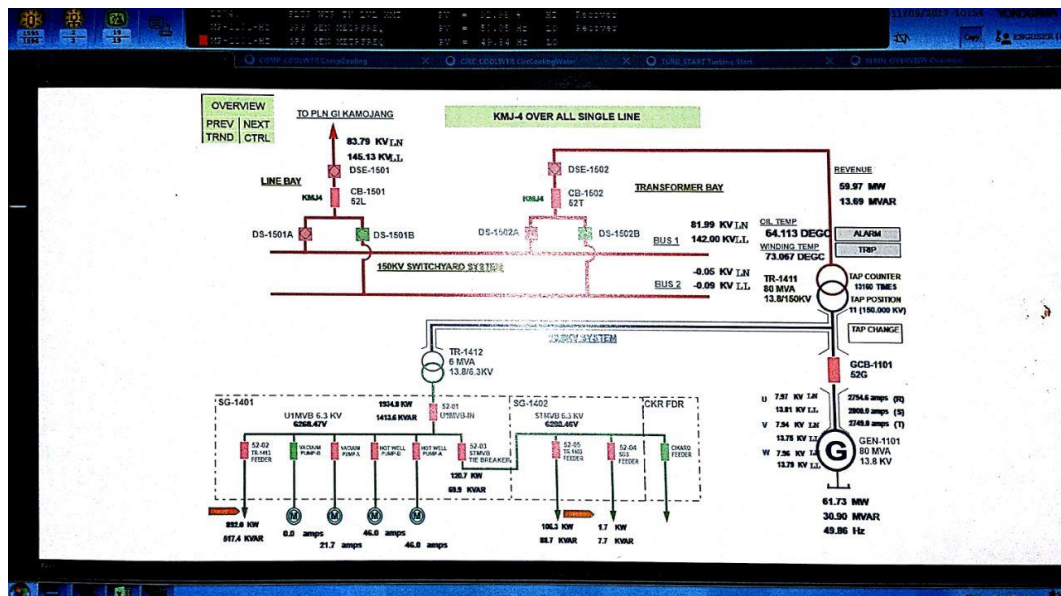


## BAB IV

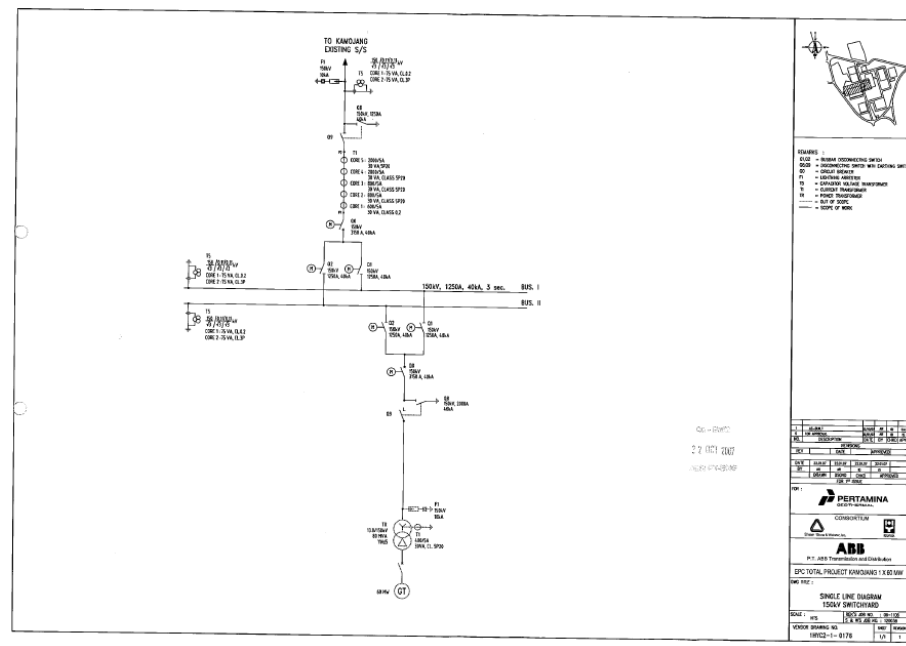
### DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data yang Diperoleh

Dalam penelitian ini menggunakan data di Pembangkit listrik tenaga panasbumi Unit 4 PT Pertamina Geothermal Energi area Kamojang yang telah dikumpulkan untuk dilakukan identifikasi, analisis, dan evaluasi pada sistem proteksi rele diferensial pada Busbar di Switchyard Kamojang unit 4, Berikut dibawah ini data yang telah dikumpulkan :



Gambar 4.1 Over All Single Line 1 x 60 MW kamojang unit 4



Gambar 4.2 Single Line Diagram 1 x 60 MW kamojang unit 4

Gambar 4.1 dan 4.2 diatas merupakan gambar Single Line Diagram 1 x 60 MW kamojang unit 4, kapasitas daya yang dihasilkan oleh generator pada unit 4 adalah 60 MW, dengan tegangan yang dihasilkan adalah 13,8 kV. Trafo utama yang digunakan pada PLTP unit 4 ini adalah Trafo Step up dengan tegangan 13,8 kV pada sisi primer dan 150 kV pada sisi sekunder. Tegangan output generator pada unit 4 adalah 13,8 kV lalu kemudian dinaikkan tegangannya menggunakan trafo step up menjadi 150 kV dan selanjutnya di transmisikan melalui switchyard atau gardu induk yang ada di PLTP unit 4.

