

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Beban Gedung *Data Center*

Analisis beban yang dilakukan pada Gedung *Data Center* Rumah Sakit X merupakan salah satu tahapan dalam mengetahui besarnya beban daya pada panel yang terpasang di setiap lantai. Klasifikasi analisis beban daya pada gedung pada Gedung *Data Center* Rumah Sakit X terbagi berdasarkan panel yang ada pada setiap lantai dan panel lain yang terkoneksi dengan panel distribusi seperti panel penerangan parkir mobil, panel penerangan parkir motor, dan panel sumpit.

Gedung *Data Center* Rumah Sakit X memiliki sumber tegangan listrik 20 kV yang disuplai oleh PLN, dari sumber tersebut dibagi menjadi 2 LVMDP yang dibagi kembali menjadi 2 SDP yaitu SDP 1 dan SDP-DC. Selanjutnya, total dari setiap SDP memiliki total 20 panel listrik berdasarkan klasifikasi bebannya seperti panel penerangan, panel daya yang digunakan sebagai instalasi tata udara (AC), panel pompa air, panel *lift*, dan panel pusat data.

4.1.1 Perhitungan Arus Nominal dan KHA

Perhitungan arus nominal dan KHA pada Gedung *Data Center* Rumah Sakit X dengan pengambilan nilai beban daya di setiap panel berdasarkan nilai arus yang terukur pada *clamp meter* dan membandingkan dengan *single line diagram*. Berikut ini adalah gambar 4.1 foto kegiatan dalam pengambilan nilai beban daya pada panel SDP DC.



Gambar 4.1 Pengambilan Nilai Beban Daya pada Panel SDP DC

Gambar 4.1 merupakan pengambilan nilai beban daya pada panel SDP DC. Berdasarkan pengambilan nilai beban daya, dapat dilakukan perhitungan arus nominal dan KHA pada setiap panel yang dapat dilihat lembar Lampiran B. Mengenai nilai arus nominal dan KHA yang terpasang di *sub distribution panel* 1 dapat dilihat seperti pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Beban Daya pada SDP 1

No.	Nama Panel	Total Daya (P)		Arus Nominal (In) A	KHA
		Watt	VA		
1	LP LEVEL 1	11.877	13.973	21,255	26,569
2	LP LEVEL 2	13.598	15.998	24,335	30,419
3	LP LEVEL 3	24.140	28.400	43,2	54
4	LP LEVEL 5	15.454	18.181	27,656	34,570
5	LP FUNCTION RM	7.950	9.353	14,227	17,784
6	LP Parkir Mobil	1.500	1.765	2,684	3,355
7	LP Parkir Motor	2.016	2.372	3,608	4,510
8	PP AC LEVEL 1	5.300	6.235	9,485	11,856
9	PP AC LEVEL 2	33.110	38.953	59,253	74,066
10	PP AC LEVEL 3	51.990	61.165	93,040	116,300
11	PP AC LEVEL 5	63.300	74.471	113,280	141,600
12	PP <i>LIFT BED</i>	26.600	31.294	47,603	59,504
13	PP <i>LIFT</i>	9.772	11.496	17,488	21,860
14	PP PAB	4.000	4.706	7,158	8,948
15	PP BP	1.000	1.176	1,790	2,238
16	LP LC	5.162	6.073	9,238	11,548
17	PP AC.LC	13.250	15.588	23,712	29,640
18	PP SUMPIT	28.000	32.941	50,108	62,635
Total		318.019	374.140	569,121	711,401

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas merupakan beban daya yang terpasang pada setiap panel di SDP 1 Gedung Data Center Rumah Sakit X. SDP 1 memiliki 18 panel yang terpasang dari lantai 1 sampai dengan lantai 5 dengan berbagai fungsi, seperti panel penerangan dan panel instalasi tata udara yang berada di setiap lantai, sedangkan pada lantai atap terpasang panel pompa dan panel *lift*.

Hasil yang didapat dari total beban daya pada SDP 1 sebesar 318.019 W atau 374.140 VA, dengan beban daya terbesar berada di panel instalasi tata udara pada lantai 5 yaitu 63.300 W atau 74.471 VA. Sedangkan untuk beban daya terkecil berada di panel *booster pump* yang terletak pada lantai atap sebesar 1.000 W atau 1.176 VA. Berdasarkan hasil total beban daya pada setiap panel dapat dilakukan perhitungan arus nominal menggunakan Persamaan (2.2) yang dapat dilihat pada lembar Lampiran B.

Perhitungan total beban pada setiap panel memiliki beberapa variabel, yaitu nilai $\cos \phi$ yang dipakai adalah 0,85, dengan tegangan untuk 3 fasa sebesar 380 V, dan 1,73 yang digunakan sebagai nilai dari akar 3. Hasil perhitungan arus nominal yang sudah dilakukan didapatkan pada SDP 1 sebesar 569,121 A, dengan nilai arus nominal terbesar terletak pada panel tata udara di lantai 5 sebesar 113,280 A, dan nilai arus nominal terkecil berada di panel pompa *booster* sebesar 1,790 A. Selain perhitungan pada SDP 1, dilakukan perhitungan yang sama juga pada SDP DC seperti Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Beban Daya pada SDP DC

No.	Nama Panel	Total Daya (P)		Arus Nominal (In) A	KHA
		Watt	VA		
1	PP AC LEVEL 6	4.500	5.294	8,053	10,066
2	PP DATA CENTER	74.589	87.752	133,483	166,854
Total		79.089	93.046	141,536	176,920

Berdasarkan Tabel 4.2 merupakan beban daya di SDP DC Gedung Data Center Rumah Sakit X yang berada di lantai 6. Didapat bahwa panel yang terpasang pada SDP DC lebih sedikit dari SDP 1, pemisahan beban daya ini bertujuan untuk menghindari kinerja yang terlalu berat pada transformator yang ada di SDP 1 dikarenakan beban berlebih. Nilai total beban daya pada SDP DC untuk panel instalasi tata udara sebesar 4.500 W atau 5.294 VA dan 8,053 A untuk arus nominal, kemudian besar total beban daya pada panel pusat data sebesar 74.589 W atau 87.752 VA dan 133.483 A untuk arus nominal, sedangkan untuk nilai total beban daya pada SDP DC sendiri yaitu 79.089 W atau 93.046 VA, dan untuk arus nominal didapat 141,536 A.

