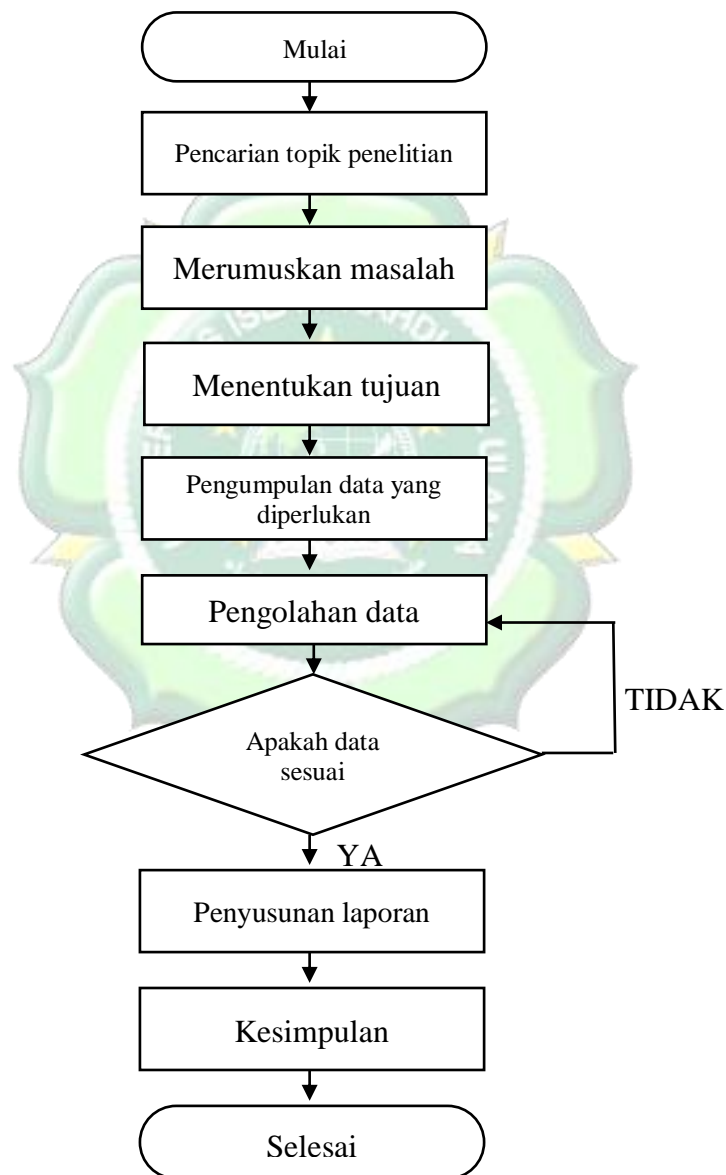


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Berikut ini dijelaskan tentang langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian. Langkah-langkah penelitian dapat digambarkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai adalah dengan studi literatur melalui penelusuran berbagai jurnal dari internet tentang kajian yang relevan serta mengumpulkan data – data dari buku panduan peralatan Toshiba serta *setting* rele proteksi yang direkomendasikan serta standar IEC. Kemudian mereview ulang *setting* proteksi dengan membandingkan *setting* rele yang sudah diterapkan dan *setting* rele hasil perhitungan manual dengan cara memasukan data yang ada ke *software ETAP 12.60* kemudian mensimulasikan aliran daya, gangguan hubung singkat, proteksi rele arus lebih (*OCR*) dan melihat kurva kerja rele proteksinya pada *single line diagram* transformator 54 MVA.

Berikut merupakan penjelasan langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

3.1.1 Pencarian topik penelitian

Pencarian topik penelitian dilakukan untuk mengetahui rumusan masalah yang akan diambil, disini penulis akan melakukan beberapa studi literatur. Studi literatur merupakan kajian penulis dari berbagai referensi-referensi yang ada baik berupa buku, jurnal ilmiah, dan internet yang berhubungan dengan penulisan laporan ini, yang nantinya dapat digunakan dalam pedoman pembuatan laporan penelitian. Kemudian peneliti akan mendiskusikan dengan dosen pembimbing untuk menentukan topik penelitian dan mengambil beberapa rumusan masalah.

