

**Analisis Perbandingan Perhitungan *Short Circuit* Pada Gardu Induk  
150/20 KV  
(Studi Kasus Pada Gardu Induk Manyar Gresik)**

**Saifudin**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [saifudin.17050874017@mhs.unesa.ac.id](mailto:saifudin.17050874017@mhs.unesa.ac.id)

**Subuh Isnur Haryudo, Unit Three Kartini, Widi Aribowo**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [subuhisnur@unesa.ac.id](mailto:subuhisnur@unesa.ac.id), [unitthree@unesa.ac.id](mailto:unitthree@unesa.ac.id), [widiaribowo@unesa.ac.id](mailto:widiaribowo@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan besar arus hubung singkat antara perhitungan manual dan simulasi ETAP *Power Station* serta untuk mengetahui kesesuaian kapasitas pemutus tenaga Gardu Induk Manyar Gresik. Objek penelitian ini adalah mengukur *short circuit current* yang terjadi pada tiap bus. Penelitian ini memakai hitungan manual dan simulasi ETAP. Hasil perhitungan manual diperoleh dari data lapangan pada Gardu Induk Manyar Gresik. Untuk hasil total gangguan *short circuit* salah satu fasa ke tanah yaitu 56.773, Untuk hasil total gangguan *short circuit* fasa ke fasa yaitu 42.661, Untuk hasil total gangguan *short circuit* tiga fasa yaitu 49.055. Sedangkan hasil dari simulasi ETAP diperoleh dari data simulasi program *software* ETAP *Power Station*. Dengan memasukan data komponen yang sesuai pada Gardu Induk Manyar Gresik. Setelah dilakukan penelitian didapati ketidaksamaan hasil *short circuit current* yang berbeda perhitungan manual dan simulasi ETAP dalam tiga keadaan yakni 0.368% kondisi gangguan *short circuit current* salah satu fasa ke tanah 0.550% kondisi gangguan arus hubung singkat fasa ke fasa dan terakhir 0.130% kondisi gangguan *short circuit current* tiga fasa. Kemudian, hasil perhitungan *short circuit current* tersebut akan dipakai sebagai indikator penentu kesinkronan kapasitas pemutus Gardu Induk Manyar Gresik. Diperoleh bahwa perbedaan rating pemutus yang terpasang lebih besar terhadap hasil pemilihan rating pemutus berdasarkan perhitungan manual. Lalu bisa disimpulkan bahwa pemutus tenaga yang terpasang pada di Gardu Induk Manyar Gresik memiliki kapasitas yang sinkron dengan kebutuhan dan masih bisa dipakai.

**Kata kunci:** Arus Hubung Singkat, Gangguan Arus, Kapasitas Pemutus Tenaga

**Abstract**

This study aims to determine the difference in the magnitude of short circuit current between manual calculations and simulations of ETAP *Power Station* and to determine the suitability of the power breaker capacity of the Manyar Gresik Substation. The object of this research is to measure the short circuit current that occurs in each bus. This research uses manual calculations and simulations of the ETAP *Power Station* software. The results of manual calculations are obtained from field data at the Manyar Gresik Substation. For the total result short circuit fault one phase to ground is 56,773, for the total result of short circuit fault for phase to phase is 42,661, For the total result of three phase short circuit fault is 49,055. While the results of the ETAP simulation are obtained from the simulation data of the ETAP *Power Station* software program. By entering the appropriate component data at the Manyar Gresik Substation. The results showed that the differences in the results of short circuit currents that were not significant between manual calculations and simulations of the ETAP *Power Station* software in three conditions included 0.368% for short circuit faulty conditions one phase to ground 0.550% for short circuit current fault conditions phase to phase and lastly 0.130% for three-phase short-circuit current fault. Then, the results of the calculation of the short circuit current will be used as an indicator to determine the synchronization of the breaker capacity of the Manyar Gresik Substation. It was found that the difference in the rating of the installed breaker is greater than the result of selecting the breaker rating based on manual calculations. So it can be concluded that the circuit breaker installed at the Manyar Gresik Substation has a capacity that is in sync with the needs and is still suitable for use.

**Keywords:** Short Circuit Current, Current Disturbance, Breaker Capacity

**PENDAHULUAN**

Analisis gangguan hubung singkat memeriksa kontribusi arus gangguan hubung singkat yang

mengaliri setiap cabang *electric power system*. Secara gambaran umum, analisis hubung singkat (*short circuit analysis*) dilakukan di waktu sistem

tenaga listrik (*electric power system*) baru dibangun atau dalam perencanaan, bermaksud dapat memahami Kapasitas beban yang dibutuhkan oleh setiap peralatan atau instrumen dalam jaringan. Akan tetapi analisis ini bisa dilaksanakan kembali pada *power system* yang ada, terutama berupa perubahan atau pengembangan pada sistem tenaga *transmission* dan pengembangan beban yang sudah aktif. Berubahnya jaringan pada *electric power system* ini yang menuntut dilakukannya *short circuit analysis* lagi bertujuan yaitu menentukan sudahkah peralatan proteksi atau komponen pada *electric power system* masih mampu stabil atau optimal ketika terjadi gangguan *short circuit current*.