Setelah didapatkan hasil total beban daya dan arus nominal pada setiap SDP, dilakukan perhitungan kuat hantar arus. Perhitungan KHA sendiri yaitu 125% dari hasil arus nominal yang didapat, hal tersebut digunakan sebagai faktor pengaman. Berdasarkan hasil perhitungan KHA yang didapat pada SDP 1 yaitu 711,401 A, dengan nilai KHA terbesar di panel tata udara lantai 5 yaitu 141,600 A dan nilai KHA terkecil berada di panel pompa *booster* dengan 2,238 A. Selanjutnya untuk nilai KHA yang didapat pada SDP DC sebesar 176.920 A, dengan nilai KHA pada setiap panelnya yaitu 166,854 A untuk panel pusat data dan 10,066 A untuk panel tata udara di lantai 6.

4.1.2 Pemilihan Luas Penampang Kabel

Hasil perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya dalam menentukan arus nominal dan nilai KHA pada setiap panel selanjutnya dipakai dalam menentukan pemilihan luas penampang kabel, berdasarkan standarisasi PUIL 2011 halaman 524 atau pada Gambar 2.2 dalam pemilihan luas penghantar sesuai dengan nilai KHA untuk kabel 3 fasa pada SDP 1 dapat dilihat seperti Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil Pemilihan Luas Penampang Kabel pada SDP 1

No.	Nama Panel	Panjang Kabel	Arus Nominal (In)	KHA	Luas Penampang
		mm ²	(A)	(A)	mm ²
1	LP LEVEL 1	45	21,255	26,569	4 x 4
2	LP LEVEL 2	10	24,335	30,419	4 x 4
3	LP LEVEL 3	15	43,2	54	4 x 10
4	LP LEVEL 5	22	27,656	34,570	4 x 6
5	LP FUNCTION RM	20	14,227	17,784	4 x 1.5
6	LP Parkir Mobil	50	2,684	3,355	4 x 2,5
7	LP Parkir Motor	75	3,608	4,510	4 x 2,5
8	PP AC LEVEL 1	45	9,485	11,856	4 x 2,5
9	PP AC LEVEL 2	10	59,253	74,066	4 x 16
10	PP AC LEVEL 3	15	93,040	116,300	4 x 35
11	PP AC LEVEL 5	22	113,280	141,600	4 x 50
12	PP LIFT BED	112	47,603	59,504	4 x 25
13	PP LIFT	112	17,488	21,860	4 x 10
14	PP PAB	42	7,158	8,948	4 x 1,5
15	PP BP	40	1,790	2,238	3 x 1,5
16	LP LC	82	9,238	11,548	4 x 4
17	PP AC.LC	82	23,712	29,640	4 x 10
18	PP SUMPIT	82	50,108	62,635	4 x 25
Total SDP 1		82	82	711,401	2(4 x 185)

Pada Tabel 4.3 merupakan hasil pemilihan luas penampang sesuai dengan nilai KHA yang sudah dilakukan sebelumnya. Tabel 4.3 terdapat 3 jenis kabel, seperti kabel jenis NYYY untuk panel yang tidak diberi label, kabel jenis NYFGbY dengan label berwarna hijau seperti pada panel penerangan parkir mobil dan panel pompa air bersih, kemudian kabel jenis FRC dengan label berwarna biru seperti pada panel *lift*. Perbedaan jenis kabel ini disesuaikan dari jenis bebannya, seperti pada *lift* yang membutuhkan proteksi lebih apabila terjadi kebakaran pada bangunan maka *lift* masih dapat digunakan, sehingga jenis kabel yang tepat adalah jenis *Fire Resistance Cable*.

Terdapat beberapa panel yang pemilihan luas penampang kabelnya dinaikkan dari minimal nilai KHA, seperti pada panel penerangan parkir motor dengan nilai KHA 4,510 A. Apabila mengikuti nilai KHA, pemilihan luas penampang minimal yang digunakan adalah $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$, namun dinaikkan 1 tingkat ke $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$. Hal tersebut disebabkan karena panjang kabel panel distribusi ke panel parkir motor sepanjang 75 m. Luas penampang pada panel lain yang dinaikkan 1 tingkat terdapat pada panel sumpit, dengan nilai KHA sebesar 62,635 A, apabila mengikuti nilai KHA maka luas penampang minimal yang dipakai adalah $4 \times 16 \text{ mm}^2$, namun menjadi $4 \times 25 \text{ mm}^2$ karena jarak dari panel distribusi sepanjang 82 m.

Terdapat beberapa panel lain yang dinaikkan pemilihan luas penampang hingga 2 tingkat dari minimal nilai KHA, seperti pada panel *lift* dan *lift bed* dengan luas penampang adalah $4 \times 10 \text{ mm}^2$ dan $4 \times 25 \text{ mm}^2$, apabila mengikuti nilai KHA sebesar 21,860 A dan 59,504 A, maka pemilihan luas penampangnya yaitu $4 \times 4 \text{ mm}^2$ dan $4 \times 10 \text{ mm}^2$. Penambahan 2 tingkat dikarenakan jarak dari panel distribusi sampai ke panel *lift* dan *lift bed* sejauh 112 m. Beberapa faktor yang mempengaruhi pertambahan luas penampang kabel, yaitu seperti jarak dari panel distribusi ke panel yang dituju, menghindari pemuaian akibat meningkatnya suhu. Selanjutnya untuk SDP DC, hasil pemilihan ukuran kabel sesuai dengan Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil Pemilihan Luas Penampang Kabel pada SDP DC

No.	Nama Panel	Panjang Kabel	Arus Nominal (In)	KHA	Luas Penampang
		mm^2	(A)	(A)	mm^2
1	PP AC LEVEL 6	32	8,053	10,066	$4 \times 1,5$
2	PP DATA CENTER	10	133,483	166,854	4×70
Total SDP DC		105	141,536	176,920	4×70

Berdasarkan Tabel 4.4 yang merupakan hasil pemilihan luas penampang kabel di SDP DC yang semua panelnya menggunakan kabel jenis NYNY. Hasil yang didapat pada panel tata udara dengan nilai KHA sebesar 10,066 A, luas penampang kabel minimal adalah $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$. Selanjutnya pada panel pusat data dengan nilai KHA sebesar 166,854 A, luas penampang minimal yang dipakai adalah $4 \times 70 \text{ mm}^2$. Mengenai pada SDP DC dengan nilai KHA sebesar 176,920 A, luas penampang minimal yang dipakai adalah $4 \times 70 \text{ mm}^2$.