#### 4.1.1 Data Sheet Generator

Tipe generator yang digunakan pada PLTP unit 4 yaitu GTLRI494/53-2, dengan total daya yang dihasilkan sebesar 80 MVA, daya tersalur adalah 60 MW, tegangan yang dihasilkan 13,8 kV, Arus 2,092 A, Power faktor 0,8, Frekuensi 50Hz, rotasi generator 3000 rotasi/menit. Berikut merupakan data generator yang digunakan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi unit 4 di PT. PGE area Kamojang.

Tabel 4.1 Data *sheet* generator

No	Tipe Generator	Daya (MVA)	Tegangan (kV)	Arus (A)	Power faktor	Frekuensi (Hz)	Rotasi (r/min)
1	GTLRI494/53-2	80	13.8	2,092	0.8	50	3.000

#### 4.1.2 Data Sheet Transformator

Trafo utama yang digunakan pada PLTP unit 4 ini adalah Trafo Step up dengan tegangan 13,8 kV pada sisi primer dan 150 kV pada sisi sekunder. Dengan frekuensi 50Hz dan impedansi sebesar 13,8%. Berikut merupakan data transformator yang digunakan oleh Pembangkit Listrik Panas Bumi unit 4 di PT. PGE area Kamojang.

Tabel 4.2 Data *sheet* transformator

No	Daya Tranformator (MVA)	Tegangan Primer (kV)	Tegangan Sekunder (kV)	Frekuensi (Hz)	Impedansi (%)
1	80	13.8	150	50	13.8

#### 4.1.3 Data Sheet Trafo Arus

Transformator arus ( CT ) berfungsi sebagai alat pengindera yang merasakan apakah keadaan yang diproteksi dalam keadaan normal atau mendapat gangguan. Dan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi. Berikut ini adalah data trafo arus (CT) yang digunakan oleh Pembangkit Listrik Panas Bumi unit 4 di PT. PGE area Kamojang

Tabel 4.3 Data Trafo Arus (CT)

No	Rated Power	Ratio CT	Protection Class	Arus Nominal	Voltage Ratio
1	80 MVA	2000 / 5A	5P15	307,92 A	150 kV

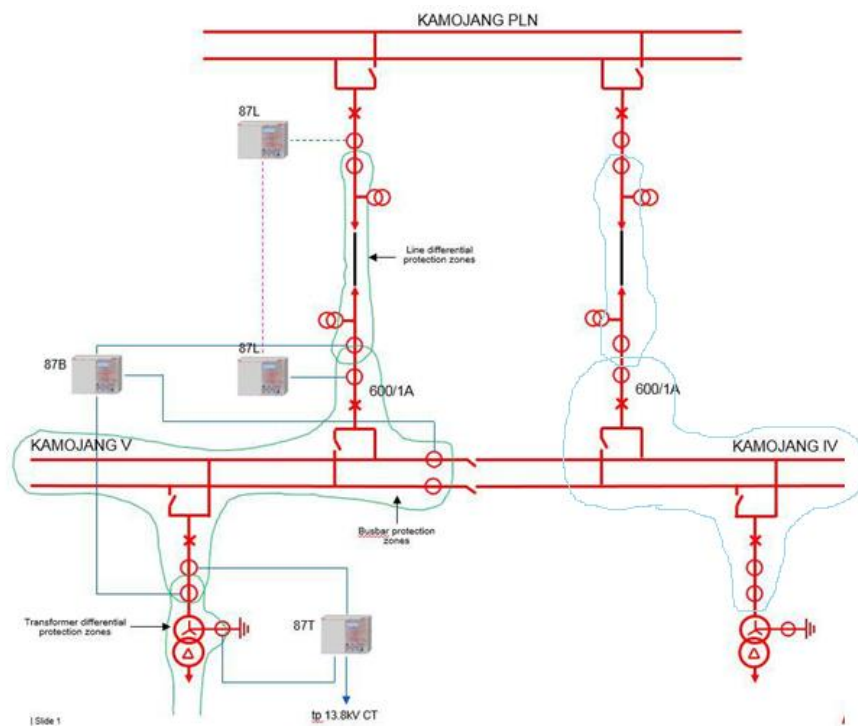
#### 4.1.4 Data Sheet Rele diferensial

Relay diferensial adalah salah satu relay pengaman utama sistem tenaga listrik yang bekerja seketika tanpa koordinasi relai disekitarnya sehingga waktu kerja dapat dibuat secepat mungkin. Daerah pengamanannya dibatasi oleh pasangan trafo arus dimana relay diferensial dipasang sehingga relay diferensial tidak dapat dijadikan sebagai pengaman cadangan untuk daerah berikutnya. Proteksi relay diferensial bekerja dengan prinsip keseimbangan arus (current balance). Berikut ini adalah data Rele Diferensial yang digunakan oleh Pembangkit Listrik Panas Bumi unit 4 di PT. PGE area Kamojang