Dari penelitian sebelumnya oleh Cilvia Calnela tahun 2020 yang berjudul “*Analisa Hubung Singkat Pada Gardu Induk 150/20 KV*”. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk memperoleh perbedaan besar *short circuit current* antara perhitungan manual dan simulasi ETAP *Power Station 12.6* dan untuk mengetahui kesesuaian kapasitas pemutus tenaga di Gardu Induk Gandul Cinere. (Cilvia 2020)

Studi dan literature tentang *short circuit analysis* telah banyak ditemukan dan diuji di gardu induk.. Artikel ini memberikan implementasi tentang nilai efisien dan kesesuaian melalui percobaan dalam menganalisa perbandingan.. Analisa yang dilakukan untuk memastikan cara efektif yang andal dan efisien dari *short circuit analysis* dan untuk mengetahui kesesuaian pemutus tenaga. Pengukuran dilakukan bermaksud untuk mengetahui keadaan peralatan dengan menggunakan alat ukur sederhana serta *advanced* yang dilakukan oleh petugas pemeliharaan.

Untuk memulai analisis aliran daya, pertama-tama pertimbangkan komponen AC dan DC serta peralatan yang digunakan untuk menjelaskan diagram satu baris sistem tenaga. Editor kasus analisis aliran beban berisi beberapa opsi untuk variabel kontrol dan format laporan atau hasil keluaran perangkat lunak yang digunakan untuk menyelesaikan analisis aliran beban. Setelah memilih studi kasus, aliran daya dan LF-Default, tab jendela ditampilkan dan tamu (editor proyek) ditampilkan (Amira 2014). Termasuk dalam kasus studi tren, antara lain:

1. Nomor kasus studi

Pada kolom ID studi kasus, dapat diganti nama studi kasus dengan menghapus ID lama dan memasukkan ID baru. ID studi kasus dapat

berisi hingga 12 karakter alfanumerik

2. Metode ETAP (Ariyanto 2019)

Ada tiga metode penghitungan aliran daya, yaitu: Newton-Raphson, fast decoupling dan percepatan Gauss-Seidel. Ketiganya memiliki karakteristik perpaduan yang berbeda dan terkadang memiliki keunggulan lebih dalam mencapai performa terbaik. Pada penelitian ini mengambil sample contoh gangguan *short circuit* satu fasa ke tanah, fasa ke fasa dan tiga fasa.. ((Ariyanto 2019)

**KAJIAN PUSTAKA**

Untuk Menghitung presentase perbandingan dari perhitungan manual dan perhitungan dari ETAP, maka kita harus mengetahui terlebih dahulu hasil total perhitungan manual dan hasil total perhitungan ETAP.

Hasil total perhitungan manual di dapat dari menjumlahkan keseluruhan jumlah *short circuit current* salah satu ke fasa ke tanah yang sudah di dapat dari data di lapangan, sedangkan untuk mengetahui hasil total perhitungan ETAP di dapat dari menjumlahkan keseluruhan jumlah *short circuit current* salah satu ke fasa ke tanah hasil dari simulasi program ETAP *Power Station 12.6*

Setelah mendapati hasil keduanya barulah bisa melakukan perbandingan dengan melihat presentase antara perhitungan manual dan perhitungan ETAP (Cilvia 2020). Rumus untuk mencari presentase perhitungan manual dan perhitungan ETAP dapat dilihat di persamaan 1 :

$$Persentase = \frac{HM-HE}{HM} 100\% \tag{1}$$

Keterangan

HM = Hitungan Manual

HE = Hitungan ETAP

% = Persentase Perbandingan

Selanjutnya, untuk mencari kapasitas pemutus tenaga, terlebih dahulu harus memperoleh nilai arus hubung singkat maksimum yang diperoleh dari penjumlahan seluruh arus hubung singkat pada tiap bus penghantar, maka kapasitas pemutus *Circuit Breaker* dapat ditentukan (Cilvia 2020). Rumus untuk mencari kapasitas pemutus tenaga dapat dilihat di persamaan II :

Analisis Perbandingan Perhitungan *Short Circuit* Pada Gardu Induk 150/20 KV  
(Studi Kasus Pada Gardu Induk Manyar Gresik)

$$(KPT = I_{max} \times 1.6) \quad (2)$$

Keterangan

KPT = Kapasitas Pemutus Tenaga

$I_{max}$  = Arus Gangguan Maksimum

#### **Gangguan *Short Circuit* Satu Phase ke Tanah**

Kegagalan fasa ke ground mengakibatkan arus di fasa terputus meningkat, dan tegangan jadi nol, sedangkan arus di fasa lain menjadi nol, dan kemudian tegangan di fasa lainnya meningkat. Untuk gangguan seperti ini, dianggap bahwa fasa *a* memiliki gangguan (Dasma 2016).