4.1.3 Perhitungan Nilai Tegangan Jatuh

Pertimbangan dalam pemilihan penghantar kabel selain dari perhitungan nilai KHA dan luas penampang kabel yaitu dengan menentukan nilai tegangan jatuh. Nilai tegangan jatuh harus sesuai dengan standarisasi SPLN 72:1987 dan IEC 60364-5-52:2009 yaitu tidak boleh melebihi batas yang ditentukan sebesar 5%. Berikut hasil perhitungan nilai tegangan jatuh berdasarkan Lampiran B pada SDP 1 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Nilai Tegangan Jatuh pada SDP 1

No	Nama Panel	Luas Penampang	Panjang Kabel	Tegangan Jatuh	Tegangan Jatuh
		mm ²	M	Volt	%
1	LP LEVEL 1	4 x 4	45	7,840	2,063
2	LP LEVEL 2	4 x 4	10	1,995	0,525
3	LP LEVEL 3	4 x 10	15	2,136	0,562
4	LP LEVEL 5	4 x 6	22	3,346	0,881
5	LP FUNCTION RM	4 x 1,5	20	6,084	1,601
6	LP Parkir Mobil	4 x 2,5	50	1,762	0,464
7	LP Parkir Motor	4 x 2,5	75	3,551	0,934
8	PP AC LEVEL 1	4 x 2,5	45	5,601	1,474
9	PP AC LEVEL 2	4 x 16	10	1,242	0,327
10	PP AC LEVEL 3	4 x 35	15	1,383	0,364
11	PP AC LEVEL 5	4 x 50	22	1,875	0,493
12	PP LIFT BED	4 x 25	112	7,627	2,007
13	PP LIFT	4 x 10	112	6,86	1,805
14	PP PAB	4 x 1,5	42	6,429	1,692
15	PP BP	3 x 1,5	40	1,531	0,403
16	LP LC	4 x 4	82	6,209	1,634
17	PP AC.LC	4 x 10	82	6,409	1,687
18	PP SUMPIT	4 x 25	82	5,552	1,461
Total SDP 1		2(4 x 185)	82	11,368	2,992

Berdasarkan Tabel 4.5 hasil perhitungan nilai tegangan jatuh pada SDP 1 terhadap setiap panel yang ada dengan nilai R atau tahanan kabel (Ω/km) dan L atau reaktansi konduktor (H/meter) disesuaikan pada jenis penghantarnya. Gedung *Data Center* Rumah Sakit X memiliki 3 jenis kabel penghantar yaitu NYYY, kabel NYFGbY dengan label berwarna hijau atau pada panel penerangan parkir mobil dan panel pompa air bersih, kabel FRC dengan label berwarna biru atau pada panel *lift* dan panel *lift bed*. Perbedaan jenis kabel tersebut mempengaruhi nilai dari tahanan kabel dan reaktansi konduktornya, seperti pada panel pompa air bersih dengan jenis kabel yang digunakan NYFGbY dan luas penampangnya 4 x 1,5 mm²,

nilai induktansi yang digunakan adalah 0,340 mH/km, apabila menggunakan kabel jenis NYY maka nilai induktansinya adalah 0,328 mH/km.

Penggunaan resistansi dan reaktansi konduktor dipakai dalam perhitungan tegangan jatuh sesuai dengan Persamaan (2.3), untuk nilai tahanan kabel dan reaktansi konduktor yang dipakai mengacu pada standar KabelMetal Indonesia dengan 3 *line* yang terpasang pada panel *booster pump* dan 4 *line* untuk panel lain. Berdasarkan hasil perhitungan, didapat apabila menggunakan penghantar sesuai perhitungan, maka dari 18 panel semuanya sesuai dengan standarisasi yang berlaku atau di bawah 5% dengan presentasi tegangan jatuh tertinggi terdapat pada SDP 1 yaitu 11,368 V atau 2,992 %. Diketahui juga dari Tabel 4.5, terdapat beberapa panel di SDP 1 memiliki panjang kabel di atas 50 meter yang diukur dari LVMDP 1. Seperti pada panel penerangan parkir motor, panel *lift*, panel instalasi tata udara dan penerangan LC, dan panel sumpit. Hal tersebut yang menjadi salah satu pertimbangan dalam menentukan luas penampang.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Nilai Tegangan Jatuh pada SDP DC

No	Nama Panel	Luas Penampang	Panjang Kabel	Tegangan Jatuh	Tegangan Jatuh
		mm ²	M	Volt	%
1	PP AC LEVEL 6	4 x 1,5	32	1,450	0,585
2	PP DATA CENTER	4 x 70	10	1,004	0,264
Total SDP DC		4 x 70	105	8,018	2,110

Tabel 4.6 merupakan hasil perhitungan nilai tegangan jatuh pada SDP DC yang memiliki 2 panel, yaitu panel instalasi tata udara dan panel pusat data. Berdasarkan hasil perhitungan. Penggunaan penghantar sesuai perhitungan pemilihan luas penampang didapat bahwa tegangan jatuh pada SDP DC juga sesuai standarisasi atau di bawah 5% dengan persentase setiap panel yaitu 1,450 V atau 0,585% untuk PP AC lantai 6, 1,004 V atau 0,264% untuk panel pusat data, dan 8,018 V atau 2,110% untuk SDP DC. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan jatuh menggunakan perhitungan numerik baik di SDP 1 atau di SDP DC sangat aman karena masih di bawah dari nilai maksimum standarisasi yang ditetapkan SPLN 72:1987 dan IEC 60364-5-52:2009.

4.2 Pemilihan Kapasitas Pengaman Gedung Data Center

Tahapan selanjutnya setelah menentukan pemilihan luas penampang dan nilai tegangan jatuh pada setiap panel yang ada di Gedung *Data Center* Rumah Sakit X, dilakukan pemilihan kapasitas pengaman atau *circuit breaker*. Kapasitas pengaman ditentukan berdasarkan hasil dari KHA yang sudah dilakukan perhitungan sebelumnya. Hasil dari pemilihan kapasitas pengaman untuk SDP 1 dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Pemilihan Kapasitas Pengaman untuk SDP 1

No.	Nama Panel	Beban	KHA	Kapasitas Pengaman
		(Watt)	(A)	(A)
1	LP LEVEL 1	21,255	26,569	32
2	LP LEVEL 2	24,335	30,419	32
3	LP LEVEL 3	43,2	54	63
4	LP LEVEL 5	27,656	34,570	40
5	LP FUNCTION RM	14,227	17,784	20
6	LP Parkir Mobil	2,684	3,355	4
7	LP Parkir Motor	3,608	4,510	6
8	PP AC LEVEL 1	9,485	11,856	16
9	PP AC LEVEL 2	59,253	74,066	80
10	PP AC LEVEL 3	93,040	116,300	125
11	PP AC LEVEL 5	113,280	141,600	160
12	PP <i>LIFT BED</i>	47,603	59,504	63
13	PP <i>LIFT</i>	17,488	21,860	25
14	PP PAB	7,158	8,948	16
15	PP BP	1,790	2,238	4
16	LP LC	9,238	11,548	16
17	PP AC.LC	23,712	29,640	32
18	PP SUMPIT	50,108	62,635	63
Total SDP 1		318,019	711,401	800

Berdasarkan Tabel 4.7 merupakan pemilihan kapasitas pengaman untuk SDP 1, diketahui terdapat beberapa jenis pengaman yang digunakan pada setiap panel. Seperti panel penerangan parkir mobil apabila pemilihan kapasitas pengamannya mengacu kepada nilai KHA, maka disarankan menggunakan pengaman jenis MCB dengan kapasitas minimal 4 A, pemilihan pengaman jenis MCB karena nilai KHA pada panel tersebut tergolong rendah yaitu 3,355 A. Pemilihan pengaman jenis MCB juga terdapat pada panel parkir motor, minimal pemilihan kapasitas pengamannya yaitu 6 A, sehingga pengaman disarankan menggunakan jenis MCB karena nilai KHA tergolong kecil 4,510 A.

