

# ANALISIS HUBUNG SINGKAT PADA GARDU INDUK 150/20 KV (STUDI KASUS DI GARDU INDUK GANDUL, CINERE)

<sup>1</sup>Cilvia Calnela, <sup>2</sup>Suyitno, <sup>3</sup>Imam Arif R.

<sup>1,2,3</sup> Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

<sup>1,2,3</sup> Email: cilviacalnela7@gmail.com ; suyitno@unj.ac.id ; imam\_ar@unj.ac.id

## Abstract

*This study aims to determine the difference in short circuit current with manual calculation and ETAP 12.60 Simulation in to know the suitability of capacity circuit breaker Substasion 150/20 kV at Gandul. The used method is qualitative descriptive method. The subject that will be studied is short circuit on the substation 150/20 kV Gandul Cinere. The research was conducted by using is manual calculation and software ETAP 12.60 simulation. The results obtained is differences of the short circuit current is not significant between the manual calculation and software ETAP 12.60 simulation in three conditions include 0.572% for the conditions of short circuit fault of one phase to ground, 0.884% for the conditions of short circuit fault of phase to phase and last 0.884% for the short circuit fault of three phase. Furthermore, the result of the calculation of the short circuit current will be used as an indicator of a determinant of the suitability of the capacity circuit breaker substation 150/20 kV at Gandul , obtained that a comparison of the rating circuit breaker installed (existing) is great against the result of the election of the rating circuit breaker base on manual calculation. So it can be concluded that the circuit breaker beinstalled on the substation 150/20 KV at Gandul, has a capacity that suits your needs and still fit for use.*

**Keywords:** Short Circuit Current, The Capacity of circuit breaker, software ETAP Power Station 12.60 Simulation.

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan besar arus hubung singkat antara perhitungan manual dan simulasi ETAP Power Station 12.6 serta untuk mengetahui kesesuaian kapasitas pemutus tenaga GI Gandul 150/20 kV. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Subjek pada penelitian ini adalah arus hubung singkat pada Gardu Induk 150/20 kV Gandul Cinere. Penelitian dilakukan menggunakan perhitungan manual dan simulasi *software* ETAP Power Station 12.6. Hasil penelitian diperoleh bahwa perbedaan hasil arus hubung singkat yang tidak signifikan antara perhitungan manual dan simulasi *software* ETAP Power Station 12.6 dalam tiga kondisi meliputi 0.572% untuk kondisi gangguan hubung singkat salah satu fasa ketanah, 0.884% untuk kondisi gangguan arus hubung singkat fasa ke fasa dan terakhir 0.884% untuk gangguan arus hubung singkat tiga fasa. Selanjutnya, hasil perhitungan arus hubung singkat tersebut akan digunakan sebagai indikator penentu kesesuaian kapasitas pemutus PMT (*Circuit Breaker*) GI Gandul 150/20 kV, diperoleh bahwa perbandingan *rating* pemutus PMT yang terpasang (*existing*) lebih besar terhadap hasil pemilihan *rating* pemutus PMT berdasarkan perhitungan manual. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemutus tenaga yang terpasang pada di GI Gandul 150/20 kV memiliki kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan dan masih layak digunakan.

**Kata kunci:** Arus Hubung Singkat, Kapasitas pemutus tenaga (Circuit Breaker), Simulasi ETAP Power Station 12.60

## PENDAHULUAN

Analisis gangguan hubung singkat adalah analisis yang mempelajari kontribusi arus gangguan hubung singkat yang mungkin mengalir pada setiap cabang didalam sistem tenaga listrik. Pada umumnya, analisis hubung singkat dilakukan ketika sistem tenaga listrik baru akan dibuat atau dalam perancangan, bertujuan untuk mengetahui kapasitas yang dibutuhkan pada tiap komponen atau peralatan dalam suatu jaringan. Namun, analisis ini dapat dilakukan kembali pada sistem tenaga listrik yang telah ada dan biasanya dilakukan pada sistem tenaga listrik yang mengalami perubahan atau perkembangan berupa

perubahan jaringan pada transmisi dan perkembangan sistem beban yang terpasang (*Feeder* atau penyulang) dan sebagainya.