#### **Gangguan *Short Circuit* Dua Phase**

Gangguan yang disebabkan oleh terputusnya saluran fasa antara pada *transmission* atau *distribution vertikal*. Penyebab lain ialah memicu rusaknya isolator secara bersamaan selama transmisi atau distribusi daya dua fase. Atau mungkin karena ketika tiang *transmission* dan *distribution* daya dengan pentahanan kaki yang tinggi menyambar petir, maka akan segera terjadi reverse flashover antara tiang dan saluran dua fasa, dan seterusnya. Hitungan arus gangguan untuk suatu *short circuit* phase ke phase pada *power system* samaseperti *short circuit* tiga phase dan *short circuit* satu phase ke tanah, dimana dipakai asumsi menyederhanakan hitungan (Ernia 2017).

#### **Gangguan *Short Circuit* Tiga Phase**

Gangguan *short circuit* tiga *phase* merupakan dalam klasifikasi gangguan simetris, setelah gangguan terjadi, arus dan tegangan masing masing fasa tetap seimbang. Sehingga dapat dianalisis hanya menggunakan urutan positif dalam sistem seperti itu. Jenis gangguan ini sangat jarang terjadi tetapi merupakan jenis gangguan yang paling serius karena arus gangguan pada setiap saluran adalah sama kuatnya (Rahim 2017).

#### **Pemutus Daya**

Kapasitas arus pemutus sirkuit diwakili oleh dua besaran, yaitu beban putus dan beban sesaat. satu jenis. Kapasitas pemutusan adalah nilai efektif tertinggi dari arus hubung singkat simetris yang dapat dibuka oleh pemutus sirkuit daya tanpa merusak kontak pemutus sirkuit. Kemampuan arus sesaat adalah nilai efektif tertinggi dari arus hubung singkat asimetris yang dapat dibawa oleh pemutus sirkuit tanpa merusak pemutus sirkuit.

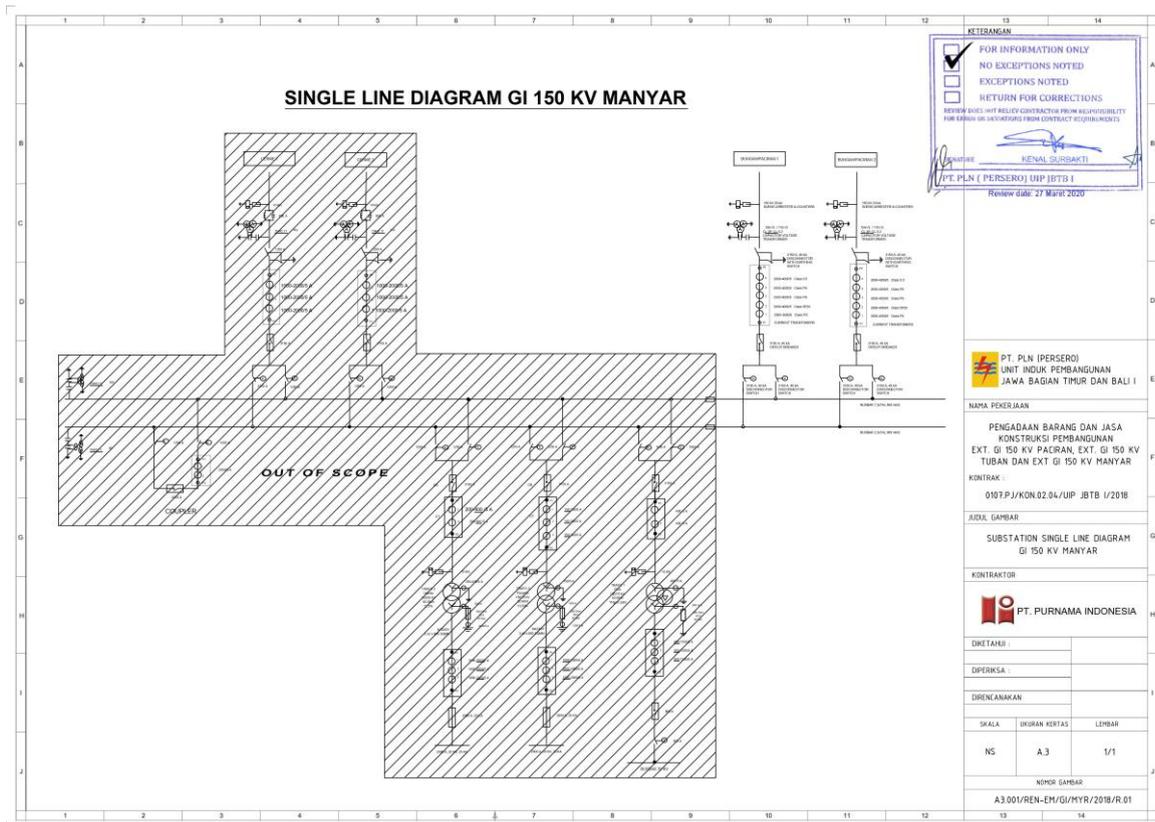
Kemampuan keduanya yakni arus di atas ditentukanahulu menghitung nilai efektif *short circuit current simetris ( $I'_{hs}$ ) dan asimetris ( $I''_{hs}$ )*. (Malik 2019).