Selain itu, pada panel *booster pump* juga disarankan menggunakan pengaman jenis MCB dengan kapasitas minimal 4 A karena nilai kuat hantarnya hanya 2,238 A. Selanjutnya pada panel lain di SDP 1 dapat menggunakan jenis pengaman MCCB dengan kapasitas minimalnya yang beragam, disesuaikan dengan nilai KHA yang dapat dilihat pada Tabel 4.7. untuk pengaman yang digunakan pada SDP 1 sendiri disarankan menggunakan jenis pengaman MCCB dengan kapasitas pengaman minimalnya yaitu 800 A, hal ini untuk faktor keamanan dikarenakan nilai KHA pada SDP 1 cukup tinggi yaitu 711,401 A. Pemilihan kapasitas pengaman juga dilakukan untuk SDP DC yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Pemilihan Kapasitas Pengaman untuk SDP DC

No.	Nama Panel	Beban	KHA	Kapasitas Pengaman
		(Watt)	(A)	(A)
1	PP AC LEVEL 6	4,500	10,066	16
2	PP DATA CENTER	74.589	166,854	200
Total SDP DC		79.089	176,920	200

Berdasarkan Tabel 4.8 hasil pemilihan kapasitas pengaman untuk SDP DC dapat dilihat bahwa pada panel tata udara lantai 6 apabila mengacu kepada nilai KHA sebesar 10,066 A, maka dapat menggunakan pengaman jenis MCCB dengan kapasitas pengamannya minimal 16 A. Panel pusat data dengan KHA sebesar 166,854 A, pemilihan jenis pengamannya dapat menggunakan MCCB dengan kapasitas pengamannya minimal 200 A, begitu juga pada SDP DC yang dapat menggunakan pengaman jenis MCCB dengan kapasitas minimal 200 A.

Setiap panel yang terpasang di SDP 1 maupun SDP DC, pemilihan pengaman menggunakan MCCB disarankan apabila nilai dari KHA pada panel tersebut memenuhi pengaman 16 A atau lebih. Pemilihan pengaman jenis MCCB dilakukan karena dari segi keamanan komponen listrik pada setiap panel, juga digunakan sebagai beban cadangan. Beban cadangan dimaksud karena apabila gedung tersebut terdapat penambahan beban, maka penggunaan MCCB dapat digunakan sebagai *backup* sehingga tidak perlu melakukan pergantian pengaman pada panel tersebut.

4.3 Pemilihan Busbar

Pemilihan busbar bertujuan untuk menerima dan menyalurkan daya listrik dari sumber di panel menuju beban. Menentukan ukuran busbar harus berdasarkan standarisasi seperti pada PUIL 2011 halaman 446 atau pada Gambar 2.11 yang ditentukan sesuai dengan nilai hantar arus pada setiap panel. Hasil pemilihan busbar pada SDP 1 dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Pemilihan Busbar pada SDP 1

No.	Nama Panel	Beban	KHA	Ukuran Busbar	Penampang
		(Watt)	(A)	M	mm ²
1	LP LEVEL 1	21,255	26,569	12 x 2	24
2	LP LEVEL 2	24,335	30,419	12 x 2	24
3	LP LEVEL 3	43,2	54	12 x 2	24
4	LP LEVEL 5	27,656	34,570	12 x 2	24
5	LP FUNCTION RM	14,227	17,784	12 x 2	24
6	LP Parkir Mobil	2,684	3,355	12 x 2	24
7	LP Parkir Motor	3,608	4,510	12 x 2	24
8	PP AC LEVEL 1	9,485	11,856	12 x 2	24
9	PP AC LEVEL 2	59,253	74,066	12 x 2	24
10	PP AC LEVEL 3	93,040	116,300	15 x 2	30
11	PP AC LEVEL 5	113,280	141,600	15 x 3	45
12	PP LIFT BED	47,603	59,504	12 x 2	24
13	PP LIFT	17,488	21,860	12 x 2	24
14	PP PAB	7,158	8,948	12 x 2	24
15	PP BP	1,790	2,238	12 x 2	24
16	LP LC	9,238	11,548	12 x 2	24
17	PP AC.LC	23,712	29,640	12 x 2	24
18	PP SUMPIT	50,108	62,635	12 x 2	24
Total SDP 1		318,019	711,401	50 x 10	500

Tabel 4.9 merupakan pemilihan busbar pada SDP 1 yang menggunakan bahan konduktor jenis tembaga dengan pemilihan pembebanan arus kontinu adalah arus bolak-balik, dan penggunaan penampang telanjang. Berdasarkan hasil pemilihan busbar, diketahui rata-rata pemilihan ukuran busbar untuk SDP 1 menggunakan ukuran busbar 12 x 2 m atau 24 mm², disebabkan karena sebagian besar panel memiliki nilai hantar arus di bawah 100 A. Sedangkan ukuran busbar 12 x 2 m memiliki batas toleransi maksimum sebesar 110 A, hal tersebut yang menyebabkan rata-rata pemilihan busbar untuk SDP 1 memakai ukuran 12 x 2 m.