Tabel 4.4 Data Rele Diferensial Busbar

No	Merk	Type	Jenis	Frequency	Serial Number	Adres
1	ABB	REB 670	Diferensial (87B)	50 Hz	T1442045	RP1501

Zona proteksi rele diferensial dicatu oleh dua buah ttrafo arus yang letaknya di sisi primer sebelum busbar dan di sisi sekunder setelah busbar berikut ini adalah gambar Zona Proteksi Rele diferensial (87B) pada Busbar di Switchyard kamojang unit 4



Gambar 4.3 Zona Proteksi Rele diferensial (87B) pada Busbar di Switchyard kamojang unit 4

## 4.2 Perhitungan Matematis

Perhitungan matematis berupa perhitungan arus nominal dan arus rating untuk menentukan rasio CT terpasang pada trafo daya tersebut, kemudian menghitung besar *error mismatch*, menghitung arus *differential*, arus *restrain* (penahan), arus *slope* dan arus *setting rele diferensial*. Setelah itu akan dilakukan perhitungan arus yang di keluarkan CT pada saat gangguan dan pengaruh terhadap *rele diferensial*.

### 4.2.1 Perhitungan Rasio CT

Perhitungan arus *rating* menggunakan rumus :

$$I_{rating} = 110\% \times I_{nominal} \quad (4.1)$$

$$I_{nominal} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad (4.2)$$

$I_n$  = Arus Nominal (A)

S = Daya tersalur (MVA)

V = Tegangan pada sisi primer dan sekunder (Kv)

- $I_{nominal}$  pada tegangan 150 Kv :

$$I_{nominal} = \frac{80.000.000}{\sqrt{3} \times 150.000}$$

$$I_n = 307,92 \text{ A}$$

- *I rating* pada tegangan 150 kv :

$$I_{rat} = 110\% \times I_{nominal}$$

$$I_{rat} = 110\% \times 307,92 \text{ A}$$

$$I_{rat} = 338,71 \text{ A}$$

Hasil dari perhitungan arus nominal yang mengalir pada trafo sisi tegangan 150 kv sebesar 307,92 Ampere. Nilai arus *rating* pada sisi tegangan 150 kv sebesar 338,71 Ampere. Berdasarkan dari hasil perhitungan nilai rasio CT tidak sesuai dengan CT yang terpasang, Maka rasio CT yang dipilih pada sisi tegangan tinggi adalah 2000 / 5 Ampere. Maksud dari rasio yang dipilih adalah, apabila pada trafo sisi tegangan tinggi mengalir arus sebesar 2000 Ampere maka pada CT tersebut terbaca 5 Ampere. Karena nilai tersebut mendekati nilai *rating* arus yang telah dihitung dan CT dengan rasio tersebut ada di pabrikan atau pasaran.

#### 4.2.2 Error Mismatch

Error mismatch yaitu kesalahan dalam pembacaan perbedaan arus dan tegangan di sisi primer dan sekunder transformator serta pergeseran fasa di trafo tersebut. Selanjutnya menghitung besarnya arus *mismatch* yaitu dengan cara membandingkan rasio CT ideal dengan CT yang ada di pasaran, dengan ketentuan *error* tidak boleh melebihi 5% dari rasio CT yang dipilih. Perhitungan besarnya *mismatch* menggunakan rumus :

$$Error \ Mismatch = \frac{CT \ Ideal}{CT \ Terpasang} \% \quad (4.3)$$

$$\frac{CT_2}{CT_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad (4.4)$$

CT (Ideal) = trafo arus ideal

V1 = tegangan CT1, V2 = tegangan CT2

*Error Mismatch* di sisi CT1:

$$CT_1(Ideal) = CT_2 \times \frac{V_2}{V_1}$$

$$CT_1(Ideal) = CT_2 \times \frac{V_2}{V_1}$$

$$CT_1(Ideal) = \frac{2000}{5} \times \frac{150}{150}$$

$$CT_1(Ideal) = 400 \text{ A}$$

$$Error \text{ Mismatch} = \frac{400}{2000} \%$$

$$Error \text{ Mismatch} = 0.2 \%$$

*Error Mismatch* di sisi CT2 :

$$CT_2(Ideal) = CT_1 \times \frac{V_1}{V_2}$$

$$CT_2(Ideal) = \frac{2000}{5} \times \frac{150}{150}$$

$$CT_2(Ideal) = 400 \text{ A}$$



$$Error\ Mismatch = \frac{400}{2000} \%$$

$$Error\ Mismatch = 0.2 \%$$

Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan, maka di dapat nilai CT1 ideal sebesar 400 Ampere dan *error mismatch* sebesar 0.2 %. *Error mismatch* pada CT2 sebesar 0.2 % dengan hasil perhitungan CT ideal sebesar 400 Ampere.

*Error Mismatch* di PGE masih dalam zona aman dikarenakan *error mismatch* tidak melebihi batas maksimum 5%.