Perubahan jaringan pada sistem tenaga listrik tersebut yang mengharuskan dilakukannya studi analisa hubung singkat kembali bertujuan untuk memastikan apakah komponen atau peralatan proteksi pada sistem tenaga listrik masih mampu meng-*handle* ketika terjadi gangguan arus hubung singkat.

Dalam penelitian ini, peneliti memilih lokasi yang telah mengalami perkembangan atau perubahan baik perubahan jaringan atau perkembangan sistem beban, peneliti memilih

lokasi penelitian di Gardu Induk Gandul, Cinere, Jakarta selatan karena berdasarkan data yang diperoleh bahwa GI Gandul telah mengalami beberapa perubahan jaringan meliputi: bertambahnya sumber daya yaitu IBT 4, penambahan *bay* penghantar Pondok Indah I dan *bay* Pondok Indah II serta penambahan beban penyulang 20 kV (*feeder*) hingga kini jumlah *feeder* yang merupakan pembebanan *output* di trafo 1, trafo 2, trafo 3 dan trafo 4 pada GI Gandul ialah sebanyak 62 penyulang (*feeder*).

Selain ditinjau dari perubahan jaringan dan penambahan atau pengurangan *bay* Penghantar dan penyulang tersebut, peneliti juga memperoleh data yang menyatakan bahwa GI Gandul 150 kV mengalami gangguan beberapa kali yaitu berupa *trip* pada bulan Januari, Juni dan November 2017. Gangguan *trip* ini dapat terjadi dikarena oleh beberapa hal dan kemungkinan gangguan tersebut terjadi akibat perubahan jaringan yang terjadi pada Gardu Induk Gandul sehingga arus yang melewati setiap peralatan melebihi kapasitas yang ada.

Oleh karena itu, pentingnya dilakukan analisis gangguan hubung singkat untuk mengetahui besar arus maksimal yang akan melewati setiap peralatan. Kemudian menentukan kapasitas peralatan yang sesuai dengan kebutuhan, khususnya ialah Pemutus tenaga (*Circuit Breaker*) yang merupakan salah satu peralatan proteksi pada sistem tenaga listrik. dengan demikian peneliti dapat mengetahui bahwa peralatan yang terpasang pada GI Gandul apakah masih dapat *handle* ketika mengalami gangguan meskipun sistem jaringan atau sistem pembebanan pada GI Gandul telah mengalami perubahan.

Analisis ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode analisis hubung singkat seimbang dan tidak seimbang atau komponen simetris. Dan untuk menghasilkan analisis yang cepat dan akurat maka digunakan sebuah *software* ETAP *Power Station* 12.60 sebagai program simulasi gangguan hubung singkat pada sistem tenaga listrik.

## METODE PENELITIAN

Berdasarkan pada permasalahan yang diteliti, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif dengan mengumpulkan data *real time* berupa data *logger* yang merupakan kumpulan data *real* hasil

pengukuran selama periode 1 tahun yang diperoleh dari sistem SCADA dan pemeliharaan yang dilakukan operator pihak GI Gandul setiap harinya. Selain itu, diperlukan data spesifikasi pada tiap peralatan sebagai data masukan dalam parameter-parameter yang dibutuhkan dalam simulasi *software* ETAP *power station* 12.60.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan kesimpulan mengenai kapasitas pemutus tenaga yang terpasang pada GI Gandul 150/20 kV, Hal ini guna mengetahui serta memastikan kesesuaian kapasitas pemutus tenaga apakah masih mampu *handle* ketika terjadi gangguan arus hubung singkat meskipun sistem jaringan pada GI Gandul 150/20 kV telah mengalami perubahan sistem jaringan dan perkembangan sistem beban.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Dengan Menggunakan Simulasi ETAP Power Station 12.60