#### **Gangguan Temporer**

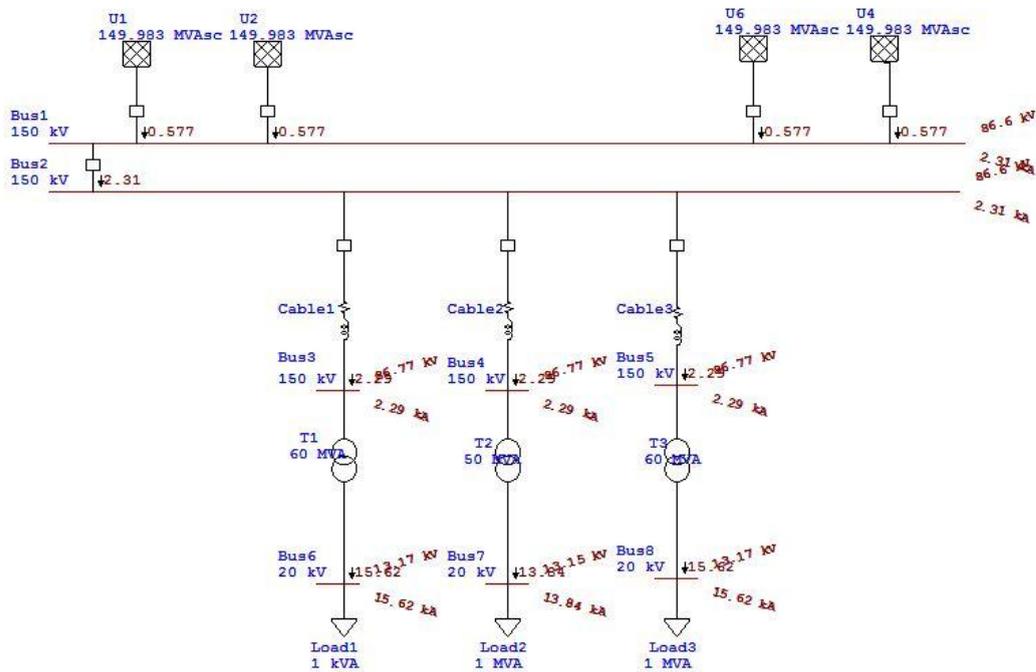
Gangguan yang bisa terjadi dalam kurun waktu yang sebentar saja dimana setelah itu sistim kembali dalam keadaan semula. Dalam penelitian ini, peneliti memilih objek penelitian pada Gardu Induk Manyar Gresik dikarenakan pada lokasi tersebut telah mengalami perubahan jaringan (Yusniati 2019). Selain ditinjau dari perubahan jaringan, baris penyulang dan penghantar tersebut, peneliti juga mendapatkan data yang mendapati bahwa Gardu Induk Manyar Gresik 150 kV beberpa kali terjadi masalah beberapakali yaitu berupa *trip*, Masalah *trip* ini dapat terjadi karena berbagai sebab, dan diperkirakan masalah ini terjadi karena berubahnya jaringan yang ada di gardu induk Manyar, akhirnya arus yang melalui tiap perangkat mengalir melalui kapasitas yang ada. Oleh karena itu, perlu dilakukan *short circuit analysis* untuk mengetahui arus maksimum yang akan melebihi alat tersebut.

Jika gangguan hubung singkat dibiarkan berlanjut untuk waktu yang lama dalam sistem tenaga, hal itu akan menimbulkan efek yang merugikan.