#### 4.2.3 Arus sekunder CT

Arus sekunder CT adalah arus yang di keluarkan CT atau arus yang terbaca oleh trafo arus (CT).

$$I_{sekunder} = \frac{1}{rasio\ CT} \times I_n \quad (4.5)$$

Arus sekunder CT1:

$$I_{sek} = \frac{5}{2000} \times 307,92$$

$$I_{sek} = 0,7698\ A$$

Arus sekunder CT2:

$$I_{sek} = \frac{5}{2000} \times 307,92$$

$$I_{sek} = 0,7698\ A$$

#### 4.2.4 Arus Diferensial

Arus diferensial adalah arus selisih antara arus sekunder CT1 dan CT2.

Rumus untuk menentukan arus diferensial yaitu :

$$I_{dif} = I_2 - I_1 \quad (4.6)$$

Dimana:

$I_{dif}$  = Arus Diferensial

$I_1$  = Arus Sekunder CT1

$I_2$  = Arus Sekunder CT2

Perhitungan arus diferensial :

$$I_{dif} = 0,7698 - 0,7698$$

$$I_{dif} = 0 \text{ A}$$

Selisih antara Isek CT1 dan CT2 yaitu sebesar 0 A. Selisih inilah yang nanti akan dibandingkan dengan arus setting rele diferensial.

#### 4.2.5 Arus Restrain

Arus restrain di dapat dengan cara menjumlahkan arus sekunder CT1 dan CT2 kemudian dibagi 2.

Rumus yang digunakan untuk menghitung arus *restrain* yaitu :

$$I_r = \frac{I_1 + I_2}{2} \quad (4.7)$$

Dimana:

$I_r$  = Arus penahan (A)

$I_1$  = Arus sekunder CT1 (A)

$I_2 =$  Arus sekunder CT2 (A)

Maka :

$$I_r = \frac{0,7698 + 0,7698}{2}$$

$$I_r = 0,7698 \text{ A}$$

Arus *restrain* yang didapat dari hasil perhitungan adalah 0,7698 A. Ketika arus diferensial naik akibat perubahan rasio di sisi tegangan tinggi dan tegangan rendah yang disebabkan oleh perubahan tap trafo daya maka arus *restrain* ini juga akan naik. Hal ini berguna agar rele diferensial tidak bekerja karena bukan merupakan gangguan.

#### 4.2.6 Slope (setting kecuraman)

Percent Slope yaitu membagi antara arus diferensial dengan arus *restrain*. *Slope 1* akan menentukan arus diferensial dan arus *restrain* pada saat kondisi normal dan memastikan sensitifitas rele pada saat gangguan internal dengan arus gangguan yang kecil, sedangkan *slope 2* berguna supaya rele diferensial tidak bekerja oleh gangguan eksternal dengan arus gangguan yang besar sehingga salah satu CT mengalami saturasi.

Rumus yang digunakan untuk mencari % *slope 1* dan % *slope 2* yaitu :

$$slope_1 = \frac{I_d}{I_r} \times 100\% \quad (4.8)$$

$$slope_2 = \left( \frac{I_d}{I_r} \times 2 \right) \times 100\% \quad (4.9)$$

Dimana :

$slope_1$  : *setting* kecuraman 1

$slope_2$  : *setting* kecuraman 2

$I_d$  : Arus Diferensial (A)

$I_r$  : Arus *Restrain* (A)

Menghitung *slope* 1 :

$$slope_1 = \frac{0}{0,7698} \times 100\%$$

$$slope_1 = 0 \%$$

Menghitung *slope* 2 :

$$slope_2 = \left( \frac{0}{0,7698} \times 2 \right) \times 100\%$$

$$slope_2 = 0 \%$$

Nilai perhitungan % *slope* yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah *slope* 1 sebesar 0% dan *slope* 2 sebesar 0%.

#### 4.2.7 Arus *setting* (Iset)

Arus *setting* didapat dengan cara mengalikan antara *slope* dan arus *restrain*. Arus *setting* inilah yang nanti akan dibandingkan dengan arus diferensial.

Rumus matematis Isetting :

$$I_{set} = \%slope \times I_{restrain} \quad (4.10)$$

Dimana :

Iset : Arus *Setting*

% slope : *Setting* Kecuraman (%)

Irestrain : Arus Penahan

$$I_{set} = 0 \% \times 0,7698$$

$$I_{set} = 0 \times 0,7698$$

$$I_{set} = 0 \text{ A}$$

Arus *setting* yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 0 A

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan Arus Nominal, Arus Rattng, I sekunder CT, Ratio CT ideal, I diferensial, I restrain, % slope dan I setting:

Tabel 4.5 Data hasil perhitungan Setting Rele Diferensial (87B)

I nominal = 307,92 A	I diferensial = 0A
I rattng = 338,71 A	I restrain = 0,7698 A
I sekunder CT = 0,7698 A	% slope 1 = 0%
Ratio Ct ideal = 400	I setting = 0 A

### 4.3 Perbandingan Setting Differential Rele

Berikut ini adalah data *sheet setting* aktual rele diferensial (87B) yang digunakan oleh Pembangkit listrik tenaga panasbumi (PLTP) Kamojang Unit 4 yang dimiliki oleh PT. Pertamina Geothermal Energi, berikut ini merupakan data pengecekan rele diferensial bus (87B) oleh PT Mardika Sarana Engineering:

Tabel 4.6. Data *Sheet setting* aktual Rele Diferensial (87B)

No	<i>Setting relai diferensial</i> (87B)	<i>Range</i>
1	<i>Setting relai diferensial</i>	2,5 A
2	<i>Percent slope #1</i>	53 %

Berikut ini adalah data *sheet vendor* rele diferensial (87B) yang digunakan oleh Pembangkit listrik tenaga panasbumi (PLTP) Kamojang Unit 4 yang dimiliki oleh PT. Pertamina Geothermal Energi yang terhubung dengan generator, transformator daya, dan transformator arus.