3.1.2 Merumuskan masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi masalah sesuai dengan topik yang akan dibahas dan menentukan data-data yang akan dibutuhkan.

3.1.3 Menentukan tujuan

Setelah merumuskan masalah peneliti melakukan penentuan tujuan dari topik yang akan dibahas pada penelitian tersebut.

3.1.4 Pengumpulan data yang diperlukan

Pada tahap ini kebutuhan data untuk menyelesaikan tujuan dari penelitian ini akan diidentifikasi pada awal tahap pengumpulan data. Data dan keterangan dibutuhkan secara:

1. Kuantitatif, yaitu dengan menggunakan data sekunder, yaitu dengan membaca referensi dari jurnal buku yang berhubungan dengan topik yang akan diteliti dan beberapa data dikumpulkan dari sumber yang bersangkutan.
2. Kualitatif, yaitu dengan menggunakan sistem tanya jawab atau wawancara dengan pihak yang terkait dengan topik yang akan diteliti.

3.1.5 Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan proses untuk memahami perhitungan data yang di peroleh dari proses pengambilan data, di mana dalam proses ini untuk menentukan nilai seting rele arus lebih yang sesuai dengan kriteria sistem proteksi.

3.1.6 Penyusunan laporan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan analisis dari data yang sudah didapat dari PT. PLN (persero) Pembangkitan Tanjung Jati B Kab. Jepara. Kemudian hasil dari perhitungan dan analisis tersebut dibuat karya sastra berbentuk laporan tugas akhir peneliti (skripsi).

3.1.7 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan hasil akhir dari analisis dan perhitungan yang berupa data-data yang terbukti kebenarannya.

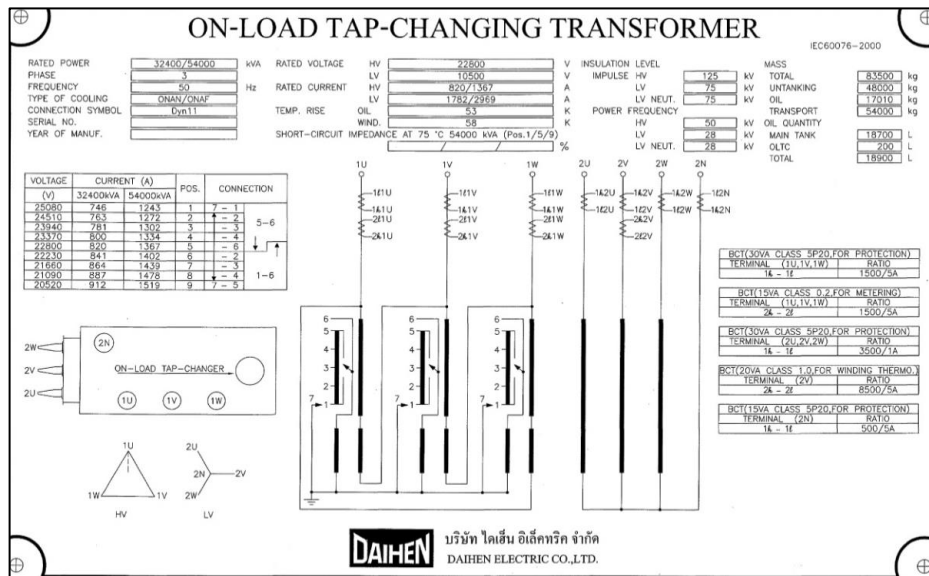
3.2 Data Parameter

3.2.1. Data Transformator

Di PLTU Tanjung Jati B, untuk setiap unit nya mempunyai dua transformator. Misalnya seperti yang akan dibahas pada bab ini, untuk unit tiga terdapat dua transformator dengan kapasitas 54 MVA yaitu *Unit Transformer A* dan *Unit Transformer B*. Setiap transformator mempunyai data sebagai berikut ini :