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil perhitungan arus hubung singkat dengan menggunakan simulasi ETAP Power Station 12.60 ditunjukkan pada tabel 4.1:

**Tabel 4.1.** Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Dengan Menggunakan Simulasi ETAP Power Station 12.60

No.	Jenis Arus Hubung Singkat	Hasil Arus Hubung Singkat Dengan Simulasi ETAP Power Station 12.60 (kA)
1	Salah Satu Fasa ke Tanah	57.370
2	Fasa ke Fasa	54.757
3	Tiga Fasa	63.228

### Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Dengan Perhitungan Manual

Hasil perhitungan arus hubung singkat dengan perhitungan manual merupakan hasil penjumlahan besar arus hubung singkat pada tiap *bay* (baris) penghantar yang terhubung terhadap busbar yang mengalami gangguan.

*Bay* yang terhubung pada busbar 1 dan 2 yang mengalami gangguan meliputi *bay* IBT 1, IBT2, IBT3, IBT4, Trafo 1, Trafo 2, Trafo 3, Trafo 4, Transmisi *Line* GI Kemang 1 dan 2, Transmisi *Line* GI Pondok Indah 1 dan 2, Transmisi *Line* GI Petukangan 1 dan 2, Transmisi *Line* GI Serpong 1 dan 2.

Berikut ini hasil arus hubung singkat dengan perhitungan manual ditunjukkan pada tabel 4.2 sampai dengan tabel 4.4.

**Tabel 4.2.** Hasil Perhitungan Manual Arus Hubung Singkat Salah Satu Fasa Ke Tanah

No.	Nama bay (Baris) Penghantar	Arus Hubung Singkat Salah Satu Fasa ke Tanah ( $I_{SC L-G}$ )
1	IBT 1	10.84442394
2	IBT 2	10.7836588
3	IBT 3	10.599540585
4	IBT 4	10.94931153
5	Trafo 1	0.457174979
6	Trafo 2	0.467588545
7	Trafo 3	0.458656872
8	Trafo 4	0.4559417224
9	TL Kemang 1	1.60951281757
10	TL Kemang 2	1.60951281757
11	TL Pondok Indah 1	1.60908480296
12	TL Pondok Indah 2	1.60908480296
13	TL Petukangan 1	1.43941953558
14	TL Petukangan 2	1.43941953558
15	TL Serpong 1	1.51878707194
16	TL Serpong 2	1.51878707194
<b>Total Akhir</b>		<b>57.36990543</b>

**Tabel 4.3** Hasil Perhitungan Manual Arus Hubung Singkat Fasa Ke Fasa

No.	Nama bay (Baris) Penghantar	Arus Hubung Singkat Fasa Ke Fasa ( $I_{SC L-L}$ )
1	IBT 1	9.093546064
2	IBT 2	9.044199756
3	IBT 3	8.8945573362
4	IBT 4	9.178682169
5	Trafo 1	0.552055227
6	Trafo 2	0.562536328
7	Trafo 3	0.553582017
8	Trafo 4	0.554349212
9	TL Kemang 1	2.11914191
10	TL Kemang 2	2.11914191
11	TL Pondok Indah 1	2.11916501426
12	TL Pondok Indah 2	2.11916501426
13	TL Petukangan 1	1.91355585056
14	TL Petukangan 2	1.91355585056
15	TL Serpong 1	2.01008697147
16	TL Serpong 2	2.01008697147
<b>Total Akhir</b>		<b>54.7574076</b>

**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan Manual Arus Hubung Singkat Tiga Fasa

No.	Nama bay (Baris) Penghantar	Arus Hubung Singkat Tiga Fasa ( $I_{SC L-L-L}$ )
1	IBT 1	10.50032254
2	IBT 2	10.44334233