Tabel 4.7. Data Hasil Perhitungan Manual Rele diferensial (87B)

No	<i>Setting relai diferensial</i> (87GT)	<i>Range</i>
1	<i>Setting relai diferensial</i>	0 A
2	<i>Percent slope #1</i>	0 %

Jadi, Setelah dilakukan perhitungan manual dapat diketahui bahwa batas arus *setting* yang diperbolehkan mengalir pada Busbar di sisi tegangan 150kV adalah 0 Ampere, *Percent slope* 1 senilai 0% sesuai perhitungan matematis. Namun berberda halnya dengan data actual yang didapatkan dari vendor, berdasarkan data aktual di Pertamina Geothermal Energi bahwa batas arus *setting* yang diperbolehkan mengalir pada Busbar di sisi tegangan 150kV adalah 2,5 Ampere, *Percent slope* 1 senilai 53 %.

Tabel 4.8. Data Hasil Perbandingan Perhitungan Manual dan Data *Setting* Aktual Rele diferensial (87B)

No	Data <i>Setting</i> relai diferensial (87B)	<i>Setting</i> Data Aktual	<i>Setting</i> Perhitungan Manal
1	<i>Setting</i> relai diferensial	2,5 A	0 A
2	<i>Percent slope</i> #1	53 %	0 %

Jadi, setelah dilakukan perbandingan data *setting* aktual dengan data perhitungan manual dapat diketahui bahwa terlihat pada table diatas. Berdasarkan data perhitungan matematis batas arus *setting* yang mengalir pada Busbar di sisi tegangan 150kV adalah 0 Ampere, *Percent slope* 1 senilai 0%.

Namun berberda halnya dengan data aktual yang didapatkan dari vendor, berdasarkan data aktual yang didapatkan dari data vendor Constuction, Engineering and Maintenance bahwa batas arus setting yang diperbolehkan mengalir pada Busbar di sisi tegangan 150kV adalah 2,5 Ampere, *Percent slope* 1 senilai 53 %.

Faktanya di lapangan arus *setting* yang diizinkan untuk melewati rele diferensial pada zona Busbar adalah sebesar 2,5A tidak sesuai dengan data perhitungan, karena pada kenyataanya di lapangan tekiniisi atau vendor menyesuaikan dengan keandalan serta koefisian alat atau komponen yang ada pada sistem tenaga listrik di lapangan, apabila arus yang mengalir melebihi arus *setting* yang sudah ditentukan atau ditetapkan maka rele diferensial akan bekerja serta mendeteksi adanya gangguan yang selanjutnya menginstruksikan kepada *Circuit Breaker (CB)* untuk mentriapkan jaringan tersebut.



#### 4.4 Gangguan hubung singkat pada Busbar 150 kV

Berikut merupakan asumsi gangguan hubung singkat jika terjadi di busbar, Gangguan hubung singkat pada busbar dapat dihitung dengan persamaan :

$$I_{frelay} = I_f \times CT_2 \quad (4.11)$$

$$I_{2\ fault} = \frac{I_{frelay}}{I_2} \quad (4.12)$$

$$I_d = I_2 - I_1 \quad (4.13)$$

If *rele* : Arus gangguan yang dibaca *rele*

If : Arus yang masuk pada *rele*

CT2 : Rasio CT2

I2 : Arus sekunder CT2 sebelum terjadi gangguan

Id : Arus *differential*

I1 : Arus sekunder CT1

I2 fault : Arus sekunder CT2 saat terjadi gangguan

- Arus gangguan sebesar 8000 A disisi tegangan 150 kv :

$$I_{frelay} = I_f \times CT_2$$

$$I_{frelay} = 8000 \times \frac{5}{2000}$$

$$I_{frelay} = 20 \text{ A}$$

$$I_{2\ fault} = \frac{I_{frelay}}{I_2}$$

$$I_{2\ fault} = \frac{20}{0,7698}$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \mathbf{25,9 \text{ A}}$$

$$I_d = I_{2 \text{ fault}} - I_1$$

$$I_d = 25,9 - 0,7698$$

$$I_d = \mathbf{25,2 \text{ A}}$$

Arus gangguan sebesar 8000 A pada sisi tegangan 150 kv menghasilkan arus sekunder pada CT2 sebesar 25,9 A dan arus *differential* menjadi 25,2 A, maka *rele differential* akan bekerja karena arus *differential* nilainya lebih besar dari arus *setting rele differential* yaitu 2,5 A.

