STUDI KEMAMPUAN PANEL LVMDP TERHADAP PEMBEBANAN

M. Saleh Al Amin
Dosen Universitas PGRI Palembang
e-mail : saleh.pgri@gmail.com

ABSTRAK

Panel LVMDP merupakan peralatan listrik yang terdiri dari beberapa komponen listrik, yang berfungsi sebagai pembagi utama saluran distribusi tegangan rendah ke setiap saluran beban, sebagai pembatas daya utama, dan pengaman pada rangkaian utama sistem distribusi tegangan rendah. Komponen-komponen yang terdapat pada panel LVMDP ini antara lain, MCCB utama, MCCB salauran setiap beban atau cabang, Selector Switch, Contactor, KWh meter, ACB, UVT, OVT, OCR, EFR, RPR, GFCI, RCD, TOR, Busbar tembaga, CT, Alat ukur arus, tegangan, frekwensi, Faktor kerja, Synkronous meter, Capacitor Bank, Pushbutton, Pilot Lamp, dan peralatan penunjang lainnya, seperti terminal, dan lainnya. Komponen utama yang sangat berperan dalam penyaluran daya suatu panel LVMDP dalam keadaan normal adalah MCCB, yang dapat memikul seluruh beban panel dalam keadaan steady state. MCCB ini akan ditunjang oleh komponen-komponen lainnya apabila terjadi gangguan, seperti bila terjadi hubung singkat, yang terjadi setelah MCCB. Bila terjadi gangguan sebelum MCCB, maka komponen yang akan bekerja adalah UVT atau OVT, dan seterusnya, sehingga bila terjadi gangguan maka MCCB akan di backup oleh komponen penunjang. Tetapi bila terjadi kegagalan pada komponen penunjang, maka MCCB harus dapat berfungsi sebagai proteksi terhadap panel LVMDP secara keseluruhan, baik dari gangguan beban lebih, maupun gangguan hubung singkat, tetapi MCCB tidak dapat menanggulangi gangguan di luar kemampuannya. Dengan demikian kemampuan MCCB untuk melindungi panel LVMDP dari gangguan beban lebih dan hubung singkat, tertera pada nameplate MCCB tersebut.

Kata Kunci : LVMDP, kemampuan MCCB.

ABSTRACT

The LVMDP panel is an electrical apparatus composed of several electrical components, which serve as the main divider of low voltage distribution channels to each load channel, as the main power constraint, and the safety in the main circuit of low voltage distribution system. The components contained in this LVMDP panel are, among others, the main MCCB, MCCB of each load or branch, Selector Switch, Contactor, KWh meter, ACB, UVT, OVT, OCR, EFR, RPR, GFCI, RCD, TOR, Busbar copper , CT, Current measuring instrument, voltage, frequency, Working factor, Synkronous meter, Capacitor Bank, Pushbutton, Pilot Lamp, and other supporting equipments, such as terminal, and others. The main component that plays an important role in channeling the power of an LVMDP panel under normal circumstances is the MCCB, which can carry the entire load of the panel in a steady state state. This MCCB will be supported by other components in case of interference, such as when a short circuit occurs, which occurs after MCCB. In case of interference before MCCB, then component that will work is UVT or OVT, and so on, so that if there is interference then MCCB will be backed by supporting components. However, in case of failure of the supporting components, MCCB must be able to function as a protection against the LVMDP panel as a whole, either from overloading, or short circuit, but MCCB can not cope with interference beyond its capability. Thus the ability of MCCB to protect LVMDP panels from overloading and short circuit, is shown on the nameplate MCCB.