3	IBT 3	10.27056865
4	IBT 4	10.59862924
5	Trafo 1	0.637458469
6	Trafo 2	0.649561001
7	Trafo 3	0.639221455
8	Trafo 4	0.640107335
9	TL Kemang 1	2.44697430352
10	TL Kemang 2	2.44697430352
11	TL Pondok Indah 1	2.44700098289
12	TL Pondok Indah 2	2.44700098289
13	TL Petukangan 1	2.20958397074
14	TL Petukangan 2	2.20958397074
15	TL Serpong 1	2.32104850815
16	TL Serpong 2	2.32104850815
<b>Total Akhir</b>		<b>63.22842655</b>

**Perbandingan Hasil Arus Hubung Singkat Pada Busbar 1 dan 2 150 KV Dengan Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP 12.6**

Hasil perhitungan manual arus hubung singkat pada busbar 1 dan 2 akan dibandingkan dengan hasil simuasi dengan menggunakan ETAP 12.6. Untuk hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.5 sampai dengan tabel 4.7.

**Tabel 4.5** Perbandingan Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Salah Satu Fasa Ke Tanah Dengan Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP Power Station 12.60

Nama Bay (Baris) Penghantar	Hitung Manual (kA)	Hasil ETAP (kA)	Selisih (kA)
IBT 1	10.844	10.884	-0.040
IBT 2	10.784	10.807	-0.023
IBT 3	10.600	10.576	0.024
IBT 4	10.949	11.017	-0.068
Trafo 1	0.457	0.461	-0.004
Trafo 2	0.468	0.471	-0.003
Trafo 3	0.459	0.465	-0.006
Trafo 4	0.456	0.456	0.000
TL Kemang 1	1.610	1.558	0.0515
TL Kemang 2	1.610	1.558	0.0515
TL Pond. Indah 1	1.609	1.474	0.135
TL Pond. Indah 2	1.609	1.474	0.135
TL Petukangan 1	1.439	1.45	-0.011
TL Petukangan 2	1.439	1.45	-0.011
TL Serpong 1	1.519	1.532	-0.013
TL Serpong 2	1.519	1.532	-0.013
<b>Total Akhir</b> ( $I_{SC L-G}$ )	<b>57.370</b>	<b>57.042</b>	<b>0.328</b>

**Tabel 4.6** Perbandingan Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Fasa Ke Fasa Dengan Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP Power Station 12.60

Nama Bay (Baris) Penghantar	Hitung Manual (kA)	Hasil ETAP (kA)	Selisih (kA)
IBT 1	9.094	9.036	0.058
IBT 2	9.044	8.975	0.069
IBT 3	8.895	8.791	0.104
IBT 4	9.179	9.142	0.037

Trafo 1	0.552	0.543	0.009
Trafo 2	0.563	0.605	-0.042
Trafo 3	0.554	0.596	-0.042
Trafo 4	0.554	0.582	-0.028
TL Kemang 1	2.119	2.073	0.046
TL Kemang 2	2.119	2.073	0.046
TL Pond. Indah 1	2.119	1.942	0.177
TL Pond. Indah 2	2.119	1.942	0.177
TL Petukangan1	1.914	1.956	-0.042
TL Petukangan 2	1.914	1.956	-0.042
TL Serpong 1	2.010	2.036	-0.026
TL Serpong 2	2.010	2.036	-0.026
<b>Total Akhir</b> <b>(<math>I_{SC L-L}</math>)</b>	<b>54.757</b>	<b>54.273</b>	<b>0.484</b>

**Tabel 4.7** Perbandingan Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Tiga Fasa Dengan Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP *Power Station 12.60*