Tabel 3.1 Data Transformator 54 MVA PLTU TJB

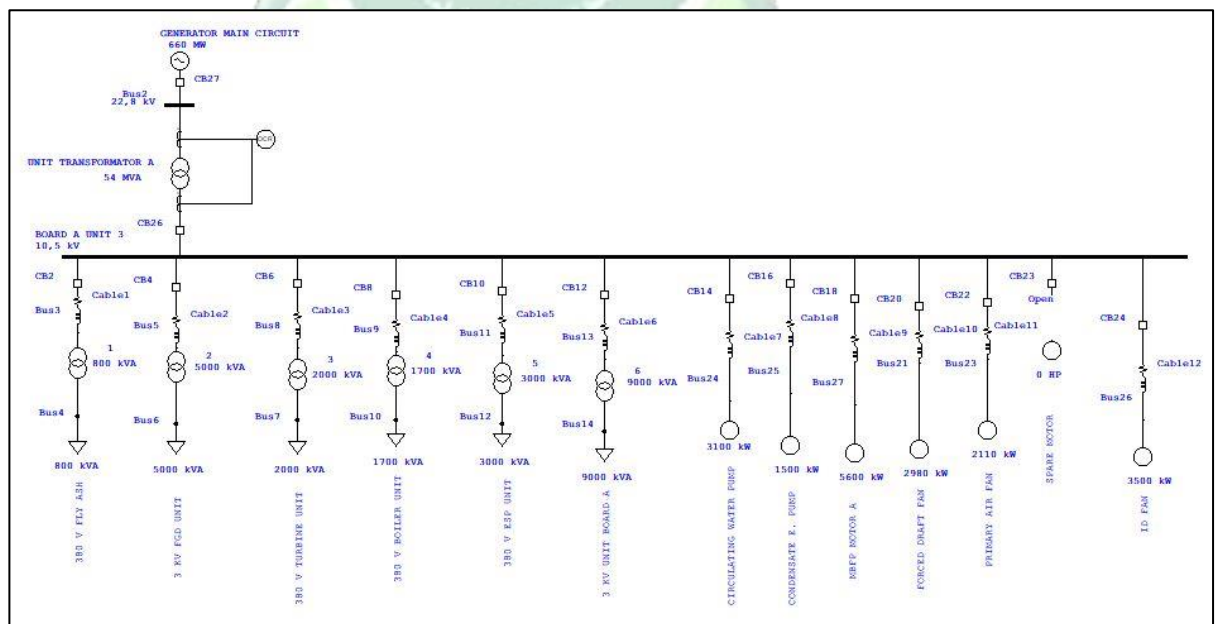
Merk	: Toshiba
Kapasitas Daya	: 54 MVA
Fasa	: 3
Frekuensi	: 50 Hz
Tipe Pendingin	: ONAN/ONAF
Simbol Sambungan	: Dyn11
Tegangan Primer	: 22,8 kV
Tegangan Sekunder	: 10,5 kV
Arus Maksimal	: 820/1367 A
Arus Minimal	: 1782/2969 A
Suhu Pendingin (Oil)	: 53 k
Suhu Pendingin (Wind)	: 58 k
Berat Total	: 83500 kg



Gambar 3.2 Data Transformator 54 MVA

3.2.2. Single Line Diagram

Gambar single line diagram atau yang sering disebut diagram satu garis di bawah ini akan digambarkan melalui software ETAP 12.6, selain untuk menggambar software ETAP nantinya akan digunakan mencari arus hubung singkat. Berikut merupakan gambar single line diagram :



Gambar 3.3 Single Line Diagram Tranformator 54 MVA

3.2.3. Data Circuit Breaker

Pada transformator 54 MVA pada PLTU Tanjung Jati B menggunakan Circuit Breaker berjenis Vacuum Circuit Breaker (VCB). Berikut merupakan data dari VCB:

Tabel 3.2 Data Rating VCB 10 kV Unit Board A

Voltage	: 12 kV
Lighting Impulse Withstand Voltage	: 75 kV
Frequency	: 50/60 HZ
Normal Current	: 3150 A
Short Circuit Breaking Current	: 40 kA
Supply Voltage Of Closing And Opening Devices	: DC 200/220V
Supply Voltage Of Control Circuit	: DC 200/220V
Operating Sequence	: O-CO-CO
Standar	: IEC60056-1987
Mass.	: 240 kg
Made	: Japan
Merk	: Toshiba

