

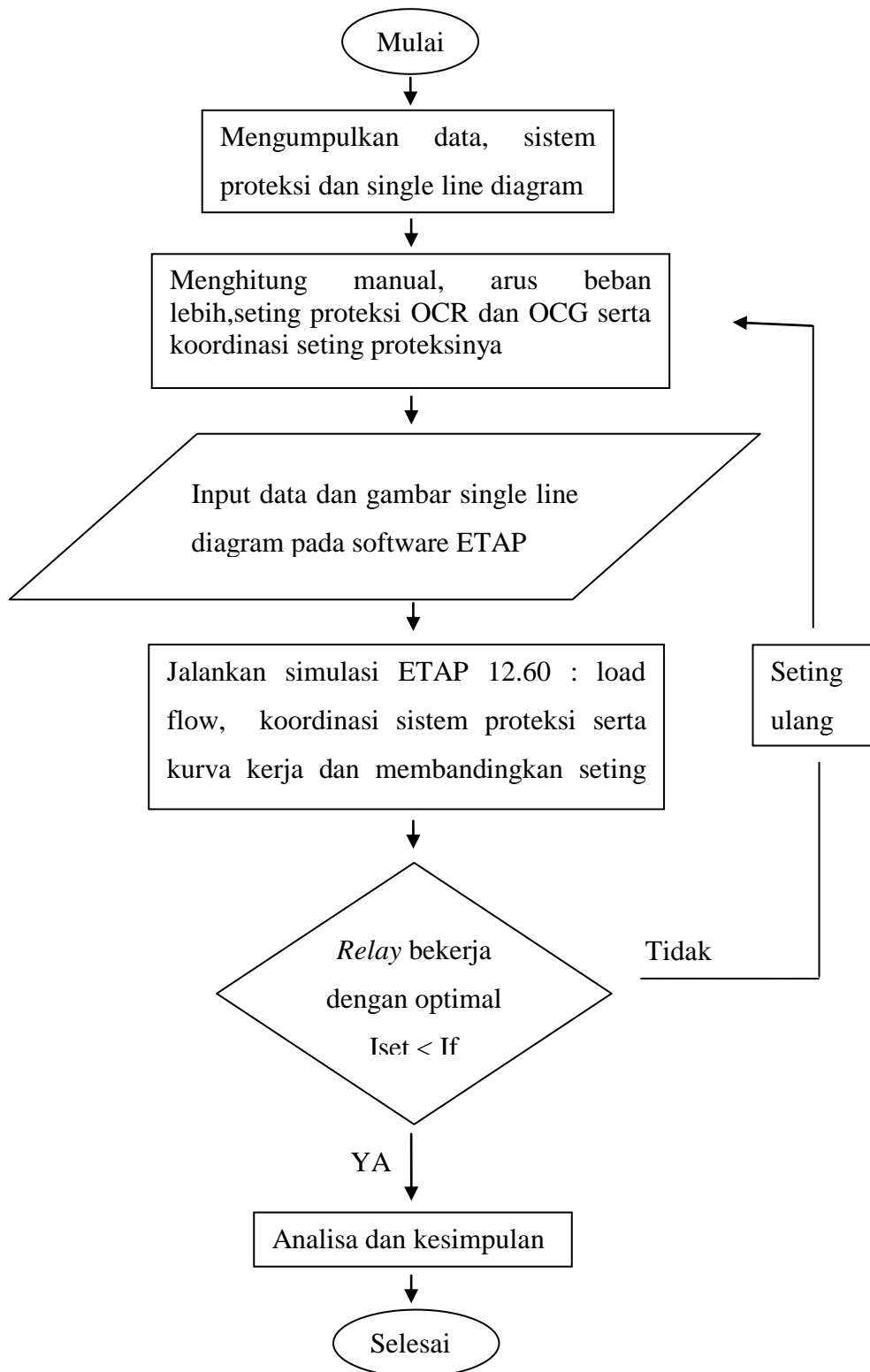
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai adalah dengan studi literatur melalui penelusuran berbagai jurnal, browsing internet tentang kajian yang relevan serta mengumpulkan data – data dari buku panduan peralatan Toshiba serta seting *relay* proteksi yang direkomendasikan serta standar IEC selanjutnya mereview ulang seting proteksi dengan membandingkan seting *relay* yang sudah diterapkan dan seting *relay* hasil perhitungan manual dengan cara memasukan data yang ada ke *software ETAP 12.60* kemudian mensimulasikan aliran daya, gangguan hubung singkat, koordinasi *overcurrent relay (OCR)* dan *groundfault relay (OCG)* serta melihat kurva kerja *relay* proteksinya. dengan begitu akan terlihat seting yang disimulasikan sudah sesuai standar yang ditentukan *IEC* ataupun yang direkomendasikan Toshiba ataukah ada yang perlu dihitung dan diseting ulang agar kinerja *relay* proteksi dapat bekerja dengan baik. Adapun data – data yang perlu dikumpulkan meliputi data *rating motor MBFP*, data *rating Unit Transformer A*, data bus 10 kV unit board A, data seting *relay* proteksi *overcurrent* dan *groundfault* yang sudah diterapkan pada *feeder MBFP (Motor Boiler Feed Pump)*, serta data kabel yang digunakan , data tersebut juga dilengkapi dengan single line diagram dan kurva proteksinya. Hasil dari penelitian adalah analisa seting *relay* proteksi yang sudah diterapkan kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan seting *relay* baru sesuai standar *Toshiba dan IEC*, apabila hasil seting perhitungan dan seting yang sudah diterapkan sama dan sudah sesuai standar *IEC* maka tidak diperlukan perubahan seting relenya, jika perhitungan ulang lebih baik dibandingkan dengan seting yang sudah diterapkan maka disarankan untuk menggunakan seting *relay* yang baru. Adapun tempat dilakukannya penelitian berada PLTU tanjung jati B unit 3, untuk objek penelitian hanya pada proteksi *overcurrent* dan *groundfault* disisi 10 kV unit board A yang diterapkan pada multi *relay* proteksi *MCR26 feeder MBFP*.