Nama Bay (Baris) Pengantar	Hitung	Hasil	Selisih
	Manual (kA)	ETAP (kA)	
IBT 1	10.500	10.434	0.066
IBT 2	10.443	10.363	0.080
IBT 3	10.271	10.151	0.120
IBT 4	10.599	10.556	0.043
Trafo 1	0.637	0.627	0.010
Trafo 2	0.650	0.699	-0.049
Trafo 3	0.639	0.688	-0.049
Trafo 4	0.640	0.672	-0.032
TL Kemang 1	2.447	2.393	0.054
TL Kemang 2	2.447	2.393	0.054
TL Pond. Indah 1	2.447	2.243	0.204
TL Pond. Indah 2	2.447	2.243	0.204
TL Petukangan1	2.210	2.26	0.050
TL Petukangan 2	2.210	2.26	0.050
TL Serpong 1	2.321	2.352	0.031
TL Serpong 2	2.321	2.352	0.031
<b>Total Akhir</b> <b>(<math>I_{SC L-L-L}</math>)</b>	<b>63.228</b>	<b>62.669</b>	<b>0.559</b>

Berdasarkan ketiga tabel diatas yaitu tabel 4.5. sampai dengan tabel 4.7, maka diperoleh hasil selisih perhitungan arus hubung singkat dengan perhitungan manual dan simulasi ETAP secara keseluruhan baik dalam bentuk satuan kA maupun persentase yang ditunjukkan pada tabel 4.8:

**Tabel 4.8** Persentase Hasil Perbandingan Arus Hubung Singkat Antara Hitungan Manual dan Simulasi ETAP (*Electric Transient and Program*) *Power Station 12.60* Pada Busbar 1 atau 2 150 kV

Jenis Arus Hubung Singkat	Metode Perhitungan		Selisih	
	Hitungan Manual	Simulasi ETAP	(kA)	(%)
	(kA)	(kA)	(kA)	(%)
1 Fasa Ke Tanah	57.370	57.042	0.328	0.572

Fasa Ke Fasa	54.757	54.273	0.484	0.884
Tiga Fasa	63.228	62.669	0.559	0.884

Berdasarkan tabel 4.8. diketahui selisih hasil perhitungan arus hubung singkat meliputi tiga kondisi (L-G), (L-L) dan (L-L-L) dengan perhitungan manual dan simulasi ETAP *Power Station 12.60* secara keseluruhan baik dalam bentuk satuan kA maupun persentase.

Dalam tabel 4.8. diperoleh besar arus hubung singkat salah satu fasa ke tanah pada busbar 1 atau 2 yang menghasilkan perhitungan manual sebesar 57.370 kA dan 57.042 kA dengan simulasi ETAP 12.6. Sehingga didapati perbedaan besar arus hubung singkat salah satu fasa ke tanah antara perhitungan manual dan simulasi ETAP *Power Station 12.60* sebesar 0.328 kA dan dalam persentase ialah 0.572%.

Kemudian untuk hasil arus hubung singkat fasa ke fasa pada busbar 1 atau 2 menghasilkan perhitungan manual sebesar 54.757 kA dan 54.273 kA dengan simulasi ETAP 12.6. Sehingga didapati perbedaan besar arus hubung singkat fasa ke fasa antara perhitungan manual dan simulasi ETAP *Power Station 12.60* sebesar 0.484 kA dan dalam persentase ialah 0.884%.

Terakhir, hasil arus hubung singkat tiga fasa pada busbar 1 dan 2 sebesar 63.228 kA dengan perhitungan manual dan 62.669 kA dengan simulasi ETAP 12.6. Sehingga didapati perbedaan besar arus hubung singkat tiga fasa antara perhitungan manual dan simulasi ETAP *Power Station 12.60* sebesar 0.559kA dan dalam persentase ialah 0.884%.

Berdasarkan penjabaran hasil nilai arus hubung singkat tersebut, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan arus hubung singkat dengan perhitungan manual lebih besar dibandingkan hasil perhitungan arus hubung singkat dengan menggunakan simulasi ETAP *Power Station 12.60*. Perbedaan hasil perhitungan arus hubung singkat antara perhitungan manual dan simulasi ETAP *Power Station 12.60* tersebut disebabkan pada simulasi ETAP *Power Station 12.60* menggunakan pembulatan angka desimal sebesar 3 digit dibelakang koma dan perhitungan manual menggunakan 8 sampai 9 digit dibelakang koma.