3.2.4. Data Kabel

Tabel 3.3 Data Kabel

Nama	Tipe	Core	Tegangan (kV)	Kind	Ukuran (mm ²)	Panjang (m)
3 KV UNIT BOARD A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	500	43
380 V TURBINE UNIT BOARD A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	120	36
CIRCULATING WATER PUMP A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	150	467
CONDENSATE E. PUMP A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	120	76

Nama	Tipe	Core	Tegangan (kV)	Kind	Ukuran (mm ²)	Panjang (m)
MBFP MOTOR A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	240	104
FORCED DRAFT FAN A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	150	144
PRIMARY AIR FAN A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	120	149
380 V BOILER UNIT A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	120	66
3 KV BOARD A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	140	303
380 V ESP UNIT BOARD A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	120	159
380 V FLY ASH BOARD A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	120	169
ID FAN A	AC 3P3W	3x1c	8.7/15 (17.5)	XLPE/PVC	120	339

3.2.5. Data Rele Arus Lebih

Pada transformator 54 MVA menggunakan proteksi rele arus lebih (OCR) jenis MCR26 (Multy Current Relay) dengan data sebagai berikut:








Tabel 3.4 Data OCR pada Trafo 54 MVA

Merk	: Toshiba
Kind	: Multi Relay
Type	: MCR26-NL*TM253E
Power Supply	: AC.DC 100-240V
Frecuency	: 50 Hz
Max Control Power Consumption	: 35 VA
Input Rating	: AC.DC 220V-5mA
Contact Capacity (L/R=40ms)	: 11 VA (For Signal) : 22 VA (For CB)
Serial No.	: D4V020
MFD IN	: APR. 2009

Tabel 3.5 Data Rating MCR26

TOSHIBA		6F9E0131	
MAIN SPECIFICATIONS			
Item		Specifications	Remarks
Control power voltage		100V-240V AC and DC (momentary interruption, 20ms permitted)	Turn on power to one of the units at a time to prevent rush current.
Control power consumption		35VA (MAX)	
Allowable voltage variation		80-110%	
Main circuit configuration		3-phase 3-wire, or single phase 2-wire	
Rated frequency		50Hz or 60Hz	
CT primary rating		5A-9995A	
CT secondary rating		1A/5A	
VT primary rating		100V-77000V	
VT secondary rating		100V/110V/120V	
EVT tertiary rating		100V/110V/190V	
Applicable environment	Ambient temperature	Operation guarantee temperature: -5 - +55°C Storage temperature: -25 - +70°C	
	Humidity	10-95%RH (non condensing)	
	Atmosphere	No much dust. No corrosive gas.	
	Altitude	≤ 2000m	
Performance	Withstanding voltage	2kV 1min. Electric circuits collectively, and to the earth. Between electric circuits.	IEC60255-5 Except TRD output and transmission I/O
	Impulse withstanding voltage	5000V 1.2/50μs Electric circuits collectively, and to the earth. Between electric circuits.	
	Insulation resistance	> 100MΩ with 500 VDC insulation-resistance megger Electric circuits collectively, and to the earth. Between electric circuits.	
	Withstanding current	Rated current x 3 continuous Rated current x 40 1 sec, twice	<For information> Rated current x 100 1 sec, once
	Withstanding vibration	10- 60Hz Amplitude 0.035mm 60-150Hz Acceleration 0.5g	IEC60255-21-1 Class I
	Withstanding impact	Acceleration 5g Pulse interval 11ms	IEC60255-21-2 Class I
	Withstanding seismic wave	1-9Hz: Horizontal amplitude 3.5mm Vertical amplitude 1.5mm 9-35Hz: Horizontal acceleration 1g, Vertical acceleration 0.5g	IEC60255-21-3 Class I
	Withstanding noise	Common mode: 2.5kV Normal mode: 1.0kV	IEC60255-22-1 Class III
	Withstanding static charge	Contact discharge: 6kV Air-gap discharge: 8kV	IEC60255-22-2 Class III
	Withstanding electromagnetic noise	10V/m	IEC60255-22-3 Class III
	Withstanding first transient noise	4kV, 2.5kHz, 5/50ns	IEC60255-22-4
	Burden to detection transformer	CT secondary burden	≤ 0.2VA
CT secondary burden		≤ 0.1VA	
EVT tertiary burden		≤ 0.5VA	
ZCT secondary burden		With each grounding protective function (see pages 12,13)	