3.1.1 Diagram Alir / Flowchart

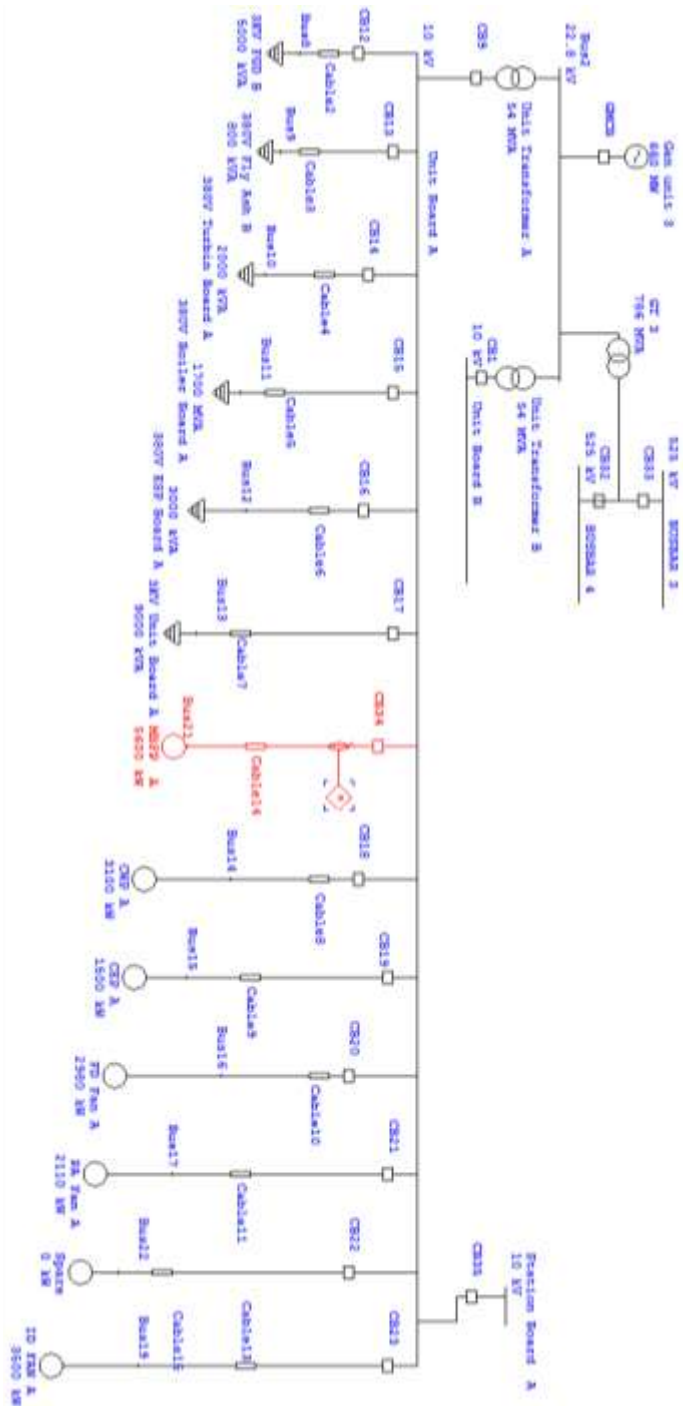


Gambar 3. 1 Diagram alur pelaksanaan penelitian

Diagram alir pada gambar 3.1 menjelaskan tentang urutan proses penelitian, mulai dari mengumpulkan data data yang diperlukan diantaranya data Transformer, data busbar, data motor MBFP serta data seting proteksinya. semua data harus sudah diperoleh sebelum melakukan proses penelitian selanjutnya. Setelah semua data diperoleh maka dilanjutkan perhitungan masing – masing impedansi meliputi impedansi motor , impedansi kabel. Kemudian dilanjutkan menghitung gangguan *overcurrent* dan *groundfault*. Proses selanjutnya adalah menentukan seting *relay* proteksinya baik itu seting proteksi *overcurrent*, *groundfault* dan koordinasinya. Setelah semua seting sudah dihitung maka dilanjutkan menggambar single line diagram di *software ETAP 12.60* dan memasukkan data – datanya, yang meliputi data – data peralatan seperti tegangan, arus daya, PMT serta seting proteksinya yang telah dihitung.

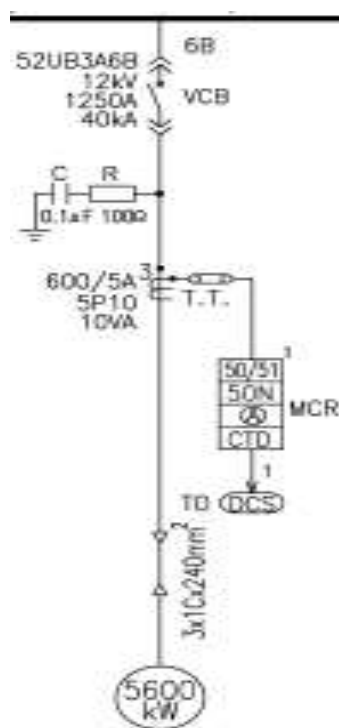
Setelah semua data di input maka dapat dilanjutkan ke simulasi *load flow*, dilanjut simulasi gangguan serta menampilkan kurva kerja proteksinya. Apabila seting proteksinya tidak bekerja dengan benar maka proses diulang kembali dari proses perhitungan dan seting relenya, memastikan jikalau ada perhitungan yang salah ataupun seting *relay* proteksi yang tidak sesuai, proses dilanjutkan sampai tahap