Perbedaan perhitungan baik dalam satuan kA maupun persentase yang tidak signifikan, sehingga bisa dijadikan referensi PLN.

**Penentuan Kapasitas Pemutus Tenaga**

Dengan diperolehnya nilai arus hubung singkat maksimum yang diperoleh dari penjumlahan seluruh arus hubung singkat pada tiap Bay Penghantar, maka kapasitas pemutus *Circuit Breaker* dapat ditentukan dengan perhitungan yang dirincikan kedalam tabel 4.9

**Tabel 4.9.** Hasil Perhitungan Kapasitas Pemutus Tenaga PMT 150 kV Pada Gardu Induk Gandul

No	Bay Penghantar	Arus Gangguan Maksimum	Kapasitas Pemutus Tenaga
		$(I_{SC L-L-L})$ Perhitungan Manual (kA)	$(I_{SC L-L-L}) \times 1.6$ (kA)
1	IBT 1	10.5	16.800
2	IBT 2	10.443	16.709
3	IBT 3	10.271	16.434
4	IBT 4	10.599	16.958
5	Trafo 1	0.637	1.019
6	Trafo 2	0.65	1.040
7	Trafo 3	0.639	1.022
8	Trafo 4	0.64	1.024
9	TL Kemang 1	2.447	3.915
10	TL Kemang 2	2.447	3.915
11	TL Pond. Indah 1	2.447	3.915
12	TL Pond. Indah 2	2.447	3.915
13	TL Petukangan 1	2.21	3.536
14	TL Petukangan 2	2.21	3.536
15	TL Serpong 1	2.321	3.714
16	TL Serpong 2	2.321	3.714

*Rating* PMT dipasaran dengan tegangan 150 kV meliputi 20 kA, 25kA, 35kA dan 40 kA. Berdasarkan *rating* PMT dipasaran dan dengan memperhatikan kapasitas pemutus hasil perhitung manual dengan nilai paling besar ialah 16.958 kA dapat dilihat pada tabel 4.9, maka dalam penelitian ini dipilih PMT dengan *rating* 20 kA sebagai *rating* pemutus tenaga berdasarkan hasil perhitungan manual ditunjukkan pada tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Pemilihan *Rating* Pemutus Tenaga Berdasarkan Hasil Perhitungan Manual

Bay Penghantar	Kapasitas Pemutus Tenaga	<i>Rating</i> PMT Berdasarkan Hasil Perhitungan Dengan Melihat <i>Rating</i> PMT di Pasaran
	(kA)	(kA)
IBT 1	16.800	20
IBT 2	16.709	20
IBT 3	16.434	20
IBT 4	16.958	20
Trafo 1	1.019	20
Trafo 2	1.040	20
Trafo 3	1.022	20
Trafo 4	1.024	20
TL Kemang 1	3.915	20
TL Kemang 2	3.915	20
TL Pond. Indah 1	3.915	20

TL Pond. Indah 2	3.915	20
TL Petukangan 1	3.536	20
TL Petukangan 2	3.536	20
TL Serpong 1	3.714	20
TL Serpong 2	3.714	20

**Kesesuaian Kapasitas Pemutus Tenaga Yang Terpasang (*existing*) Pada Gardu Induk Gandul 150 KV**

Kesesuaian kapasitas pemutus tenaga pada GI gandul 150 kV ialah dengan membandingkan *rating* PMT yang terpasang (*existing*) dengan perhitungan manual. Sehingga diperoleh kondisi kesesuaian kapasitas pemutus tenaga yang terpasang di GI Gandul pada tabel 4.11:

**Tabel 4.11.** Perbandingan *Rating* Pemutus PMT *Existing* di GI Gandul dengan Hasil Perhitungan Manual

Nama Pemutus	<i>Rating</i> Pemutus PMT Hasil Perhitungan	<i>Rating</i> Pemutus PMT Terpasang ( <i>Existing</i> )	Kondisi Kapasitas Pemutus PMT GI Gandul 150/20 kV
	(kA)	(kA)	Sesuai/ Tidak Sesuai
IBT 1	20	63	Sesuai
IBT 2	20	50	Sesuai
IBT 3	20	63	Sesuai
IBT 4	20	50	Sesuai
Trafo 1	20	50	Sesuai
Trafo 2	20	50	Sesuai
Trafo 3	20	40	Sesuai
Trafo 4	20	40	Sesuai
TL Kemang 1	20	50	Sesuai
TL Kemang 2	20	63	Sesuai
TL Pd. Indah 1	20	63	Sesuai
TL Pd. Indah 2	20	63	Sesuai
TL Petukangan1	20	63	Sesuai
TL Petukangan 2	20	63	Sesuai
TL Serpong 1	20	63	Sesuai
TL Serpong 2	20	63	Sesuai

Dengan mengamati tabel 4.11 mengenai perbandingan antara *rating* pemutus tenaga (PMT) yang terpasang di GI Gandul Cinere terhadap hasil pemilihan *rating* pemutus tenaga (PMT) hasil perhitungan manual, diperoleh bahwa *rating* pemutus tenaga (PMT) yang terpasang di GI Gandul cinere lebih besar dari *rating* pemutus tenaga (PMT) berdasarkan hasil perhitungan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kapasitas pemutus tenaga (PMT) yang terpasang di GI Gandul 150 kV Cinere, sesuai dan layak digunakan sebagai pemutus tenaga meskipun pada GI Gandul 150 kV telah mengalami beberapa perkembangan dan perubahan sistem jaringan tenaga listrik meliputi penambahan sumber daya yaitu IBT 4 (500/150 kV),

penambahan sistem jaringan *transmisi line* Pondok Indah dan bertambahnya penyulang hingga kini mencapai 62 *feeder*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tentang tentang studi hubung singkat pada sistem tenaga listrik PT.PLN (Persero) P3B Gandul Cinere khususnya GI Gandul sisi 150 kV dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil selisih perhitungan arus hubung singkat antara perhitungan manual dengan hasil simulasi ETAP Power Station 12.6 tidak terlampau jauh yaitu kurang dari 1% pada tiap jenis hubung singkat meliputi 0.572% untuk selisih nilai arus gangguan hubung singkat salah satu fasa ke tanah ( $I_{SC\ L-G}$ ), 0.884% untuk selisih nilai arus gangguan hubung singkat dua fasa ( $I_{SC\ L-L}$ ) dan terakhir 0.884% untuk selisih nilai arus gangguan hubung singkat tiga fasa ( $I_{SC\ L-L-L}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa simulasi ETAP Power Station 12.6 *valid* dan perhitungan yang dilakukan telah benar, sehingga dapat dijadikan referensi bagi PLN.
2. Berdasarkan nilai arus gangguan hubung singkat tiga fasa ( $I_{SC\ L-L-L}$ ) pada busbar 150 kV maka dapat ditentukan kapasitas pemutus PMT pada tiap *bay* sebagai berikut:
  - a. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo IBT 1 sebesar 16.800 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - b. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo IBT 2 sebesar 16.709 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - c. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo IBT 3 sebesar 16.434 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - d. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo IBT 4 sebesar 16.958 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - e. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo daya 1 sebesar 1.019 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - f. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo daya 2 sebesar 1.040

