-beda satu sama lain. dengan daya 1000 watt/jam (= 1 KWH) dan misal lama pemakaian 1 jam/hari, maka bisa dihitung sebagai berikut:

$$1 \text{ KWH} \times 1 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} = 30 \text{ KWH/bulan}$$

Apabila kita berlangganan daya listrik dengan daya 1.300 VA sesuai dengan ketentuan tarif dasar listrik baru tahun 2013, biaya per KWH yaitu (final triwulan iv) Rp 979.

Kurang lebih biaya yang dikeluarkan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik/Bulan} &= \text{Total KWH/Bulan} \times \text{Tarif/KWH} \\ &= 30 \text{ kwh} \times \text{Rp } 979 = \text{Rp } 29.370 \end{aligned}$$

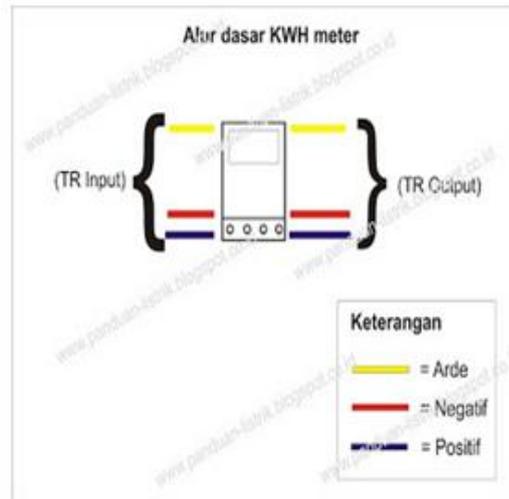
Mungkin kurang lebih biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 29.370,-

2.14. Cara mudah pemasangan KWH⁸

1. Arus listrik masuk dari tiang TR atau tiang utama listrik yang menuju kerumah kita beri symbol dengan (TR input)
2. Arus listrik keluar yakni arus setelah KWH meter dipasangan kita beri symbol (TR aoutput)



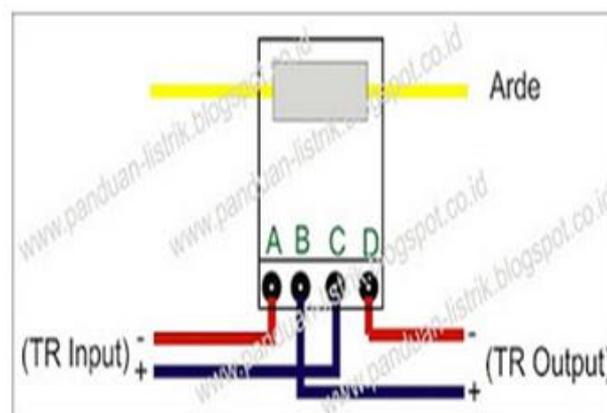
Lihat gambar dibawah ini



Gambar 2.24 Alur dasar KWH meter⁸

Pada arus input TR ada dua kabel yakni positif dan negatif yang merupakan sebagai arus masuk sedangkan arde (pembumian) dibuat disamping atau berdekatan jaraknya dengan KWH meter untuk arde ini jangan sampai dilupakan, karena sebagai pengaman pertama arus listrik dari gangguan petir.

Pada KWH terdapat empat buah sekrup utama input kabel disinilah nantinya akan dipasang arus TR output, cara pemasangannya bisa di lihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.25 Pemasangan KWH Meter⁸



Jadi pemasangan haruslah saling silang kabel fositif (TR input) dimasukan ke sekrup C, sedangkan kabel negative (TR input) dimasukkan ke sekrup A, untuk pengaturan pada (TR output) di pasang pada sekrup D, agar ars input dan output tetap setabil, setelah kabel pada KWH meter terpasang dengan benar maka berikutnya baru di pasang MCB sebagai pengaman dan pembatas pemakaian beban listrik⁷

⁷ [https://panduanlistrik.blogspot.co.id/2015/12/panduan memasang Kwh meter](https://panduanlistrik.blogspot.co.id/2015/12/panduan%20memasang%20Kwh%20meter).diakses 23 mei 2016