1. Sistem tenaga dari sistem tenaga tidak memiliki batasan yang ditetapkan.
2. Kerusakan peralatan yang benar dekat kesalahan yang diakibatkan ketidakseimbangan arus, atau rendahnya tegangan yang diakibatkan oleh korsleting
3. Peralatan yang berisi oli isolasi dapat meledak selama korsleting dan dapat menyebabkan kebakaran besar, yang dapat membuat pengoperasian aman bagi personel dan merusak peralatan lainnya
4. Karena serangkaian tindakan keselamatan yang diadopsi oleh sistem keselamatan yang berbeda, menyebabkan kegagalan keseluruhan area layanan sistem tenaga.



Gambar. 1 Bagan diagram *single line* gardu induk manyar gresik 150/20 KV

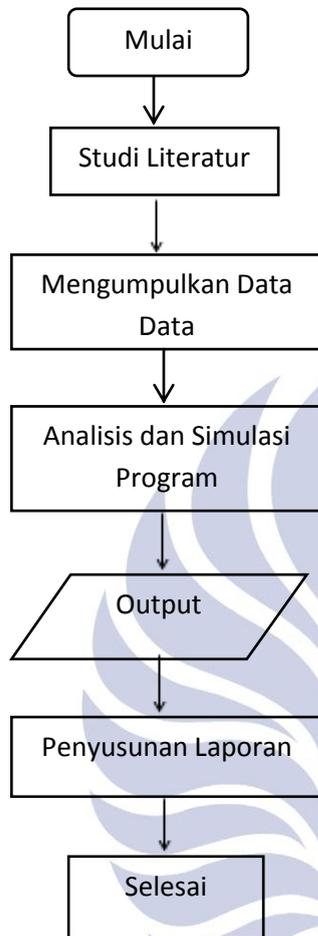


Gambar 2. *Singel line* diagram pada simulasi program ETAP 12.6 Power Station

Analisis Perbandingan Perhitungan *Short Circuit* Pada Gardu Induk 150/20 KV  
(Studi Kasus Pada Gardu Induk Manyar Gresik)

**METODE PENELITIAN**

*Flowchart* rancangan penelitian ini secara garis besar bisa ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir *flowchart* Rancangan Penelitian

Dari gambar 3 pada diagram alir *flowchart* dapat di jelaskan alur pengerjaan penelitian ini berikut penjelasan *flowchart* rancangan penelitian:

1. Studi literatur dilakukan dengan mengakumulasi beberapa informasi dari buku atau jurnal untuk mendukung dalam proses penyusunan penelitian ini
2. Mengumpulkan data data hasil analisis perhitungan manual dilakukan dengan metode pengutipan data langsung di PT.PURNAMA INDONESIA Taman Sidoarjo
3. Melakukan analisis dan simulasi program menggunakan simulasi *software* ETAP *Power Station* 12.6 dengan data yang sudah diperoleh
4. Hasil dari analisis dan simulasi program menggunakan simulasi *software* ETAP *Power Station* 12.6 sudah dapat diketahui Berdasarkan pada persoalan 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 diperoleh dari sistem SCADA yang dilakukan operator pihak Gardu induk Manyar Gresik. Selain itu, diperlukan data spesifikasi pada tiap peralatan sebagai data masukan dalam parameter-parameter yang dibutuhkan simulasi program *software* ETAP *power station* 12.6.

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh kesimpulan mengenai kapasitas *circuit breaker* yang terletak pada Gardu Induk Manyar Gresik 150/20 kV, Hal ini guna mengetahui serta menentukan kesesuaian kapasitas pemutus tenaga apakah masih mampu *handle* ketika terjadi gangguan arus hubung singkat meskipun sistem jaringan pada Gardu Induk Manyar Gresik 150/20 kV telah melalui transtansi sistem jaringan dan perubahan sistem beban.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Perhitungan *Short Circuit Current* Dengan Menggunakan Perhitungan Manual**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat perhitungan *Short Circuit Current* dengan menggunakan simulasi perhitungan manual ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Short Circuit Current* Dengan Menggunakan Perhitungan Manual (Sumber PT Purnama)

Jenis <i>Short Circuit Current</i>	Hasil <i>Short Circuit Current</i> Dengan Perhitungan Manual (kA)
Satu Fase ke Tanah	56.773
Fase ke Fase	42.661
Tiga Fase	49.055

**Hasil Perhitungan *Short Circuit Current* Dengan Perhitungan Manual**

Hasil perhitungan arus hubung singkat dengan perhitungan manual merupakan hasil penjumlahan besar *Short Circuit Current* pada tiap *bay* penghantar yang terhubung terhadap busbar yang mengalami gangguan.