simulasi lagi, jika *relay* proteksi masih belum dapat bekerja dengan baik maka proses akan terus diulang dan dilakukan pengecekan perhitungan serta seting relenya sampai mendapatkan setingan yang benar. Apabila hasil setingnya sudah benar dan simulasi proteksi dapat bekerja dengan baik maka proses dilanjutkan ke penarikan kesimpulan.

3.1.2 Single line diagram



Gambar 3. 2 Single Line Diagram Unit Board A

Pada gambar 3.2 menunjukkan gambar single line diagram mulai dari sumber power (Generator Unit 3) bertegangan 22,8 kV melalui *GMCB (Generator Main Circuit Breaker)* menuju ke *Generator Transformer (Step Up)* 500 kV untuk ditransmisikan ke Busbar 3 dan Busbar 4 500kV. Keluaran Generator yang melewati Unit Transformer A dan B (*step down*) 10.5 kV dialirkan untuk pemakaian sendiri untuk suplai unit board A dan Unit Board B. dengan adanya gambar single line diagram yang terperinci mulai dari jenis, karakter, rasio dan susunan penempatannya maka akan mempermudah proses penelitian. Adapun gambar yang berwarna merah menunjukkan single line diagram *MBFP* yang akan dibahas dalam skripsi ini.gambar lebih jelas ditampilkan digambar dibawah ini.



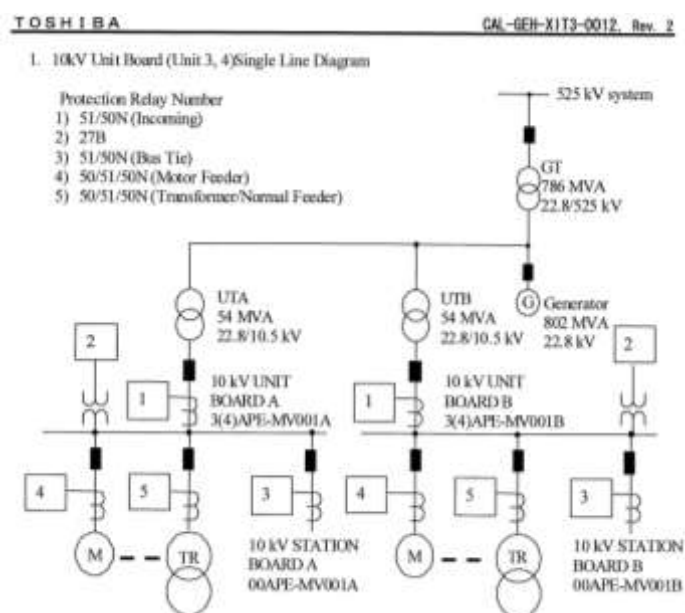
Gambar 3. 3 Single Line Diagram MBFP

Pada gambar 3.3 single line diagram menunjukkan line *MBFP* mulai dari *UnitBoard A* melewati *VCB (Vacuum Circuit Breaker)*, rasio CT, *relay* proteksi yang digunakan yaitu *MCR26*, jenis kabel, serta daya motor *MBFP*.