- Arus gangguan sebesar 800 A pada sisi tegangan rendah 13.8 kv :

$$I_{f \text{ relay}} = I_f \times CT_2$$

$$I_{f \text{ relay}} = 800 \times \frac{5}{2000}$$

$$I_{f \text{ relay}} = \mathbf{2 \text{ A}}$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \frac{I_{f \text{ relay}}}{I_2}$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \frac{2}{0,7698}$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \mathbf{2,59 \text{ A}}$$

$$I_d = I_{2 \text{ fault}} - I_1$$

$$I_d = 2,59 - 0,7698$$

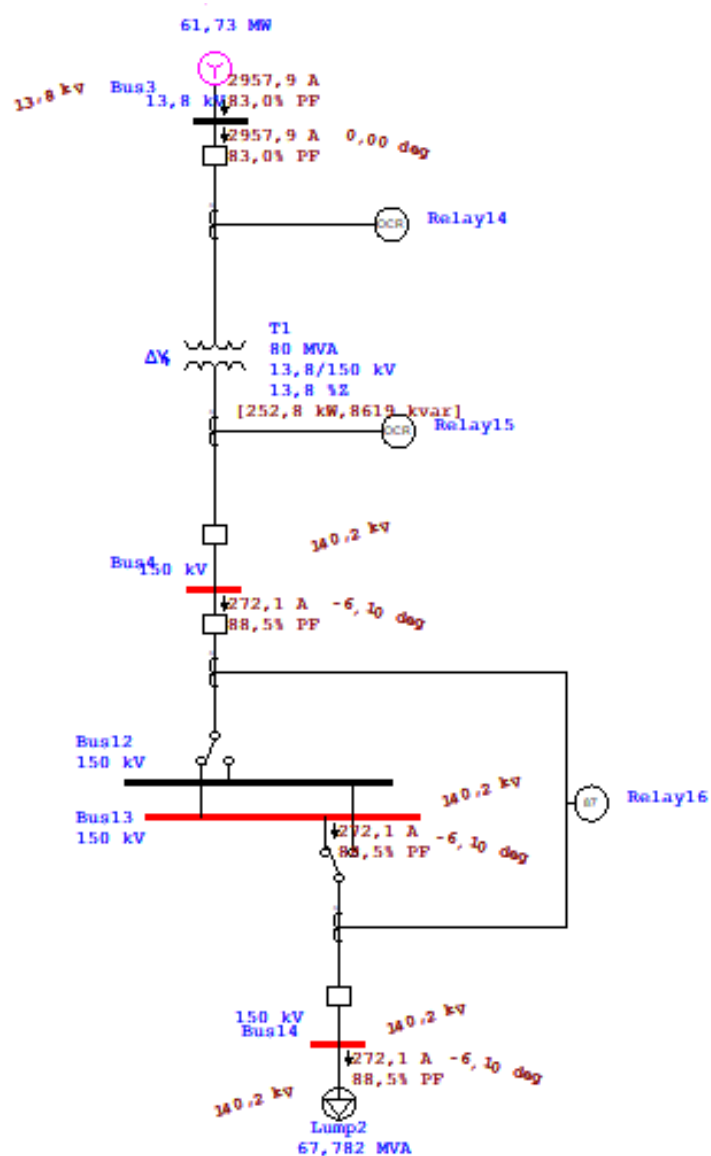
$$I_d = \mathbf{1,82 \text{ A}}$$

Arus gangguan sebesar 800 A pada sisi tegangan 150 kv menghasilkan arus sekunder pada CT2 sebesar 2,59 A dan arus *differential* menjadi 1,82 A, maka *rele differential* tidak akan bekerja karena arus *differential* lebih kecil dari arus *setting* yaitu 2,5 A.

#### 4.5 Simulasi *Differential Relé* pada Busbar menggunakan Software ETAP

##### 12.6

Gambar dibawah ini merupakan single line diagram simulasi menggunakan software ETAP 12.6 pada kamojang unit 4 dalam keadaan arus normal.



Gambar 4.4 Simulasi differential relé dalam keadaan normal

Generator menyuplai daya sebesar 60 MW untuk digunakan oleh beban pada jaringan 150 Kv dan beban untuk pemakaian oleh PT Pertamina Geothermal Energi. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator sebesar 13.8 Kv, namun tegangan perlu distabilkan oleh *automatic voltage regulator (AVR)*. Tegangan keluaran 13.8 Kv akan ditransmisikan ke jaringan 150 Kv sehingga diperlukan *transformator step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan,

Simulasi rele diferensial yang telah dilakukan menggunakan software ETAP 12.6.0 menghasilkan under voltage pada bus 4, bus 13 dan bus 14. Hal ini dikarenakan terjadinya beban berlebih pada jaringan. Beban berlebih yang terjadi karena data beban yang diambil sebagai referensi data diambil saat beban puncak atau sore hari.