- g. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo daya 3 sebesar 1.022 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - h. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) trafo daya 4 sebesar 1.024 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - i. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) penghantar *transmisi line* Kemang 1 dan 2 sebesar 3.915 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - j. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) penghantar *transmisi line* Pondok Indah 1 dan 2 sebesar 3.915 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  - k. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) penghantar *transmisi line* Petungkang 1 dan 2 sebesar 3.536 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
3. Kapasitas pemutus tenaga PMT sisi 150 kV pada *bay* (baris) penghantar *transmisi line* Serpong 1 dan 2 sebesar 3.714 kA dengan pemilihan *rating* PMT yang tersedia dipasaran sebesar 20 kA
  4. Perbandingan *rating* pemutus tenaga (PMT) yang terpasang (*existing*) lebih besar terhadap hasil pemilihan *rating* pemutus tenaga (PMT) berdasarkan perhitungan manual, sehingga dapat disimpulkan bahwa pemutus tenaga PMT yang terpasang di GI Gandul sisi 150 kV memiliki kapasitas yang masih sesuai dengan kebutuhan dan layak digunakan meskipun telah mengalami perubahan sistem jaringan tenaga listrik meliputi penambahan sumber daya yaitu IBT 4 (500/150 kV), penambahan sistem jaringan *transmisi line* GI Pondok Indah 1 dan 2 dan bertambahnya penyulang hingga kini mencapai 62 *feeder*.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, maka peneliti memiliki saran sebagai berikut:

1. Hasil studi nilai arus hubung singkat dalam tugas akhir ini digunakan sebagai penentu kapasitas *rating* pemutus tenaga (PMT) dan mengevaluasi *rating* pemutus tenaga (PMT)

yang terpasang (*existing*) pada GI Gandul sisi 150 kV. Diharapkan hasil studi arus hubung singkat dapat digunakan untuk menentukan *rating* peralatan proteksi lainnya.

2. Perlu dilakukan pengujian lebih detail kepada pemutus tenaga baik itu data maupun menggunakan metode yang berbeda sehingga dapat dibandingkan hasil yang didapatkan, dan akan mendapatkan keakuratan yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, AN. 2005. Sistem Tenaga Listrik Operasi Sistem dan Pengendalian. Malang: Teknik Elektro Universitas Negeri Malang.
- Afandi, AN. 2010. Buku Operasi Sistem Tenaga Listrik Berbasis EDSA. Yogyakarta: Gayamedia.
- Buku PT. PLN (Persero), Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- Buku PT.PLN (Persero) Analisa Sistem Tenaga Listrik APP Cawang.
- Basecamp Gardu Induk Gandul, Cinere Jakarta Selatan.
- Buku AST (*Yusreni Warmi*). (t.d) 30 September 2014.  
[http://www.academia.edu/6383668/Buku AST Yusreni Warmi](http://www.academia.edu/6383668/Buku_AST_Yusreni_Warmi).
- Dasman, 2016. *Studi Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah pada SUTT 150 KV (Aplikasi GI PIP-Pauh Limo)*. Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Padang.
- Hendriyadi, 2007. *Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi Di Kota Pontianak*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura. Vol 1:1.
- Ikkholis. 2013. Analisis Gangguan Hubung Singkat (Online) (<https://ikkkholis27.wordpress.com/2013/11/12/analisis-gangguan-hubung>)
- Lubis, Chandra Fireral., 2017. *Penentuan Kapasitas Pemutus Tenaga Sisi 20 kV Pada Gardu Induk Sei. Raya*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura. Vol 2:1.
- Manurung. Julian Maruli Torang., 2013. *Studi Pengaman Busbar 150 kV Pada Gardu Induk Siantan* . Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura. Vol 1:1.
- Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.

Multa, Lesnanto., Aridani, Restu Prima., Modul Pelatihan ETAP, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2013.

Pandjaitan, Bonar. 2012. *Praktik-praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Andi Offset.

Posundu, Filia Majesty., Patras, Lily S., Tuegeh, Maickel., 2013. *Penentuan Kapasitas CB Dengan Analisa Hubung Singkat Pada Jaringan 70kV Sistem Minahasa*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer. Vol 2 : 2.