3.1.3 Data penelitian

Data penelitian harus diambil dari sumber yang akurat dan selengkap mungkin agar proses penelitian dan analisa dapat berjalan dengan lancar. data data yang diambil disamping nantinya untuk perhitungan manual dan seting *relay* juga akan digunakan *software ETAP 12.60* sebagai inputan data di single line diagram juga untuk proses simulasi load flow dan simulasi kinerja relenya.

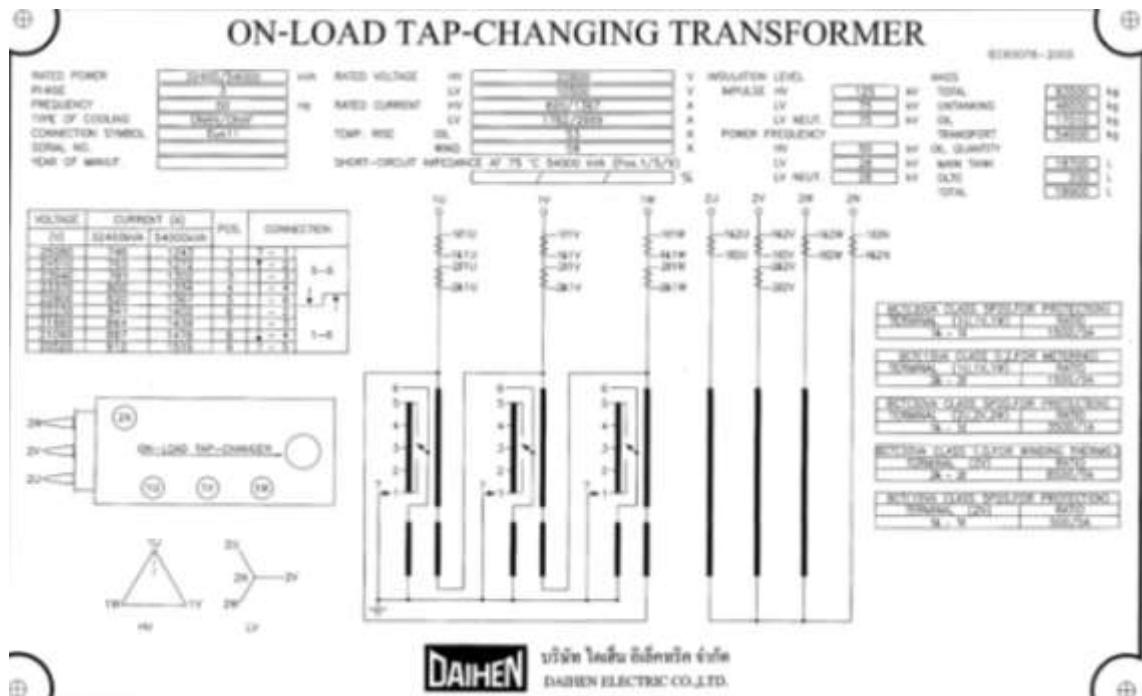
Data – data yang diperlukan antara lain data sumber power (Generator), unit Transformer yang meliputi tegangan primer dan tegangan sekunder, arus nominal, impedansi, rasio CT, adapun data *MBFP* meliputi tegangan, arus nominal dan arus atarting motor, rasio CT, data kabel, data PMT(CB) yang digunakan, serta data *relay* proteksi *MCR26* meliputi karakteristik muti proteksi *relay* diantaranya untuk *overcurrent relay* dan *groundfault relay* serta seting waktu inversnya masuk dalam kategori standar *invers*, *short time invers* *extreme invers* atau masuk dalam kategori *long time invers*. Sebagai bahan pembandingan untuk review seting *relay* proteksi maka diperlukan juga seting *relay* proteksi yang sudah diterapkan.