*Bay* yang terhubung pada busbar 1 dan 2 yang mengalami gangguan meliputi *bay* Bus 1, Bus 2, Bus 3, Bus 4, Bus 5, Bus 6, Bus 7, dan Bus

8. Berikut ini hasil dengan perhitungan manual ditunjukkan pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 4

Tabel 2. Hasil Perhitungan Manual (Sumber PT Purnama) *Short Circuit Current* Salah Satu Fase Ke Tanah

Nama Bay	<i>Short Circuit Current</i> dari fase ke tanah (kA)
Bus 1	2.384
Bus 2	2.384
Bus 3	2.264
Bus 4	2.264
Bus 5	2.264
Bus 6	15.690
Bus 7	13.861
Bus 8	15.662
<b>Total</b>	<b>56.773</b>

Tabel 3. Hasil Perhitungan Manual (Sumber PT Purnama) *Short Circuit Current* Salah Satu Fase Ke Fase

Nama Bay	<i>Short Circuit Current</i> dari fase ke fase (kA)
Bus 1	1823
Bus 2	1823
Bus 3	2.243
Bus 4	2.243
Bus 5	2.243
Bus 6	11.025
Bus 7	10.132
Bus 8	11.129
<b>Total</b>	<b>42.661</b>

Tabel 4. Hasil Perhitungan Manual (Sumber PT Purnama) *Short Circuit Current* Tiga Fase

Nama Bay	<i>Short Circuit Current</i> tiga fase (kA)
Bus 1	2.105
Bus 2	2.105
Bus 3	2.543
Bus 4	2.543
Bus 5	2.543
Bus 6	12.731
Bus 7	11.700
Bus 8	12.785
<b>Total</b>	<b>49.055</b>

**Perbandingan Hasil *Short Circuit Current* Pada Bus Bur 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 simulasi dengan menggunakan ETAP 12.6. Untuk hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5 sampai dengan Tabel 7.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Perhitungan *Short Circuit Current* Salah Satu Fase Ke Tanah Dengan Perhitungan Manual (Sumber PT Purnama) dan Simulasi ETAP *PowerStation* 12.6

Nama Bay	Hitung Manual (kA)	Hasil ETAP (kA)	Selisih (kA)
Bus 1	2.384	2.309	0.175
Bus 2	2.384	2.309	0.175
Bus 3	2.264	2.288	0.024
Bus 4	2.264	2.288	0.024
Bus 5	2.264	2.288	0.024
Bus 6	15.690	15.622	- 0.068
Bus 7	13.861	13.838	- 0.023
Bus 8	15.662	15.622	- 0.040
<b>Total</b>	<b>56.773</b>	<b>56.564</b>	<b>0.291</b>

Tabel 6 Perbandingan Hasil Perhitungan *Short Circuit Current* Salah Satu Fase Ke Fase (A) Dengan Perhitungan Manual (Sumber PT Purnama) dan Simulasi ETAP *PowerStation* 12.6

Nama Bay	Hitung Manual (kA)	Hasil ETAP (kA)	Selisih (kA)
Bus 1	1.823	2.000	0.177
Bus 2	1.823	2.000	0.177
Bus 3	2.243	1.989	0.346
Bus 4	2.243	1.989	0.346
Bus 5	2.243	1.989	0.346
Bus 6	11.025	11.129	0.104
Bus 7	10.132	10.201	0.069
Bus 8	11.129	11.129	0.058
<b>Total</b>	<b>42.661</b>	<b>42.426</b>	<b>1.253</b>

Analisis Perbandingan Perhitungan *Short Circuit* Pada Gardu Induk 150/20 KV  
(Studi Kasus Pada Gardu Induk Manyar Gresik)

Tabel 7 Perbandingan Hasil Perhitungan *Short Circuit Current* Tiga Fase Dengan Perhitungan Manual (Sumber PT Purnama) dan Simulasi ETAP *PowerStation 12.6*

Nama Bay	Hitung Manual (kA)	Hasil ETAP (kA)	Selisih (kA)
Bus 1	2.105	2.309	0.204
Bus 2	2.105	2.309	0.204
Bus 3	2.543	2.297	0.354
Bus 4	2.543	2.297	0.354
Bus 5	2.543	2.297	0.354
Bus 6	12.731	12.851	0.120
Bus 7	11.700	11.780	0.080
Bus 8	12.785	12.851	0.066
<b>Total</b>	<b>49.055</b>	<b>48.991</b>	<b>0.143</b>

Berdasarkan ketiga tabel diatas yaitu Tabel 5 sampai dengan Tabel 7, didapat hasil selisih perhitungan *short circuit current* dengan dan perhitungan manual dan ETAP secara keseluruhan baik berupa bentuk satuan kA maupun persentase yang ditunjukkan pada Tabel 8

Tabel 8. Persentase Hasil Perbandingan *Short Circuit Current* Antara Hitungan Manual (Sumber PT Purnama) dan Simulasi ETAP (*Electric Transient and Program*) *Power Station 12.6* Pada *Busbar 1* atau 2 150 kV