Namun terdapat panel lain yang tidak menggunakan ukuran busbar 12 x 2 m, yaitu pada panel instalasi tata udara lantai 3 dan lantai 5, karena pada panel

instalasi tata udara lantai 3 memiliki nilai hantar arus berdasarkan perhitungan yaitu 116,300 A. Sehingga dari nilai KHA tersebut, pemilihan ukuran busbar yang sesuai minimalnya adalah 15 x 2 m atau 30 mm². Hasil yang sama juga terdapat pada panel instalasi tata udara lantai 5 dengan nilai KHA sebesar 141,600 A, sebaiknya pemilihan kapasitas pengaman dapat menggunakan ukuran 15 x 3 m atau 45 mm². Selanjutnya untuk pemilihan ukuran busbar pada SPD 1 sendiri minimalnya adalah 50 x 10 m atau 500 mm², hal tersebut dikarenakan nilai KHA pada SPD 1 sebesar 711,401 A. Selanjutnya pemilihan busbar untuk SPD DC dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Pemilihan Busbar pada SPD DC

No.	Nama Panel	Beban	KHA	Ukuran Busbar	Penampang
		(Watt)	(A)	M	mm ²
1	PP AC LEVEL 6	4,500	10,066	12 x 2	24
2	PP DATA CENTER	74,589	166,854	15 x 3	45
Total SPD DC		79,089	176,920	20 x 2	40

Pada Tabel 4.10 merupakan pemilihan busbar pada SPD DC yang sama seperti pada SPD 1 menggunakan bahan konduktor busbar jenis tembaga, dan penggunaan penampang telanjang. Terlihat bahwa pada panel instalasi tata udara lantai 6, pemilihan ukuran busbar minimal 12 x 2 m atau 24 mm². Untuk panel pusat data sebaiknya menggunakan busbar minimal ukuran 15 x 3 m atau 45 mm², hal tersebut dikarenakan nilai KHA pada panel pusat data sebesar 166,854 A. Selanjutnya untuk pemilihan ukuran busbar pada SPD DC yang baik yaitu minimal 20 x 2 m atau 40 mm².

4.4 Perhitungan Transformator dan Generator Set

Setelah mendapatkan hasil perhitungan total beban pada setiap SPD yaitu 318.019 Watt di SPD 1 dan 76.893 Watt pada SPD DC, sehingga dalam melakukan evaluasi instalasi listrik perlu dilakukan perhitungan kapasitas transformator dan generator. Selanjutnya estimasi pemilihan kapasitas transformator dapat dilihat sesuai dengan Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11 Estimasi Pemilihan Kapasitas Transformator dan Generator Set

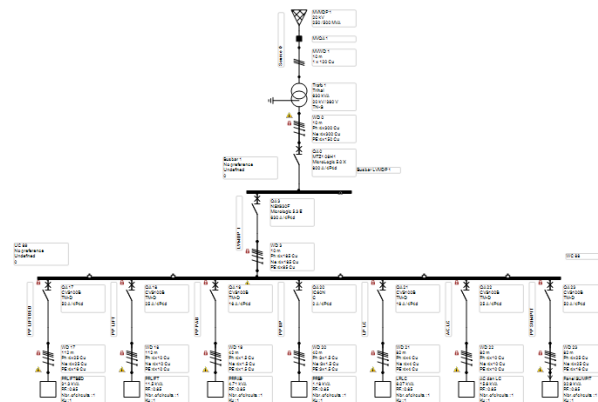
No.	Estimasi	SDP 1	SDP DC	Keterangan
Estimasi Pemilihan Transformator				
1.	Total Beban Daya	374.140 VA	93.046 VA	Aman
2.	Ideal Beban Trafo	467.675 VA	116.307 VA	
3.	Estimasi Pemilihan Kapasitas Trafo	500 kVA	125 kVA	
4.	Kapasitas Trafo Terpasang	1250 kVA	1250 kVA	
Estimasi Pemilihan Generator Set				
1.	Total Beban Daya	374.140 VA	93.046 VA	Aman
2.	Penambahan Daya Generator Set	74.828 VA	18.609 VA	
3.	Total Estimasi Beban Daya Generator Set	448.968 VA	111.665 VA	
4.	Estimasi Kapasitas Pemilihan Generator Set	500 kVA	125 kVA	
4.	Kapasitas Generator Set Terpasang	600 kVA	600 kVA	

Estimasi pertama dilakukan untuk mengetahui nilai kapasitas transformator, berdasarkan perhitungan total beban daya diketahui pada perhitungan sebelumnya atau pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 yaitu 374.140 VA untuk SDP 1 dan 93.046 VA untuk SDP DC. Setelah diketahui total beban daya operasional pada setiap panel distribusi, dilakukan estimasi beban ideal pada trafo yaitu 80% dari total beban daya yang digunakan untuk menghindari kinerja trafo yang berlebih saat memasuki beban puncak. Hasil beban ideal transformator pada setiap panel distribusi adalah 467.675 VA untuk SDP 1 dan 116.307 VA untuk SDP DC. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa kapasitas trafo yang terpasang tergolong aman, yaitu pada SDP 1 sebesar 1250 kVA dari kapasitas estimasi sebesar 500 kVA, dan pada SDP DC terpasang 1250 kVA dari kapasitas estimasi 125 kVA.

Setelah kapasitas transformator diketahui, dilakukan estimasi kapasitas generator set. Terlihat pada Tabel 4.11 terdapat penambahan daya pada generator set, penambahan daya tersebut sebesar 20% dari total beban daya yang digunakan sebagai daya cadangan. Berdasarkan penambahan daya tersebut, total estimasi daya generator set adalah 448.968 VA untuk SDP 1 dan 111.665 VA untuk SDP DC, sehingga pemilihan kapasitas generator set yang terpasang pada bangunan tergolong aman dengan 600 kVA dari estimasi sebesar 500 kVA untuk SDP 1, dan 600 kVA dari estimasi sebesar 125 kVA untuk SDP DC.

4.5 Analisis Gedung Data Center *Ecostructure Power Design*

Setelah dilakukan perhitungan beban daya, arus nominal, dan kuat hantar arus untuk mengetahui pemilihan penghantar, nilai tegangan jatuh, kapasitas pengaman, busbar, serta estimasi kapasitas transformator dan generator set. Tahapan selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan *ecostruxure power design*, hal ini bertujuan untuk mengetahui kesenjangan antara perhitungan dengan analisis menggunakan *software*. Sebelum dilakukan analisis, dilakukan permodelan Ecodial yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.2 Permodelan Ecodial pada Lantai Atap

Gambar 4.2 di atas merupakan permodelan diagram satu garis menggunakan Ecodial pada lantai atap, untuk permodelan setiap lantai lebih detailnya dapat dilihat pada Lampiran C. Permodelan menggunakan Ecodial memiliki beberapa keterbatasan dalam melakukan analisis, antara lain adanya perbedaan antara hasil permodelan menggunakan Ecodial dengan perhitungan manual. Hal ini disebabkan karena pada permodelan Ecodial hanya dapat melakukan simulasi kurang dari 100 sirkit, sehingga hasil evaluasi tidak dapat spesifik sampai ke komponen listrik yang ada pada setiap panel.