Pada gambar 3.4 menjelaskan lokasi *relay* proteksi yang ada pada 10 kV *unitboard* A dan B, adapun *relay* proteksinya meliputi *overcurrent relay*(51) dan

groundfault relay (50) sisi *incoming*(suplai) 10 kV, *undervoltage relay* (27B), *overcurrent relay* (51) dan *groundfault relay* (50) pada penghubung feeder serta *overcurrent relay* dan *groundfault relay* pada sisi suplai transformer dibawahnya (3kV). Skripsi ini hanya membahas tentang *relay* proteksi yaitu *overcurrent relay* dan *groundfault relay* yang diterapkan pada feeder motor MBFP A sisi *unitboard* A 10 kV yang meliputi seting kerja *relay*, koordinasi *overcurrent relay* dan *groundfault relay* serta gambar kurva kerjanya

Tabel 3. 1 Data Rating Unit Transformer



Pada tabel 3.1 dan table 3.2 menjelaskan data rating dari unit Transformer A, untuk data lebih jelasnya akan ditunjukkan pada table dibawah ini.

Tabel 3. 2 Data Unit Transformator 54 MVA

Merk	:	Toshiba
Kapasitas Daya	:	54 MVA
Fasa	:	3
Frekuensi	:	50
Tipe Pendingin	:	ONAN/ONAF
Simbol Sambungan	:	Dyn11
Tegangan Sekunder	:	10,5 kV
Arus sisi Primer	:	820/1367 A
Arus sisi sekunder	:	1782/2969 A

Table data unit Transformer A meliputi kapasitas daya 54 MVA tiga fasa pada frekuensi 50 Hz dengan tegangan primer 22.8 kV dan tegangan sekundernya 10.5 KV, impedansinya 12.5%. sistem koneksinya Dyn11 dan pendinginannya ONAF (*Oil Natural Air Force*). Rasio CT 3500/5 A.

Tabel 3. 3 Data Rating VCB Suplai 10 KV Unit Board A

TOSHIBA	
VACUUM CIRCUIT BREAKER	
TYPE : VZ-10Q40	
RATED VOLTAGE	12kV
RATED LIGHTNING IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE	75kV
RATED FREQUENCY	50/60Hz
RATED NORMAL CURRENT	3150A
RATED SHORT-CIRCUIT BREAKING CURRENT	40kA
RATED SUPPLY VOLTAGE OF CLOSING AND OPENING DEVICES DC200/220V	
RATED SUPPLY VOLTAGE OF CONTROL CIRCUIT DC200/220V	
RATED OPERATING SEQUENCE O-CO-CO	
STANDARD IEC60056-1987	
MASS	240kg
TESTING NO.	8113118
MANUFACTURED IN	Q.O.S-6
TOSHIBA CORPORATION	
MADE IN JAPAN	

Data VCB (*Vacuum circuit Breaker*) sisi sekunder unit Transformer A menuju unit board A 10 kV. Datanya meliputi nilai tegangan 12 kV, frekuensi 50/60 Hz, nilai arus 3.150 A serta nilai arus hubung singkatnya 40 KA.



Gambar 3. 5 Relay MCR26 Pada Incoming VCB 10 kV Unitboard A

Arus maksimal yang pernah melewati VCB 10 kV unit transformer sebesar 2.551 A atau senilai 72.9 % dari nilai rasio CT nya yaitu 3.500 A.

Tabel 3. 4 Data MBFP (Motor Boiler Feed Pump)

Nama Peralatan	Kapasitas (kW)	pf (%)	I normal	I Start	Locked Motor curent	Slip (%)	Efisiensi (%)
MBFP	5600	89	379	1706 (9 s)	1706 A (15s Hot) (20s Cold)	1	96

Data *MBFP (MOTOR Boiler Feed Pump)* meliputi data tegangan yang dipakai 10 kV dengan kapasitas motor 5600 kW pada putaran 1500 Rpm empat pole, arus normal motor kondisi full load adalah 379 A dengan power factor 89% kondisi normal dan power factor 15% saat proses starting motor, adapun arus saat startingnya adalah 1706 A selama 9 detik dan *locked* rotor senilai 1706 A selama 15 detik saat starting kondisi panas dan dengan *locked* motor 1706 A selama 20 detik saat starting motor dalam kondisi dingin, adapun persentase slip yang diijinkan saat full load sebesar 1% .