Keywords : *LVMDP, MCCB capability.*

PENDAHULUAN

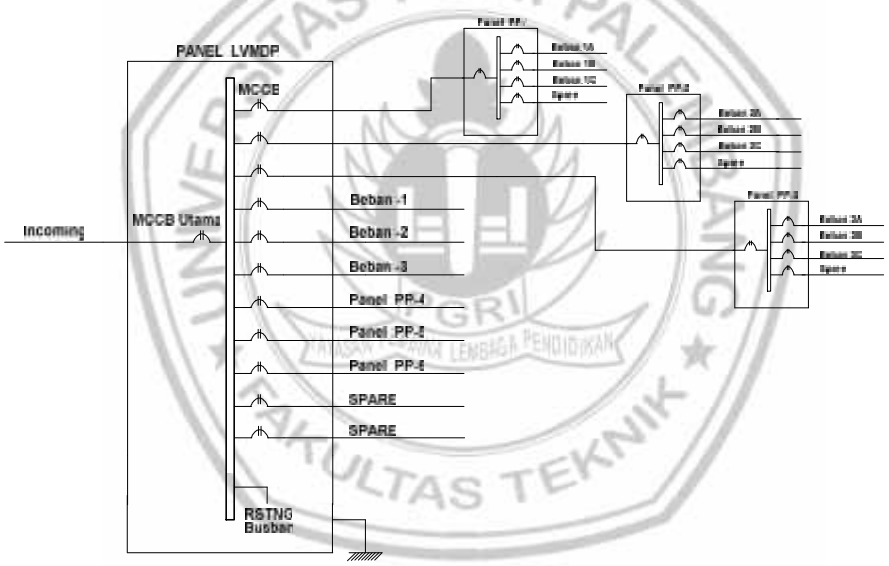
MCCB merupakan komponen utama yang sangat berperan dalam penyaluran daya suatu panel LVMDP, yang harus dapat memikul seluruh beban panel dalam keadaan steady state maupun gangguan. MCCB yang dipasang pada panel LVMDP juga harus mampu untuk menahan arus hubung singkat terbesar untuk seluruh rangkaian beban panel untuk jangka waktu tertentu.

Tetapi pada umumnya MCCB yang dipasang pada panel LVMDP tidak memperhitungkan kemampuan MCCB untuk menahan arus hubung singkat pada rangkaian bebannya, sehingga sering terjadi kerusakan MCCB pada panel LVMDP pada saat terjadi hubung singkat di rangkaian bebannya.

TINJAUAN PUSTAKA

Panel LVMDP

LVMDP adalah kependekan dari Low Voltage Main Distribution Panel, berarti panel LVMDP ini bekerja pada tegangan rendah dan berfungsi sebagai pembagi utama daya untuk seluruh instalasi feeder yang dilayaninya.



Gambar 1. Wiring Diagram Panel LVMDP sederhana.

Gambar 2. Komponen di luar panel LVMDP

Gambar 3. Komponen di dalam panel LVMDP

Dari Gambar 1, suatu wiring sistem kelistrikan panel LVMDP, komponen utama yang harus dapat memikul bebannya adalah MCCB utama, kemudian busbar, dan MCCB cabang. MCCB cabang harus dapat memikul setiap beban yang terdapat pada cabang pelayanannya (feeder). Sedangkan MCCB utama harus mampu memikul seluruh beban pada sistem kelistrikan yang dilayaninya.

Sedangkan busbar merupakan komponen pasif bagian dari suatu panel LVMDP, juga harus mampu memikul seluruh beban yang dilayani oleh panel LVMDP tersebut. Yang merupakan komponen pasif lainnya pada suatu panel adalah kabel penghubung antar komponen, dan schoon cable, tetapi kabel penghubung dan schoon cable tersebut telah dilakukan perhitungan tersendiri yang juga harus dapat memikul arus yang melaluinya.

MCCB

Merupakan singkatan dari Moulded Case Circuit Breaker, adalah komponen aktif yang dapat membatasi arus yang melaluinya, dan juga sebagai pemutus rangkaian. Ada beberapa kapasitas MCCB yang digunakan pada suatu panel, yaitu kapasitas tetap dan kapasitas bervariasi.

Untuk MCCB dengan kapasitas tetap, maka MCCB tersebut akan bekerja hanya pada kapasitas yang tertera pada nameplate MCCB tersebut, sedangkan untuk MCCB dengan kapasitas yang bervariasi, maka kapasitas kerja MCCB dapat di setting sesuai dengan nilai antara yang tertera pada nameplate MCCB tersebut.