Terdapat perbedaan hasil yang terjadi dikarenakan perbedaan masukan besaran arus beban, pada *ecostruxure power design* menerapkan sistem pembulatan pada masukkan arus bebannya. Keunggulan hasil simulasi menggunakan permodelan Ecodial memiliki keuntungan seperti terdapat pilihan referensi komponen listrik seperti pada pemilihan penghantar dan pengaman, sehingga saran pemilihan komponen yang tampil pada hasil evaluasi dapat dilakukan perubahan yang disesuaikan dengan penggunaan komponen pada bangunan tersebut.

4.5.1 Perbandingan Luas Penampang Kabel

Permodelan diagram satu garis permodelan Ecodial bertujuan sebagai perbandingan antara luas penampang kabel yang terpasang, luas penampang sesuai perhitungan serta menurut permodelan Ecodial agar mengetahui apakah luas penampang yang terpasang pada gedung layak atau sesuai dengan standarisasi. Berikut adalah hasil perbandingan luas penampang kabel pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perbandingan Luas Penampang Kabel pada SDP 1

No.	Nama Panel	Terpasang	Perhitungan	Ecodial	Keterangan
		mm ²	mm ²	mm ²	
1	LP LEVEL 1	4 x 6	4 x 4	4 x 4	Layak
2	LP LEVEL 2	4 x 10	4 x 4	4 x 2,5	Layak
3	LP LEVEL 3	4 x 16	4 x 10	4 x 10	Layak
4	LP LEVEL 5	4 x 10	4 x 6	4 x 4	Layak
5	LP FUNCTION RM	4 x 6	4 x 1,5	4 x 1,5	Layak
6	LP Parkir Mobil	4 x 6	4 x 2,5	4 x 1,5	Layak
7	LP Parkir Motor	4 x 6	4 x 2,5	4 x 1,5	Layak
8	PP AC LEVEL 1	4 x 6	4 x 2,5	4 x 2,5	Layak
9	PP AC LEVEL 2	4 x 120	4 x 16	4 x 16	Layak
10	PP AC LEVEL 3	4 x 70	4 x 35	4 x 25	Layak
11	PP AC LEVEL 5	4 x 35	4 x 50	4 x 35	Layak
12	PP <i>LIFT BED</i>	4 x 25	4 x 25	4 x 25	Layak
13	PP <i>LIFT</i>	4 x 25	4 x 10	4 x 10	Layak
14	PP PAB	4 x 6	4 x 1,5	4 x 1,5	Layak
15	PP BP	3 x 4	3 x 1,5	3 x 1,5	Layak
16	LP LC	4 x 6	4 x 4	4 x 4	Layak
17	PP AC.LC	4 x 16	4 x 10	4 x 10	Layak
18	PP SUMPIT	4 x 25	4 x 25	4 x 25	Layak
Total SDP 1		2(4 x 240)	2(4 x 185)	2(4 x 185)	Layak

Berdasarkan Tabel 4.12 yang merupakan perbandingan luas penampang kabel pada setiap panel di SDP 1 dapat diketahui bahwa luas penampang kabel di Gedung Data Center Rumah Sakit X layak atau sesuai dengan standarisasi baik dari perhitungan yang menggunakan standar PUIL 2011, maupun permodelan Ecodial menggunakan standarisasi IEC 60364 pada setiap panel terpasang di SDP 1 dan SDP DC harus di atur secara manual untuk pemilihan luas penghantar kabelnya.

Hasil permodelan Ecodial diketahui adanya beberapa perbedaan pemilihan luas penampang kabel pada panel antara perhitungan dengan permodelan Ecodial seperti panel penerangan lantai 2 dengan hasil yang disarankan adalah 4 x 4 mm², namun hasil pemilihan luas penampang dengan permodelan Ecodial adalah 4 x 2,5

mm². Berdasarkan perhitungan, panel penerangan lantai 5 merekomendasikan 4 x 6 mm², sedangkan Ecodial menggunakan 4 x 4 mm². Selanjutnya panel penerangan parkir mobil, nilai yang disarankan adalah 4 x 2,5 mm², namun Ecodial menghasilkan 4 x 1,5 mm², sama seperti pada panel penerangan parkir motor. Sementara itu, pada panel daya lantai 3, luas penampang kabel yang dihitung sebesar 4 x 35 mm², berbeda dengan hasil Ecodial yang menggunakan 4 x 25 mm². Perbedaan juga ditemukan pada panel daya lantai 5, di mana perhitungan menunjukkan kebutuhan 4 x 50 mm², sedangkan Ecodial memilih 4 x 35 mm².

Perbedaan hasil antara perhitungan dengan permodelan Ecodial disebabkan pada perhitungan terdapat luas penampang pada panel yang dinaikkan 1 sampai 2 tingkat karena jarak antara panel distribusi ke panel lain, faktor lain yang mempengaruhi adanya perbedaan pada perhitungan manual dengan permodelan ecodial adalah penggunaan acuan. Ecodial menggunakan acuan arus nominal sebagai permodelan, sedangkan pada perhitungan numerik menggunakan acuan kuat hantar arus dalam perhitungan. Selain itu, faktor yang menjadi penentu dalam pemilihan luas penampang kabel yang terpasang lebih tinggi daripada perhitungan dan permodelan Ecodial disebabkan sebagai cadangan apabila pada bangunan terdapat penambahan beban daya. Selanjutnya perbandingan luas penampang kabel pada SDP DC dapat dilihat Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Perbandingan Luas Penampang Kabel pada SDP DC

No.	Nama Panel	Terpasang	Perhitungan	Ecodial	Keterangan
		mm ²	mm ²	mm ²	
1	PP AC LEVEL 6	4 x 6	4 x 1,5	4 x 1,5	Layak
2	PP DATA CENTER	4 x 95	4 x 70	4 x 50	Layak
SDP DC		4 x 185	4 x 70	4 x 70	Layak

Tabel 4.13 merupakan hasil perbandingan luas penampang kabel yang terpasang dengan perhitungan dan permodelan menggunakan Ecodial pada SDP DC. Berdasarkan perbandingan tersebut diketahui luas penampang kabel yang terpasang pada SDP DC juga layak atau sesuai dengan standarisasi baik dari perhitungan menggunakan standar PUIL 2011, maupun dari permodelan Ecodial dengan standar IEC 60364.

4.5.2 Perbandingan Nilai Tegangan Jatuh

Setelah melakukan perbandingan terhadap luas penampang kabel, tahapan selanjutnya dilakukan perbandingan nilai tegangan jatuh untuk mengetahui apakah kabel yang terpasang pada setiap panel sesuai dengan standarisasi. Berikut ini hasil perbandingan nilai tegangan jatuh di SDP 1 sesuai dengan Tabel 4.14 di bawah ini.