Tabel 3. 5 Data Rating VCB pada MBFP

TOSHIBA VACUUM CIRCUIT BREAKER TYPE : VZ-10M40	
RATED VOLTAGE	12kV
RATED LIGHTNING IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE	75kV
RATED FREQUENCY	50/60Hz
RATED NORMAL CURRENT	1250A
RATED SHORT-CIRCUIT BREAKING CURRENT	40kA
RATED SUPPLY VOLTAGE OF CLOSING AND OPENING DEVICES	1000/220V
RATED SUPPLY VOLTAGE OF CONTROL CIRCUIT	1000/220V
RATED OPERATING SEQUENCE	O-CO-CO
STANDARD	IEC60098-1
MASS	100kg
TESTING NO.	1000000000
MANUFACTURED IN	JAPAN
TOSHIBA CORPORATION MADE IN JAPAN	

Data VCB (Vacuum Circuit Breaker yang dipasang pada feeder MBFP). Datanya meliputi nilai tegangan 12 kV, frekuensi 50/60 Hz, arus normal 1.250 A, arus gangguan 40 kA. VCB yang dipakai untuk *feeder MBFP* hamper sama dengan yang dipakai di suplai *feeder unitboard A*, dari sisi tegangan, Frekuensi dan arus gangguan sama hanya yang membedakan nilai arus normal yang melewatinya lebih kecil yaitu 1.250 A.

Tabel 3. 6 Data Kabel

Nama	Type	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
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 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

Pada table 3.6 merupakan data-data kabel yang digunakan dalam instalasi peralatan di unitboard, data kabel diatas disamping l yang digunakan untuk motor induksi juga data kabel yang digunkanan untuk unit board ataupun untuk Transformer dibawah 10 kV.



Gambar 3. 6 Data I max MBFP

Data ini menunjukkan bahwa besarnya nilai Arus maksimal yang pernah melewati VCB MBFP sebesar 1.518 A atau senilai 253% dari nilai rasio CT nya yaitu 600 A.

Tabel 3. 7 Data Rating *Relay* Proteksi Yang Diterapkan pada MBFP



Data *relay* proteksi yang dipakai pada *feder MBFP* menggunakan *MCR26* menggunakan arus AC dan arus DC 100-240 V dengan frekuensi 50 Hz , konsumsi daya maksimum 35 VA, untuk kapasitas kontaktornya 11 VA(sinyal) dan 22 VA(untuk CB).

Pada table 3.8 menjelaskan data rating *relay* proteksi *MCR26* lebih detail yaitu karakteristik multi rele *MCR26* meliputi data nilai frekuensi dapat diterapkan pada frekuensi 50 Hz atau juga dapat digunakan pada frekuensi 60 Hz. Main sirkuitnya dapat menggunakan 3 fasa 3 wire atau menggunakan 1 fasa 2 wire. Data nilai CT primarinya 5 A-9995 A sedangkan untuk data CT sekundernya 1A/5A, untuk data VT primernya 100 V – 77000 V sedangkan VT sekundernya 100V/ 110V/ 120V.

kapasitas MCR26 ini dapat menahan 3x arus nominal dan 40x arus nominal selama 1 detik sebanyak 2 kali. Data untuk EVT (*Earth fault Voltage transformer*) nilainya 100V/ 110V/ 190V.

Tabel 3. 8 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. 9 Data Standar Seting *Relay* Proteksi 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: $\pm 5\%$	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: $\pm 5\%$ 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: $\pm 5\%$	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: $\pm 5\%$ 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: $\pm 5\%$	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: $\pm 5\%$ 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: $\pm 5\%$	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: $\pm 5\%$ 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: $\pm 5\%$	definite time 0.1 - 4 s (in 0.1s steps) 4 - 30 s (in 1s steps) 30 - 90 s (in 5s steps) Accuracy: $\pm 5\%$ 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: $\pm 5\%$	definite time 0.1 - 4 s (in 0.1s steps) 4 - 30 s (in 1s steps) 30 - 90 s (in 5s steps) Accuracy: $\pm 5\%$ 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: $\pm 5\%$	definite time 0.1 - 4 s (in 0.1s steps) 4 - 30 s (in 1s steps) 30 - 90 s (in 5s steps) Accuracy: $\pm 5\%$ or 50 ms, whichever is larger	Trip output 100 - 150ms General output 200 - 300ms	*Lockable

Pada table 3.9 menjelaskan tentang standar seting multi rele *MCR26* dengan simbol kode proteksi sesuai standar *ANSI / IEC* yaitu:

- 51 [I >] Simbol untuk inverse time *overcurrent* rele, 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. $50 [I \gg]$ Simbol untuk *instantaneous overcurrent* rele, seting *overcurrent* 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. $51G [I \downarrow >]$ Simbol untuk *groundfault overcurrent* reledefinite 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. $50G [I \downarrow >]$ 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 (5 detik setiap step).
 - e. $27 [III <]$ Simbol untuk *Undervoltage* rele, 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. $59 [III >]$ Simbol untuk *Overvoltage* Rele, 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. $64 [III \downarrow \gg]$ Simbol untuk *Earth Fault* Rele, pada MCR26 standar setingnya nilai 100V, 110V, 190V, dengan load 0.5 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 (5 detik setiap step).