Tabel 3.6 Data Standar Setting Rele MCR26

Protective functions						
☐ Protective function rated values and operation values						
Function	Rating	Load	Operation value	Operation time	Reset time	Remarks
51 	Common to 1A and 5A	0.2VA	0.1–3.2 times of CT secondary rating (in 0.1 time steps) Accuracy: ±5%	Characteristics: inverse time*1 0.05 – 2.00 times of basic curve (in 0.05 time steps) definite time 0.1 – 4 s (in 0.1s steps) 4 – 30 s (in 1s steps) 30 – 90 s (in 5s steps) Accuracy: ±5% or 50 ms, whichever is larger	Trip output 100 – 150ms General output 200 – 300ms	•Lockable
50 			1–20 times of CT secondary rating (in 1 time steps) Accuracy: ±5%	Characteristics: At the time of fixed time–limitation 0.05 – 0.3 s (in 0.05s steps) 0.3 – 2.0 s (in 0.1s steps) Accuracy: ±5% or 50 ms, whichever is larger.	Trip output 100 – 150ms General output 200 – 300ms	•Lockable
51G 			0.1–1.0 times of CT secondary residual circuit rating (in 0.1 time steps) Accuracy: ±5%	Characteristics: inverse time*1 0.05 – 2.00 times of basic curve (in 0.05 time steps) definite time 0.1 – 4 s (in 0.1s steps) 4 – 30 s (in 1s steps) 30 – 90 s (in 5s steps) Accuracy: ±5% or 50 ms, whichever is larger	Trip output 100 – 150ms General output 200 – 300ms	•Lockable
50G 			0.1–10 times of CT secondary residual circuit rating (in 0.1 time steps) Accuracy: ±5%	Characteristics: At the time of fixed time–limitation 0.05 – 0.3 s (in 0.05s steps) 0.3 – 2.0 s (in 0.1s steps) Accuracy: ±5% or 50 ms, whichever is larger.	Trip output 100 – 150ms General output 200 – 300ms	•Lockable
27 	Common to 100V, 110V and 120V	0.1VA	VT secondary 30V–rating value (in 5V steps) Accuracy: ±5%	definite time 0.1 – 4 s (in 0.1s steps) 4 – 30 s (in 1s steps) 30 – 90 s (in 5s steps) Accuracy: ±5% or 50 ms, whichever is larger	Trip output 100 – 150ms General output 200 – 300ms	•Lockable •Available two separate 27 protection
59 			VT secondary rating value–140V (in 5V steps) Accuracy: ±5%	definite time 0.1 – 4 s (in 0.1s steps) 4 – 30 s (in 1s steps) 30 – 90 s (in 5s steps) Accuracy: ±5% or 50 ms, whichever is larger	Trip output 100 – 150ms General output 200 – 300ms	•Lockable
64 	Common to 100V, 110V and 190V	0.5VA	EVT tertiary 10 – 60V (in 5V steps) Accuracy: ±5%	definite time 0.1 – 4 s (in 0.1s steps) 4 – 30 s (in 1s steps) 30 – 90 s (in 5s steps) Accuracy: ±5% or 50 ms, whichever is larger	Trip output 100 – 150ms General output 200 – 300ms	•Lockable

Pada gambar 3.5 menjelaskan tentang standar *setting multy relay* MCR26 dengan simbol kode proteksi sesuai standar ANSI/IEC yaitu:

- 51** [I >], Simbol untuk *inverse time overcurrent relay*, pada MCR26 standar setingnya nilai 1A dan 5A dengan load 0.2 VA nilai operasinya 0.1 – 3.2 kali dari nilai CT sekunder (0.1 kali setiap stepnya) keakuratannya 5%, sedangkan untuk seting waktunya invers time 0.05 – 2.00 kali dari

standar kurvanya (0.05 setiap step). Sedangkan untuk definite waktunya 0.1-4 detik (0.1 setiap step), 4-30 detik (1 detik setiap step), dan 30-90 detik (5detik setiap step).