Tabel 4.14 Perbandingan Nilai Tegangan Jatuh pada SDP 1

No.	Nama Panel	Terpasang	Perhitungan	Ecodial	Keterangan
		%	%	%	
1	LP LEVEL 1	1,384	2,063	0,817	Layak
2	LP LEVEL 2	0,211	0,525	0,512	Layak
3	LP LEVEL 3	0,357	0,562	0,444	Layak
4	LP LEVEL 5	0,528	0,881	0,630	Layak
5	LP FUNCTION RM	0,412	1,601	0,712	Layak
6	LP Parkir Mobil	0,194	0,464	0,494	Layak
7	LP Parkir Motor	0,392	0,934	0,690	Layak
8	PP AC LEVEL 1	0,618	1,474	0,671	Layak
9	PP AC LEVEL 2	0,052	0,327	0,384	Layak
10	PP AC LEVEL 3	0,198	0,364	0,428	Layak
11	PP AC LEVEL 5	0,650	0,493	0,466	Layak
12	PP <i>LIFT BED</i>	2,007	2,007	0,785	Layak
13	PP <i>LIFT</i>	0,737	1,805	0,732	Layak
14	PP PAB	0,435	1,692	0,735	Layak
15	PP BP	0,154	0,403	0,439	Layak
16	LP LC	1,096	1,634	0,712	Layak
17	PP AC.LC	1,072	1,687	0,729	Layak
18	PP SUMPIT	1,461	1,461	0,674	Layak
Total SDP 1		2,486	2,992	0,301	Layak

Sesuai dengan Tabel 4.14 perbandingan nilai tegangan jatuh pada SDP 1 menggunakan standar KabelMetal Indonesia dengan nilai R atau tahanan kabel (Ω/km) dan L atau reaktansi konduktor (H/meter) yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 untuk jenis kabel NYY, Tabel 2.2 untuk jenis kabel NYFGbY yang terpasang pada panel penerangan parkir mobil dan panel pompa air bersih, serta Tabel 2.3 untuk jenis kabel FRC yang terpasang pada panel *lift* dan *lift bed*.

Nilai tegangan jauh luas penampang kabel yang terpasang pada 18 panel di SDP 1 dapat dikatakan layak atau sesuai dengan standarisasi baik dari SPLN 72:1987 dan IEC 60364-5-56:2009 untuk nilai tegangan jatuh yaitu di bawah 5%. Nilai tertinggi pada tegangan jauh berada pada kabel yang terpasang di SDP 1 dengan jenis kabel NYY yaitu menurut perhitungan adalah 2,992 % dan berdasarkan kabel yang terpasang adalah 2,486%, sementara itu nilai tegangan jatuh pada permodelan

Ecodial sebesar 0,301%. Sebaliknya, nilai tegangan jatuh terendah berada pada kabel yang terpasang di panel *lift* dengan jenis kabel FRC yaitu 0,732 % menurut permodelan Ecodial dan berdasarkan kabel yang terpasang adalah 0,737%, namun berdasarkan perhitungan nilai tegangan jatuhnya 1,805%.

Mengacu pada pembahasan sebelumnya, diketahui terdapat selisih yang terjadi pada nilai tegangan jatuh antara perhitungan, permodelan Ecodial, maupun kabel yang terpasang, beberapa faktor menjadi alasan mengapa hal tersebut dapat terjadi seperti perbedaan standar dalam nilai tahanan dan reaktansi konduktor pada kabel, panjang kabel spesifik yang terpasang dari panel distribusi ke panel beban, dan faktor lain seperti *human error*.

Tabel 4.15 Perbandingan Nilai Tegangan Jatuh pada SDP DC

No.	Nama Panel	Terpasang	Perhitungan	Ecodial	Keterangan
		%	%	%	
1	PP AC LEVEL 6	0,373	1,450	0,585	Layak
2	PP DATA CENTER	0,139	0,184	0,279	Layak
SDP DC		0,926	2,051	0,215	Layak

Menurut Tabel 4.15 untuk perbandingan nilai tegangan jatuh setiap kabel yang terpasang pada panel di SDP DC menggunakan jenis kabel NYY dengan KabelMetal Indonesia sebagai standar nilai tahanan dan reaktansi konduktor pada kabel, didapat bahwa kabel pada panel di SDP DC juga layak atau sesuai dengan standarisasi nilai tegangan jatuh yang berlaku yaitu di bawah 5%. Mengenai nilai tegangan jatuh pada SDP DC adalah 0,926% untuk kabel yang terpasang, 2,110% berdasarkan perhitungan, dan sesuai permodelan Ecodial adalah 0,215%.

4.6 Evaluasi Kapasitas Pengaman Gedung Data Center dengan Ecodial

Setelah dilakukan perbandingan pemilihan luas penampang kabel, dan nilai tegangan jatuh pada masing-masing kabel yang terpasang di setiap panel Gedung *Data Center* Rumah Sakit X. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan perbandingan kapasitas pengaman antara perhitungan secara numerik, permodelan Ecodial, dan kapasitas pengaman yang terpasang pada gedung yang diketahui berdasarkan Tabel 4.16 berikut ini.

Tabel 4.16 Perbandingan Kapasitas Pengaman pada SDP 1

No.	Nama Panel	Terpasang	Perhitungan	Ecodial	Keterangan
		(A)	(A)	(A)	
1	LP LEVEL 1	32	32	25	Layak
2	LP LEVEL 2	40	32	25	Layak
3	LP LEVEL 3	63	63	50	Layak
4	LP LEVEL 5	40	40	32	Layak
5	LP FUNCTION RM	32	20	16	Layak
6	LP Parkir Mobil	32	4	3	Layak
7	LP Parkir Motor	32	6	4	Layak
8	PP AC LEVEL 1	32	16	16	Layak
9	PP AC LEVEL 2	160	80	63	Layak
10	PP AC LEVEL 3	125	125	100	Layak
11	PP AC LEVEL 5	100	160	125	Tidak Layak
12	PP LIFT BED	63	63	50	Layak
13	PP LIFT	63	25	25	Layak
14	PP PAB	32	16	16	Layak
15	PP BP	30	4	2	Layak
16	LP LC	25	16	16	Layak
17	PP AC.LC	50	32	25	Layak
18	PP SUMPIT	80	63	50	Layak
Total SDP 1		800	800	630	Layak

Sesuai dengan Tabel 4.16 untuk perbandingan kapasitas pengaman pada SDP 1 Gedung *Data Center* Rumah Sakit X yang mengacu kepada nilai KHA di setiap panel untuk analisis perhitungan. Sedangkan, dalam permodelan Ecodial menggunakan nilai dari arus nominal tertera pada kapasitas pengaman berdasarkan dari masukkan total daya pada panel, hal tersebut yang membuat adanya perbedaan dalam pemilihan kapasitas pengaman pada setiap panel baik di SDP 1 atau pada SDP DC.