Tabel 3. 10 Data CT

Deskripsi CT	CT Rasio	kelas ketelitian	Rating (VA)
Incoming Unit Transformer A	1500/5	5P20	30
Incoming Bus 10kV unitboard A	3500/5	5P20	15
Feeder MBFP	600/5	5P10	10

Pada table data 3.10 menjelaskan nilai dari CT rasio yang terpasang pada *incoming* (suplai) bus 10kV unit board A dan nilai rasio CT yang ada pada *feeder MBFP* serta nilai power dari masing masing CT nya.

Tabel 3. 11 Data Rekomendasi Seting Relay Proteksi 10kV Unitboard A

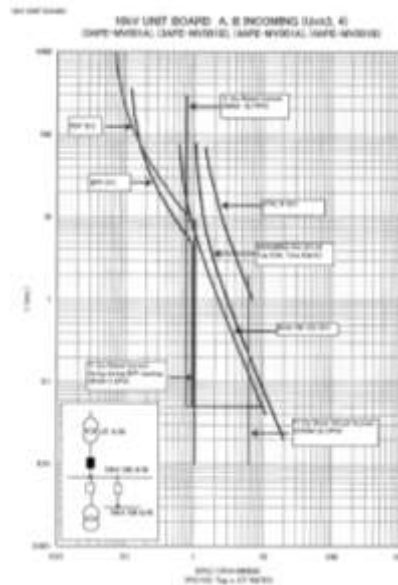
OUTGOING, INCOMING, BUS TIE		DATA OF LOAD					CT RATIO	OCR SETTING				OCG SETTING		
MV-SWGR	FEEDER NAME	CAPACITY	RATED CURRENT I_r	3 PHASE SHORT CIRC CURRENT				CHARACT- ERISTIC	CURRENT	TIME DIAL	INSTANT(I50)	TIME DIAL	CURRENT	TIME DIAL
A B	INCOMING (Unit 3, 4)	54MVA 22.8kV/ 10.5kV %Z=12.5	2969A	23754A	-	-	700	EI	5.5A (110%)	0.1	LOCK	LOCK	0.1A	1.6S
A B	BUS TIE (Unit 3, 4)	-	1356A	-	-	-	700	EI	3A (60%)	0.2	LOCK	LOCK	0.1A	1.4S
A B	380V TURBINE UNIT BOARD A, B (Unit 3, 4)	2000kVA 10kV/ 400V %Z=10	115A	1155A	-	-	30	EI	4.5A (90%)	0.8	75A (15PU)	0.05S (Fixed)	1.4A	1.1S
A B	3kV UNIT BOARD A, B (Unit 3, 4)	9000kVA 10kV/ 3.15kV %Z=12	520A	4330A	-	-	120	EI	5A (100%)	0.5	70A (14PU)	0.05S (Fixed)	0.4A	1.1S

Pada table data 3.11 menjelaskan besaran nilai seting *relay* yang direkomendasikan untuk seting *relay* proteksi *MCR26* pada incoming bus 10 kV *unitboard* A dengan kapasitas power 54 MVA dengan tegangan 22.8 kV/10.5 kV dan nilai impedansi 12.5% untuk arus nominalnya 2.969 A dan arus hubung singkat 3 fasa 23.754 A serta rasio 700 (3500/5) maka direkomendasikan seting *relay* proteksi untuk *overcurrent relay* (51) menggunakan karakteristik EI (*Extrem Invers*) dengan arus 5.5 A (110%) dan time dial yang digunakan 0.1. sedangkan seting *groundfault relay* (50N) di arus 0.1A dengan *time dial* 1.6 detik.

Tabel 3. 12 Data Rekomendasi Seting Relay Proteksi MCR26 Feeder MBFP

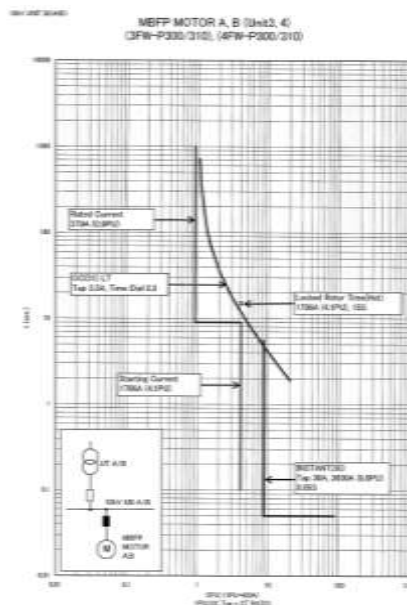
MOTOR MV- SWGR	FEEDER NAME	DATA OF LOAD					CT RATIO	GCR SETTING				OCG SETTING		
		CAPACITY	RATED CURRENT I _r	STARTING CURRENT I _a	Starting Time	LOCKED ROTOR TIME (Hot/Cold)		CHARACT- ERISTIC	OC(51)		INSTANT(50)		[50N]	
									CURRENT	TIME DIAL	CURRENT	TIME DIAL	CURRENT	TIME DIAL
A B	CONDENSATE EXTRACTION PUMP A, B (Unit 3, 4)	1500KW	105A	620A	35	12/165	30	SI	4A	1.5	40A	0.05S	1.4A	1.0S
	(80%)								(8 PU)		(Fixed)			
A B	MBFP PUMP A, B (Unit 3, 4)	5600KW	379A	1706A	95	15/205	120	LT	3.5A	0.3	30A	0.05S	0.4A	1.0S
	(70%)								(6PU)		(Fixed)			
A B	SPARE (Unit 3, 4)	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	0.4A	1.0S