Jenis <i>Short Circuit Current</i>	Hitungan Manual (kA)	Hitungan ETAP (kA)	Persentase (%)
Satu Fase ke Tanah	56.773	56.564	0.368
Fase ke Fase	42.661	42.426	0.550
Tiga Fase	49.055	48.991	0.130

Berdasarkan Tabel 8. diketahui selisih hasil perhitungan arus hubung singkat meliputi tiga kondisi (L-G), (L-L) dan (L-L-L) dengan simulasi ETAP *Power Station 12.60* dan perhitungan manual secara keseluruhan baik dalam bentuk satuan kA maupun persentase. (Cilvia 2020)

Dalam Tabel 8. diperoleh *Short Circuit Current* salah satu fase ke tanah pada *busbar 1* atau 2 yang menghasilkan perhitungan manual sebesar 56.773 kA dan 56.564 kA dengan simulasi ETAP 12.6. Sehingga terdapat perbedaan

*Short Circuit Current* singkat salah satu fase ke tanah antara simulasi ETAP *Power Station 12.60* dan perhitungan manual sebesar 0.291 kA dan dalam persentase ialah 0.368% Kemudian untuk hasil arus hubung singkat fase ke fase pada *busbar 1* atau 2 menghasilkan perhitungan manual sebesar 41.761 kA dan 42.426 kA dengan simulasi ETAP 12.6. Sehingga didapati perbedaan besar *Short Circuit Current* fase ke fase simulasi ETAP *Power Station 12.60* dan perhitungan manual sebesar 0.453 kA dan dalam persentase ialah 0.550 %.

Terakhir, hasil arus hubung singkat tiga fase pada *busbar 1* dan 2 sebesar 48.155 kA dengan simulasi ETAP 12.6 dan 48.991 kA dengan perhitungan manual. sehingga didapati perbedaan besar *Short Circuit Current* tiga fase antara simulasi ETAP *Power Station 12.60* dan perhitungan manual sebesar 0.143 kA dan dalam persentase ialah 0.130 %. Berdasarkan analisis hasil nilai arus hubung singkat tersebut, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan arus hubung singkat dengan perhitungan manual lebih besar dibandingkan hasil perhitungan ETAP. Perbedaan hasil perhitungan *Short Circuit Current* antara simulasi ETAP *Power Station 12.60* dan perhitungan manual 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 menjadi referensi PLN di kemudian hari ketika akan melakukan pengujian lagi pada Gardu Induk Manyar 150/20 Kv.

#### 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 di rincikan pada Tabel 9

Tabel 9. Hasil Perhitungan Kapasitas Pemutus Tenaga 150 kV Pada Gardu Induk Manyar Gresik

Bay Penghantar	Arus Gangguan Maksimum (kA)	Kapasitas Pemutus Tenaga (kA)
Bus 1	2.105	3.368
Bus 2	2.105	3.368
Bus 3	2.243	3.588
Bus 4	2.243	3.588
Bus 5	2.243	3.588
Bus 6	12.731	20.369
Bus 7	11.700	18.720
Bus 8	12.785	20.456

Rating PMT di pasaran dengan tegangan 150 kV meliputi 20kA, 25kA, 35kA dan 40kA. Berdasarkan rating PMT di pasaran dan dengan memperhatikan kapasitas pemutus hasil perhitungan manual dengan nilai paling besar ialah 20.456 kA dapat dilihat pada tabel 9, maka dalam penelitian ini dipilih PMT dengan rating 20 kA sebagai rating pemutus tenaga berdasarkan hasil perhitungan manual ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Pemilihan Rating Pemutus Tenaga Berdasarkan Hasil Perhitungan Manual

Bay Penghantar	Kapasitas Pemutus Tenaga (kA)	Rating PMT
Bus 1	3.368	20
Bus 2	3.368	20
Bus 3	3.588	20
Bus 4	3.588	20
Bus 5	3.588	20
Bus 6	20.369	20
Bus 7	18.720	20
Bus 8	20.456	20

#### Kesesuaian Kapasitas Circuit Breaker Yang Terpasang Pada Gardu Induk Gandul 150 KV

Kesesuaian kapasitas pemutus tenaga pada Gardu Induk Manyar 150 kV ialah dengan membandingkan rating pemutus tenaga yang sudah terpasang (*existing*) dengan perhitungan manual. Sehingga diperoleh kondisi kesesuaian kapasitas PMT yang sudah dipasang di Gardu Induk Manyar pada Tabel 11:

Tabel 11. Perbandingan Rating Circuit Breaker Terpasang di Gardu Induk Manyar dengan Hasil Perhitungan Manual