Berdasarkan hasil perbandingan kapasitas pengaman terhadap panel yang terpasang di SDP 1, didapat bahwa 17 panel layak atau sesuai dengan standar, namun terdapat 1 panel yaitu panel sistem tata udara pada lantai 5 yang nilai kapasitas pengamannya berada di bawah perhitungan dan permodelan Ecodial. Hal tersebut disebabkan karena total daya di panel sistem tata udara lantai 5 adalah 63.300 W atau 74.471 VA, dari beban tersebut apabila mengacu terhadap perhitungan dengan standarisasi PUIL 2011, maka kapasitas pengaman yang baik adalah minimal 160 A dengan nilai KHA sebesar 141,600 A. Sementara jika menggunakan permodelan Ecodial, kapasitas pengaman yang disarankan minimal yaitu 125 A dengan nilai arus nominal sebesar 113,280 A.

Berdasarkan hasil perbandingan yang dilakukan pada kapasitas pengaman di SDP 1, pada panel sistem tata udara perlu dilakukannya evaluasi komponen pengaman untuk menghindari terjadinya hal yang tidak diinginkan pada bangunan seperti trip pada pengaman, korsleting listrik hingga berpotensi menyebabkan padam listrik hingga memicu terjadinya kebakaran. Selanjutnya untuk perbandingan nilai kapasitas pengaman pada SDP DC dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut ini.

Tabel 4.17 Perbandingan Kapasitas Pengaman pada SDP DC

No.	Nama Panel	Terpasang	Perhitungan	Ecodial	Keterangan
		(A)	(A)	(A)	
1	PP AC LEVEL 6	25	16	16	Layak
2	PP DATA CENTER	400	200	160	Layak
	SDP DC	400	200	160	Layak

Menurut Tabel 4.17 untuk perbandingan kapasitas pengaman yang terpasang pada setiap panel di SDP DC didapat bahwa semua pengaman sesuai atau layak menurut standarisasi yang berlaku. Hal tersebut sesuai dengan Gambar 4.2 untuk panel instalasi tata udara lantai berikut ini.



Gambar 4.3 Kapasitas Pengaman pada PP AC Lantai 6

Merujuk pada Gambar 4.3 untuk panel daya lantai 6, diketahui bahwa nilai kapasitas pengaman yang terpasang lebih tinggi dibanding perhitungan dan permodelan menggunakan Ecodial. Hal tersebut dilakukan untuk cadangan apabila pada lantai 6 terjadi penambahan kapasitas daya. Namun dari hasil perbandingan kapasitas pengaman, terdapat beberapa perbedaan seperti yang terlihat pada

Lampiran A mengenai beban panel pada SDP DC, berdasarkan keterangan tersebut terdapat beberapa komponen yang terpasang langsung di SDP DC, sehingga dalam permodelan Ecodial tidak dapat di implementasikan.

Mengenai total beban daya pada panel pusat data sebenarnya adalah 62.487 W atau 78.109 VA, berdasarkan total beban tersebut diketahui nilai arus nominalnya yaitu 111,826 A dan KHA sebesar 139,783 A, maka pemilihan kapasitas pengaman yang sesuai untuk panel pusat data adalah 160 A. Selanjutnya untuk komponen listrik yang langsung terpasang pada SDP DC memiliki total beban daya yaitu 9.906 W atau 11.654 VA, jika mengacu pada total beban tersebut didapat nilai arus nominalnya adalah 17,728 A dan KHA yaitu 22,160 A. Berdasarkan nilai KHA yang diperoleh, minimal kapasitas pengaman yang digunakan adalah 32 A, sehingga sesuai dengan nilai kapasitas pengaman yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini untuk komponen listrik yang langsung terpasang pada SDP DC.



Gambar 4.4 Kapasitas Pengaman pada Komponen Listrik di SDP DC

Selain dari adanya perbedaan terhadap nilai kapasitas pengaman yang terpasang pada panel di SDP DC. Perbedaan lain yang didapat dari hasil evaluasi adalah pemilihan jenis pengaman berdasarkan permodelan Ecodial dengan pengaman yang terpasang. Hasil permodelan Ecodial untuk nilai kapasitas pengaman dapat dilihat pada Lampiran D, jenis pengaman yang disarankan yaitu penggunaan MCB jenis Acti9 iC60 pada seluruh panel yang nilai arus nominalnya di bawah 50 A, sedangkan panel yang nilai arus nominalnya antara 50 sampai 125 A, permodelan Ecodial menyarankan menggunakan MCB jenis Acti9 NG125, dan

penggunaan MCCB jenis *ComPacT NSXm* untuk panel distribusi yang disesuaikan dengan nilai arus nominalnya seperti NSXm630F pada panel SDP 1 dan NSXm160B pada panel SDP DC.

Namun pada pemilihan jenis pengaman yang terpasang pada gedung menggunakan MCCB jenis *EasyPact CVS* dan *EasyPact EZC* dengan nilai kapasitas minimum dapat disesuaikan dengan nilai KHA pada setiap panel. Pemilihan MCCB jenis *EasyPact CVS* yang dapat dilihat seperti pada Gambar 4.4 untuk komponen listrik yang terpasang pada lantai 6 bertujuan sebagai cadangan apabila terjadi penambahan beban daya, hal ini disebabkan karena MCCB jenis *EasyPact CVS* memiliki *trip unit* yang dapat diatur sehingga memudahkan apabila pada lantai 6 membutuhkan ekspansi untuk kebutuhan daya listrik. Sedangkan penggunaan MCCB jenis *EasyPact EZC* yang dapat dilihat seperti Gambar 4.3 untuk panel daya instalasi tata udara lantai 6 disebabkan MCCB jenis *EasyPact EZC* memiliki *trip unit fix*, sehingga apabila pada panel tersebut mengalami penambahan beban daya, maka harus dilakukan pergantian MCCB

Mengacu pada hasil evaluasi yang dilakukan, ditemukannya salah satu komponen pengaman yang tidak sesuai dengan kapasitas minimum yang disarankan baik dari perhitungan maupun menggunakan permodelan Ecodial sehingga harus dilakukan pergantian unit. Terkait hal tersebut, tindakan yang dilakukan adalah menyerahkan hasil penelitian mengenai komponen yang belum sesuai dengan standar yang merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk menghindari hal yang tidak diinginkan dan sebagai bahan pertimbangan keandalan dan keselamatan dalam instalasi listrik Gedung *Data Center* Rumah Sakit X sesuai dengan standarisasi baik PUIL 2011, juga pada SPLN 72:1987 dan IEC 60364-5-56:2009.