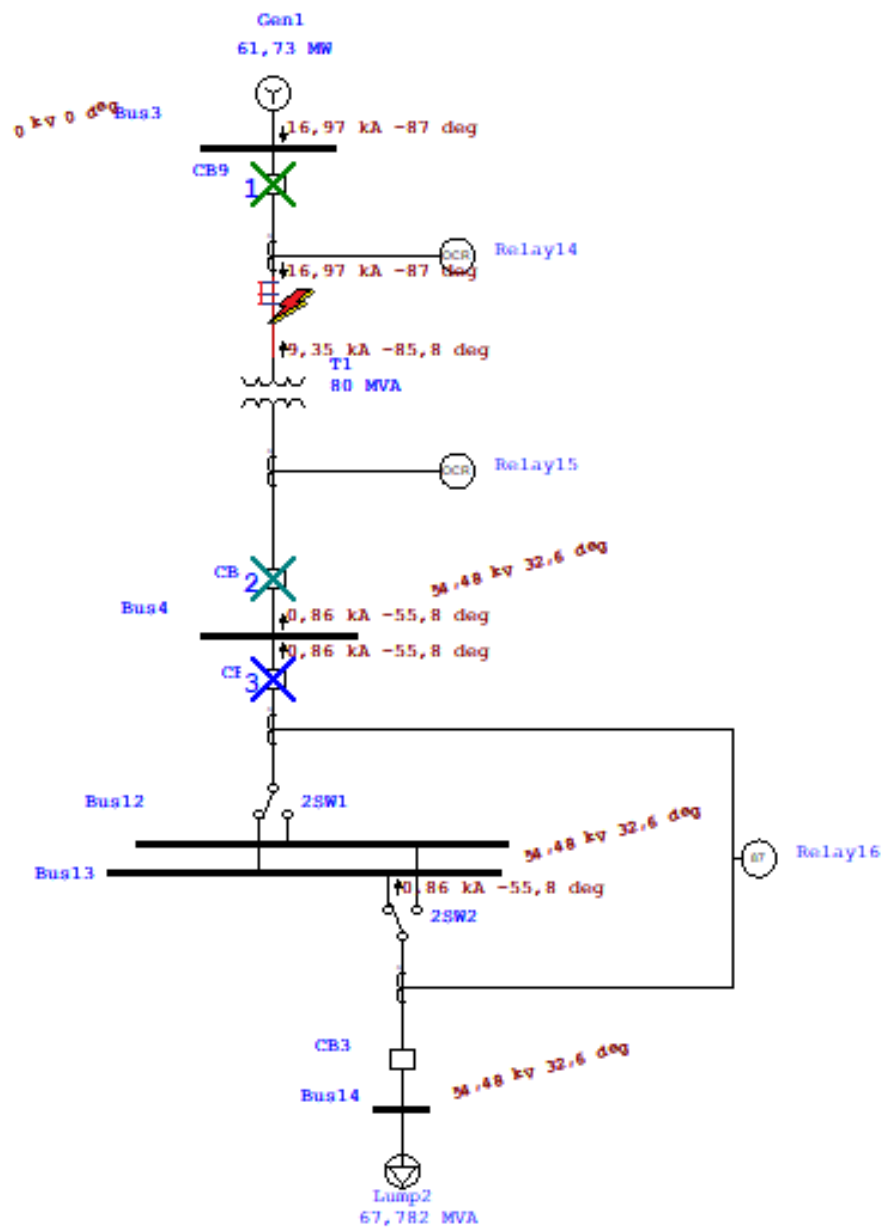
Berikut ini adalah data tabel dari hasil simulasi dalam keadaan arus normal.

Tabel 4.9. Data simulasi rele diferensial dalam keadaan arus normal

No	Variabel	Bus 3	Bus 4	Bus 13	Bus 14
1	Arus (Ampere)	2957,9 A	272,1 A	272,1 A	272,1 A
2	Tegangan(Kilo Volt)	13,8 kV	140,2 kV	140,2 kV	140,2 kV

#### 4.5.1 Simulasi short circuit di luar Zona Proteksi Differential Rele Busbar

Pada gambar 4.3 menjelaskan tentang simulasi rele diferensial dalam keadaan diberi arus gangguan diluar zona proteksi rele diferensial dengan menggunakan software ETAP 12.6.0.