Nama Pemutus	Rating Pemutus PMT Perhitungan	Rating Pemutus PMT terpasang	Kondisi Kapasitas Pemutus PMT
Bus 1	20	40	sesuai
Bus 2	20	40	sesuai
Bus 3	20	50	sesuai
Bus 4	20	50	sesuai
Bus 5	20	50	sesuai
Bus 6	20	50	sesuai
Bus 7	20	63	sesuai
Bus 8	20	63	sesuai

#### PENUTUP

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian maka dapat disimpulkan, yaitu:

Hasil selisih *Short Circuit Current* antara perhitungan manual dengan hasil ETAP 12.6 tidak terlampaui yaitu kurang dari 1% pada tiap jenis hubung singkat meliputi 0.368 % untuk selisih nilai gangguan *Short Circuit Current* salah satu fase ke tanah (*ISc L-G*), 0.550 % untuk selisih nilai gangguan *short circuit current* dua fase (*ISc L-L*) dan terakhir 0.130 % untuk selisih nilai gangguan *Short Circuit Current* tiga fase (*ISc L-L-L*). Hal ini menunjukkan bahwa simulasi ETAP 12.6 *valid* dan perhitungan yang dilakukan telah benar. Berdasarkan SPLN NO.78 tentang hubung singkat, bahwa standart jatuh tegangan, hubung singkat system distribusi tidak boleh lebih dari 5%, sehingga bisa dijadikan referensi PLN.

Dengan mengamati Tabel 11 mengenai perbandingan antara rating *Circuit Breaker* yang terpasang di Gardu Induk Manyar Gresik dibandingkan dengan hasil perhitungan manual dan pemilihan peringkat pemutus sirkuit, ditemukan bahwa peringkat pemutus sirkuit yang dipasang di Gardu Induk Manyar Gresik lebih besar daripada berdasarkan hasil perhitungan.

Perbandingan rating pemutus tenaga yang terpasang cukup besar terhadap hasil pemilihan rating pemutus tenaga berdasarkan hitungan manual, dan bisa disimpulkan bahwa PMT yang dipasang di Gardu Induk Manyar sisi 150 kV mempunyai kapasitas yang masih relevan dengan keperluan dan layak dipakai meskipun telah

Analisis Perbandingan Perhitungan *Short Circuit* Pada Gardu Induk 150/20 KV  
(Studi Kasus Pada Gardu Induk Manyar Gresik)

mengalami perubahan sistem jaringan tenaga listrik.

**Saran**

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

1. Hasil studi nilai arus *short circuit* dalam tugas akhir ini digunakan sebagai penentu kapasitas *rating circuit breaker* dan mengevaluasi *rating* pemutus tenaga yang terpasang (*existing*) pada Gardu Induk Manyar sisi 150 kV. Diharapkan hasil studi arus hubung singkat dapat digunakan untuk menentukan *rating* peralatan proteksi lainnya.
2. Untuk itu perlu dilakukan pengujian terhadap *circuit breaker* lebih detail, baik itu data maupun menggunakan metode yang berbeda, agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dan diperoleh akurasi yang lebih tinggi..

**DAFTAR PUSTAKA**

Ernia, Anna, Dwi. 2017. *Analisa Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pertamina EP-Central Processing Plant Area Gundih Menggunakan Software ETAP 12.6.*

Amira, dan Effendi Asnal. 2014. *Studi Analisa Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Ta Pada SUTT 150 kV Untuk Setting Relay OCR, Teknik Elektro ITP*, vol. 3, no. 2, pp. 96-97.

Ariyanto, Eri. 2019. *Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi dan Keserempakan Pemutus Tenaga 150 KV bay Palur 1 dan Palur 2 Gardu Induk Gondangrejo.*

Rahim Aulia. 2011. *Studi Hubung Singkat Untuk Gangguan Simetris Dan Tidak Simetris Pada Sistem Tenaga Listrik PT. PLN P3B Sumatera, Padang, Sumetara Barat.*

Dasmasn. 2016. *Studi Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah Pada SUTT 150 kV, Teknik Elektro ITP*, vol.5, no. 2, p. 115.

Cilvia, Suyitn, Arif Imam. 2020. *Short Circuit Analysis at 150/20 Substations (Case Study at Substations Gandul Cinere)*

Malik, Riyadi. 2019. *Analisis Pengujian Pemutus*

*Tenaga (PMT) Bay Pedan 2 Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan Di Gardu Induk Klaten.*

PT. Purnama Indonesia, No. Dokumen PD-PI-IK-001/Protek/III/06/2019. *Instruksi Kerja Circuit Breaker. PT. Purnama Indonesia: Sidoarjo.*

SPLN NO 78 Pusat. 2014. *Buku Tentang Pedoman Pemeliharaan Peralatan Primer Gardu Induk.*

Yusniati. 2019. *Analisis Hasil Uji Circuit Breaker Pada Sisi 150 Kv Gardu Induk Lamtoha.*