Pada table data 3.12 menjelaskan besaran nilai seting *relay* yang direkomendasikan untuk seting *relay* proteksi *MCR26* terutama data untuk *feeder MBFP* dengan kapasitas 5600 kW, arus normal 379A dan arus starting 1706 selama 9 detik, untuk locked rotor di 1706A selama 15 detik(kondisi panas) dan 20 detik pada waktu dingin, rasio CT 120 (600/5), untuk proteksi *overcurrent* (51) menggunakan karakteristik LT (*Long time Invers*) dengan arus 3.5 A (70%) *time dial* yang dipakai 0.3 sedangkan untuk seting *Instant* (50) diterapkan pada arus 30A (6PU), serta untuk seting *groundfault* (50N) di arus 0.4 A dengan *time dial* 1.0 detik.



Gambar 3. 7 Kurva Kerja Incoming Unit Board A

Gambar 3.7 menjelaskan tentang kurva kerja disisi incoming unit board A, dalam gambar tersebut menunjukan *relay* proteksi *overcurrent* yang diterapkan pada sisi pulverizer dan *relay* proteksi *overcurrent* pada MBFP kinerjanya masih dibawah dari *relay* proteksi unit board A.



Gambar 3. 8 Kurva Kerja MBFP

Pada Gambar 3.8 menunjukkan kinerja *relay* proteksi pada *MBFP*, disamping kinerja *relay* proteksi juga menampilkan gambar kurva starting motor *MBFP*, yang mana kinerja dari *relay* proteksinya adalah ketika kondisi motor starting apabila arus start melebihi batas maksimum arus ataupun melewati batas waktu standar starting yang ditentukan maka *relay* proteksi akan mengetripkna motor sebelum motor tersebut menyentuh seting *locked* rotor di arus starting 1.706 A selama 15 detik daris proses awal starting. Adapun bila arus start dari awal sudah melewati batas maksimal arus start ($>2x$ arus start) maka motor akan langsung ditripan oleh *relay* proteksi instant di 3.600 A.

Tabel 3. 13 Rekomendasi Seting Relay Proteksi

REKOMENDASI TOSHIBA SETTING RELE PROTEKSI			Ir x 110% - 130%			Is x 200%		Io x 10% - 30%		
			10 - 320%					1 - 20 pu		0.1 - 10 A(0.1 A step)
			(10 step)			(1pu step)		(0.05 - 0.3 - 2.0 S		
			karakter kurve X (0.05 - 2.0)					(0.05 / 0.1 step)		
NO	NAMA	RASIO	OCR SETING						OCG SETING	
			OCR (51)			INSTANT (50)		(50N)		
			KARAKTERISTIK	CURRENT	TIME DIAL	CURRENT	TIME DIAL	CURRENT	TIME DIAL	
1	UNIT BOARD A	700	EI	5.5 A	0.1	LOCK	LOCK	0.1	1.6 S	
2	MBFP A	120	LT	3.5	0.3	30	0.05	0.4	1.0 S	

Table 3.13 berisi tentang seting *relay* proteksi yang direkomendasikan oleh Toshiba termasuk juga kenaikan per step dan karakteristik kurvanya. Seting *relay* proteksi pada unitboard A untuk seting OCR nya *Extreme invers*, *Isekunder* = 5.5 A, *time dial* = 0.1 detik. Sedangkan untuk seting OCG *Isekunder* = 0.1 A, dan *time dialnya* = 1.6 detik. Adapun seting *relay* proteksi yang direkomendasikan untuk seting *relay* proteksi *MBFP* adalah OCR dengan karakteristik *long time invers* dengan *Isekunder* = 3.5 A, *time dial* = 0.3 detik. Untuk seting OCG nya *Isekunder* = 0.4 A dengan *time dial* = 1.0 detik