- b. **50** [**I** >>], Simbol untuk *instantaneous overcurrent relay*, seting arus lebih instan MCR26 pada nilai 1A dan 5A dengan load 0.2 VA nilai setingnya 1-20 kali dari nilai CT sekunder. Karakteristik waktunya 0.05-0.3 detik (0.05 setiap step), 0.3-2.0 detik (0.1 setiap step).
- c. **51G** [**I** ↓>], Simbol untuk *groundfault overcurrent relay definite time*, pada MCR26 standar setingnya nilai 1A dan 5A dengan load 0.2 VA nilai operasinya 0.1 – 1.0 kali dari nilai residu CT sekunder (0.1 kali setiap stepnya) keakuratannya 5%, Sedangkan untuk definite waktunya 0.1-4 detik (0.1 setiap step), 4-30 detik (1 detik setiap step), dan 30-90 detik (5detik setiap step).
- d. **50G** [**I** ↓>], Simbol untuk *groundfault overcurrent relay invers time*, pada MCR26 standar setingnya nilai 1A dan 5A dengan load 0.2 VA nilai operasinya 0.1 – 1.0 kali dari nilai residu CT sekunder (0.1 kali setiap stepnya) keakuratannya 5%, sedangkan untuk seting waktunya invers time 0.05 – 2.00 kali dari standar kurvanya (0.05 setiap step). Sedangkan untuk definite waktunya 0.1-4 detik (0.1 setiap step), 4-30 detik (1 detik setiap step), dan 30-90 detik (5detik setiap step).
- e. **27** [**U** <], Simbol untuk *undervoltage relay*, pada MCR26 standar setingnya nilai 100V, 110V, 120V, dengan load 0.1 VA nilai operasinya pada VT sekunder 30V - nilai rating (5V setiap step), seting waktunya definite time 0.1-4 detik (0.1 detik setiap step), 4-30 detik (1 detik setiap step), dan 30-90 detik (5detik setiap step).
- f. **59** [**U** >], Simbol untuk *Over Voltage Relay*, pada MCR26 standar setingnya nilai 100V, 110V, 120V, dengan load 0.1 VA nilai operasinya pada VT sekunder nilai rating - 140V (5V setiap step), seting waktunya definite time 0.1-4 detik (0.1 detik setiap step), 4-30 detik (1 detik setiap step), dan 30-90 detik (5detik setiap step).

- g. **64** $[\text{III} \downarrow \gg]$, Simbol untuk *Earth Fault Relay*, pada MCR26 standar setingnya nilai 100V, 110V, 120V, dengan load 0.1 VA nilai operasinya pada EVT Tertiary 10-60V (5V setiap step), seting waktunya definite time 0.1-4 detik (0.1 detik setiap step), 4-30 detik (1 detik setiap step), dan 30-90 detik (5detik setiap step).

3.2.6. Data Setting OCR pada Feeder

Tabel 3.5 OCR Setting

Feeder Name	Ratio CT	Over Current Relay Setting				
		Over Current			Intantaneous	
		Charact.	Current	Time Dial	Current	Time Dial
Incoming 10 kV	700	EI	5,5	0,1	lock	lock
380 V Turbine Unit	30	EI	4,5	0,8	75	0,05
3 Kv Board	120	EI	5	0,5	70	0,05
380 V Boiler Unit	30	VI	4	0,7	80	0,05
380 V ESP Unit Board	60	EI	5	1,9	55	0,05
3 kV FGD Unit	80	EI	4,5	2	100	0,05
380 V Fly Ash Board	15	EI	3,5	0,8	100	0,05

3.2.7. Data Ratio CT

Terdapat dua CT pada Tranformator 54 MVA yang nantinya CT tersebut akan merubah nilai arus agar dapat di ukur oleh Over Current Relay (OCR). Berikut rasio dari CT tersebut :

Tabel 3.6 Ratio CT

CT	Rasio
Primer	1500 : 5
Sekunder	3500 : 5