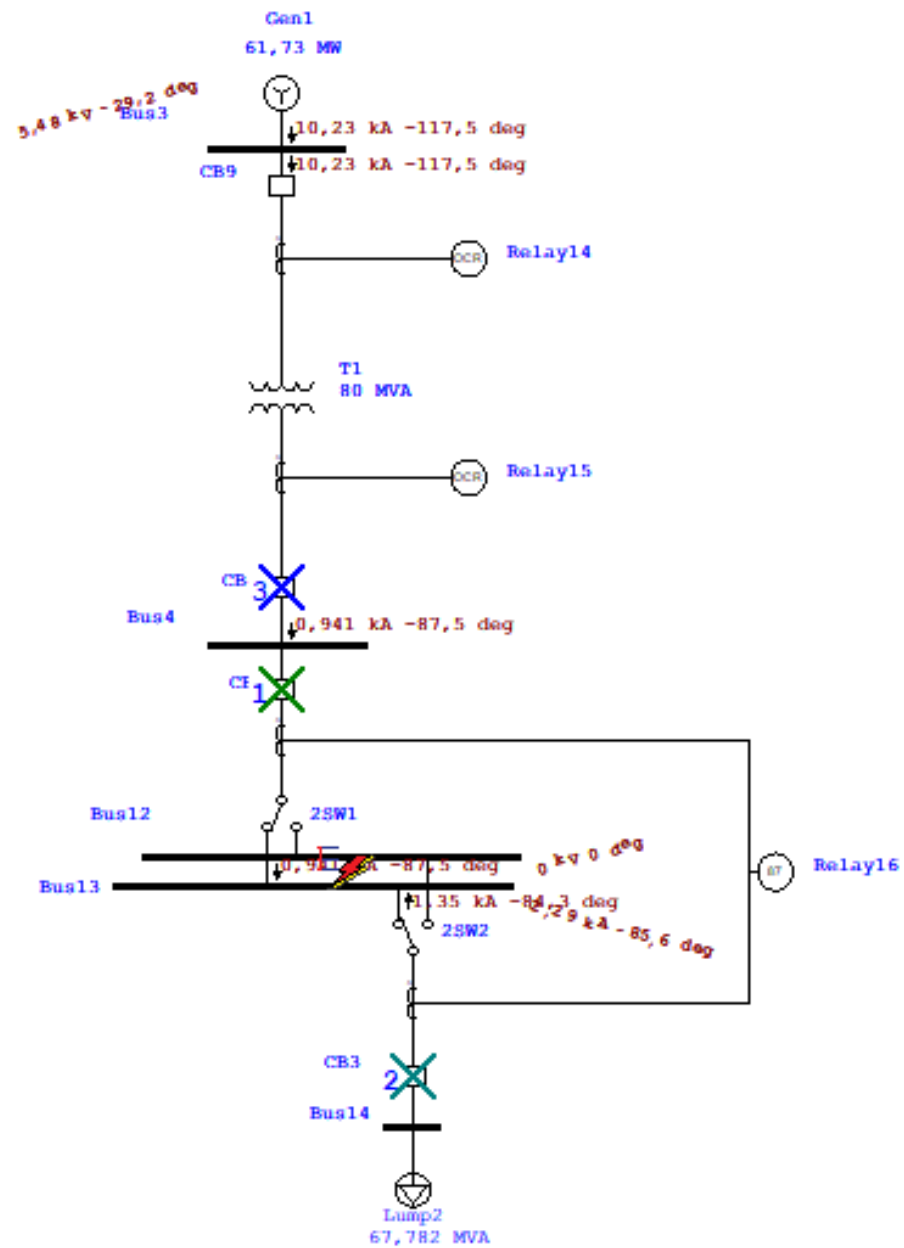
Gambar 4.5 Simulasi *differential rele* di luar zona proteksi rele diferensial (87B)

Generator menyuplai daya sebesar 60 MW untuk digunakan oleh beban pada jaringan 150 Kv dan beban untuk pemakaian oleh PT Pertamina Geothermal Energi. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator sebesar 13.8 Kv, namun tegangan perlu distabilkan oleh *automatic voltage regulator (AVR)*. Tegangan keluaran 13.8 Kv akan ditransmisikan ke jaringan 150 Kv sehingga diperlukan *transformator step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan,

Jadi, ketika diberikan *short circuit* diluar zona proteksi *differential rele* pada Busbar maka *circuit breaker* pada bagian sebelum transformator akan bekerja dikarenakan adanya *short circuit* pada bagian dekat *Main Transformator* dan selanjutnya *circuit breaker* akan bekerja dengan berkoordinasi dengan *overcurrent rele* dan *overvoltage rele* untuk mentriapkan jaringan.

#### 4.5.2 Simulasi short circuit di dalam Zona Proteksi Differential Rele

Pada gambar 4.4 menjelaskan tentang simulasi rele diferensial dalam keadaan diberi arus gangguan didalam zona proteksi rele diferensial dengan menggunakan software ETAP 12.6.0,



Gambar 4.6 Simulasi *differential rele* di dalam zona proteksi

Generator menyuplai daya sebesar 60 MW untuk digunakan oleh beban pada jaringan 150 Kv dan beban untuk pemakaian oleh PT Pertamina Geothermal Energi. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator sebesar 13.8 Kv, namun tegangan perlu distabilkan oleh *automatic voltage regulator (AVR)*. Tegangan keluaran 13.8 Kv akan ditransmisikan ke jaringan 150 Kv sehingga diperlukan *transformator step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan.

Busbar atau sering disingkat bus, yaitu tempat penyambungan beberapa komponen sistem tenaga listrik, serta sebagai transmisi energi listrik maka diperlukan proteksi sebagai pengamannya. Rele diferensial adalah sebagai pengaman utama bagian internal pada transformator dan busbar yang bekerja berdasarkan hukum Kirchoff, yaitu membandingkan arus yang masuk harus sama dengan arus yang keluar.

Jadi, ketika diberikan *short circuit* didalam zona proteksi *differential rele* pada Busbar, maka rele diferensial akan mendeteksi adanya perbedaan arus, yang selanjutnya rele diferensial akan menginstruksikan kepada *circuit breaker* pada bagian zona proteksi busbar, dan selanjutnya *circuit breaker* akan bekerja dengan untuk mentriapkan jaringan.