Gambar 4. Contoh sebuah MCCB

Disamping adanya kapasitas arus normal pada MCCB, terdapat juga kapasitas arus hubung singkat yang harus terpenuhi pada sebuah MCCB, dimana kapasitas arus hubung singkat tersebut merupakan besaran arus maksimum kejut sesaat yang masih mampu dipikul oleh MCCB sebelum

terjadi pemutusan rangkaian. Besarnya kapasitas arus hubung singkat ini juga akan tertera pada nameplate MCCB.

Dalam pengoperasian MCCB, pada saat terjadi pemutusan rangkaian, sama seperti MCB, dapat dihubungkan kembali atau dapat ditutup rangkaianannya dengan cara manual, yaitu dengan tuas, dan dengan menggunakan otomatisasi dengan meggunakan sistem motorize. Sistem motorize ini juga dapat diopoerasikan secara manual dengan menggunakan pushbutton.

ATS (Automatic Transfer Switch).

Penggunaan ATS pada panel LVMDP dapat dilakukan apabila digunakan sumber incoming lebih dari satu, seperti digunakan generator set (Genset) dan sistem Uninteruptable Power Suplay (UPS), yang dipasang pada sisi incoming LVMDP.

KAPASITAS MCCB

Kapasitas MCCB adalah total arus yang dapat melewati sebuah MCCB tanpa adanya hambatan dan masalah. Besarnya arus yang merupakan kapasitas dari sebuah MCCB tersebut adalah :

$$I_{kMCCB} = I_{bT} + I_{RJ} \quad \text{.....(1)}$$

Dimana :

I_{kMCCB} = Kapasitas minimal arus MCCB, Ampere.
I_{bT} = Arus beban tortal, Ampere.
I_{RJ} = Arus yang disebabkan oleh rugi-rugi daya di jaringan, Ampere. Dalam hal ini diasumsikan rugi-rugi daya sebesar 10 %.

Sedangkan kemampuan arus hubung singkat suatu MCCB, harus berada di atas arus gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi dalam jaringan pelayanannya, yaitu :

$$I_{f\,MCCB} > I_{ftJ} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana :

I_{fMCCB} = Kapasitas arus hubung singkat MCCB, Ampere.
I_{ftJ} = Arus hubung singkat pada jaringan pelayanan, Ampere.

1. Arus Beban.

a. Arus beban setiap feeder (cabang).

Arus beban untuk setiap feeder (cabang), dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$I_{bf} = \frac{P_{bf}}{V.\cos(\varphi)} \quad \text{.....(3)}$$

Dimana :

I_{bf} = Arus yang mengalir di saluran beban setiap feeder (cabang), Ampere.
P_{bf} = Daya beban per fasa tiap feeder (cabang), Watt.
V = Tegangan kerja beban per fasa, Volt.
$\cos(\varphi)$ = Faktor kerja beban.

b. Arus beban total.

Arus beban total, dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$I_{bT} = \sum_{1}^{n} I_{bf(n)} \quad \text{.....(4)}$$

Dimana :

I_{bT} = Arus total yang harus dilayani MCCB, Ampere.

$I_{bf(n)}$ = Arus beban per fasa tiap feeder (cabang), Ampere.

2. Arus Hubung Singkat.

Untuk menentukan kapasitas arus hubung singkat suatu MCCB, digunakan standar arus hubung singkat fasa-fasa yang akan melalui MCCB tersebut pada saat gangguan. Diambil arus hubung singkat fasa-fasa, karena arus hubung singkat ini yang merupakan arus hubung singkat terbesar yang mungkin terjadi pada panel terdekat dari pelayanan panel LVMDP. Maka dari itu untuk gangguan dengan nilai arus terbesar adalah gangguan fasa-fasa, sehingga besarnya arus gangguan adalah sebagai berikut :

$$I_{f\,(2fasa)} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2} \quad \text{.....(5)}$$

Dimana :

$I_{f\,(2fasa)}$ = Arus gangguan 2 fasa, Ampere.

V_f = Tegangan saat gangguan, Volt.

Z_1 = Impedasi urutan positip, Ohm.

Z_2 = Impedasi urutan negatip, Ohm.

Impedansi urutan positip sama dengan negatip, dapat ditentukan dari saluran dan beban yang dilayani, dengan mengabaikan reaktansi saluran dan beban.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Stadion Bumi Sriwijaya Palembang, pada saat dilakukan perencanaan peningkatan pencahayaan lapangan, tribun, dan landscape stadion Bumi Sriwijaya Palembang tahun 2017.

1. Kebutuhan data pendukung.

a. Data daya beban tiap feeder.
b. Data impedansi urutan positip feeder dan beban.
c. Faktor kerja sistem.
d. Tegangan sistem.
e. Data sheet MCCB.

2. Menentukan Impedansi setiap feeder.

Impedansi setiap feeder merupakan total impedansi seri saluran dan seri dengan impedansi paralel total beban. Untuk Stadion Bumi Sriwijaya memiliki lima (5) feeder beban yang masing-masing bermuara pada sebuah panel SDP, yaitu panel SDP-1 sampai dengan SDP-4 melayani masing-masing 60 buah lampu floodlight 2.000 watt, 380 volt, dan panel SDP-5 yang melayani beban sistem kelistrikan stadion. Maka impedansi setiap feeder dapat ditentukan sebagai berikut :

Gambar 5. Diagram satu garis setiap feeder.

Dari gambar 5 :

$$Z_f = Z_{fc} + Z_{sb} + Z_b \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Dimana :

Z_f = Impedansi setiap feeder, Ohm.
Z_{fc} = Impedansi feeder cabang, Ohm.
Z_{sb} = Impedasi saluran beban, Ohm.
Z_b = Impedasi beban, Ohm.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

1. Data-data.

Data-data beban dan saluran beban yang dilayani oleh panel SDP-1 adalah sebagai berikut :

- Lampu Floodlight : 2000 watt, 60 unit.
- Tegangan : 380 Volt.
- Kabel feeder, panjang : NYFGBY 4x95 mm, 330 m.
- Kabel beban, panjang : NYY 3x4 cm, 50 m.

Data-data beban dan saluran beban yang dilayani oleh panel SDP-2 adalah sebagai berikut :

- Lampu Floodlight : 2000 watt, 60 unit.
- Tegangan : 380 Volt.
- Kabel feeder, panjang : NYFGBY 4x95 mm, 180 m.
- Kabel beban, panjang : NYY 3x4 cm, 50 m.

Data-data beban dan saluran beban yang dilayani oleh panel SDP-3 adalah sebagai berikut :

- Lampu Floodlight : 2000 watt, 60 unit.
- Tegangan : 380 Volt.
- Kabel feeder, panjang : NYFGBY 4x95 mm, 150 m.
- Kabel beban, panjang : NYY 3x4 cm, 50 m.

Data-data beban dan saluran beban yang dilayani oleh panel SDP-4 adalah sebagai berikut :

- Lampu Floodlight : 2000 watt, 60 unit.
- Tegangan : 380 Volt.
- Kabel feeder, panjang : NYFGBY 4x95 mm, 10 m.
- Kabel beban, panjang : NYY 3x4 mm, 50 m.

Data-data beban dan saluran beban yang dilayani oleh panel SDP-5 adalah sebagai berikut :

- Beban : 10 kW.
- Tegangan : 380 / 220 Volt.
- Kabel feeder, panjang : NYFGBY 4x70 mm, 300 m.

2. Hasil Perhitungan Arus tiap Feeder.

Berdasarkan pada formulasi pada persamaam (3) dan (4), maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil perhitungan arus beban setiap Feeder.

No	Beban Panel	Daya Total (watt)	Tegangan Kerja (volt)	Arus (ampere)	Arus total (ampere)
1	SDP-1	120.000	380	182	744
2	SDP-2	120.000	380	182	
3	SDP-3	120.000	380	182	
4	SDP-4	120.000	380	182	
5	SDP-5	10.000	220	16	

Tabel 2. Hasil perhitungan arus hubung singkat setiap Feeder.

No	Beban Panel	Tegangan kerja (volt)	Impedansi urutan-1+2 saluran (ohm)	Arus hubung singkat (ampere)
1	SDP-1	380	0,191070	1.151,5
2	SDP-2	380	0,104220	2.110,9
3	SDP-3	380	0,086850	2.533,1
4	SDP-4	380	0,005790	37.996,5
5	SDP-5	220	0,348300	631,6

3. Kapasitas MCCB.

Berdasarkan pada hasil perhitungan yang diberikan pada tabel 1 dan tabel 2, maka dapat ditentukan besarnya kapasitas MCCB yang digunakan sebagai MCCB utama pada panel LVMDP, yaitu :

a. Kapasitas Arus MCCB.

Dari tabel 1, arus beban total adalah 744 ampere. Rugi-rugi daya yang diasumsikan adalah 10 % atau sebesar 74,4 ampere. Maka besarnya arus total yang akan mengalir pada MCCB adalah sebesar 818,4 ampere.

Maka kapasitas MCCB adalah ≥ 818,4 ampere.

b. Kapasitas Arus hubung singkat MCCB.

Dari tabel 2, arus hubung singkat terbesar yaitu pada panel SDP-4 yaitu sebesar 37996,5 ampere, atau 37,9965 kA.

Maka kapasitas arus hubung singkat MCCB adalah ≥37,9965 kA.

4. Analisis.

Berdasarkan dari hasil perhitungan, kapasitas arus nominal MCCB pada suatu panel LVMDP sangat tergantung pada beban yang dilayaninya dan saluran feeder yang menghantarkan arus ke beban. Dari hasil perhitungan, kapasitas arus nominal MCCB adalah ≥ 818,4 ampere, yang berarti berarti nilai 818,4 ampere adalah kapasitas arus terendah dari MCCB yang dapat melayani bebannya. Tetapi sebaiknya dan dianjurkan untuk menggunakan MCCB dengan kapasitas arus ≥ 818,4 ampere, sehingga akan terdapat spare arus untuk mengatasi fluktuasi beban dan switching.

Untuk kapasitas arus hubung singkatnya adalah sebesar 37,9965 kA, yang juga merupakan kapasitas terendah untuk mengatasi terjadinya hubung singkat di sisi bebannya agar MCCB tidak mengalami kerusakan. Tetapi sebaiknya dan dianjurkan agar digunakan MCCB dengan kapasitas ≥ 37,9965 kA, agar bila terjadi hubung singkat di sisi bebannya, MCCB akan aman dari kerusakan.

KESIMPULAN.

1. Kapasitas arus nominal MCCB berdasarkan perhitungan adalah ≥ 818,4 ampere, dan penggunaan sebenarnya adalah kapasitas arus 1.000 ampere, dengan demikian MCCB akan aman dalam melayani bebannya.
2. Kapasitas arus hubung singkat berdasarkan perhitungan adalah ≥ 37,9965 kA, dan penggunaan sebenarnya adalah kapasitas arus hubung singkat 50 kA, dengan demikian MCCB akan aman bila terjadi gangguan hubung singkat.
3. Kapasitas MCCB utama tersebut merupakan kapasitas kemampuan panel LVMDP untuk melayani bebannya dalam kondisi normal dan gangguan hubung singkat.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Army TM 5-811-1, Air Force AFJMAN 32-1080,"Electrical Power Supply and Distribution", Dept of the Army, and the Air Force, USA, 1984.
2. Extrana Cable, "Product Catalogue " 2017.
3. James Northcote-Green, ABB Power Technology, "Control and Automation of Electrical Power Distribution System", Vasteras, Sweden, 2007.
4. PT. Inovasi Panel Usahatama, "Product Catalogue", 2017.
5. Schneider Electric, "Catalogue Numbers Simpact " MCCB, 2016.
6. Schneider Electric, "Daftar Harga" 2017.
7. Zuhal. "Dasar Tenaga Listrik." Penerbit ITB, Bandung, 1991.