

## BAB III

### DATA & METODOLOGI PERHITUNGAN

#### 3.1 Teknik Perhitungan Gangguan pada Sistem Distribusi

Teknik perhitungan yang digunakan untuk menghitung besarnya arus gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi adalah:

1. Hubung pendek satu fasa ke tanah :

$$I_{f-a} = \frac{3 \cdot V_{fn}}{(Z_u + Z_{tr} + Z_0 + Z_1 + Z_2)} \quad (1)$$

2. Hubung pendek dua fasa

$$I_{f-a} = -I_{f-b} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_{fn}}{(Z_u + Z_{tr} + Z_1 + Z_2)} \quad (2)$$

3. Hubung pendek tiga fasa

$$I_{af} = I_{a1} = \frac{V_{fn}}{(Z_u + Z_{tr} + Z_0)} \quad (3)$$

#### 3.2 Setting Waktu Rele Arus Lebih (OCR)

Rele arus lebih yang digunakan pada penyulang Leuwi Gajah dan Kebon Kopi merupakan jenis rele *ALSTOM* tipe *MICOMP 122*. Rele tersebut merupakan gabungan antara rele arus lebih (*OCR*) dan rele gangguan tanah (*GFR*).

Setting yang digunakan dalam analisa ini adalah karakteristik waktu normal inverse, hubungan antara arus dan waktu dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$t[s] = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I_f}{I >}\right)^\alpha - 1} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

t(s) = waktu operasi dalam detik

k = pengali waktu

I<sub>f</sub> = nilai arus gangguan

I<sub>></sub> = nilai arus kerja/nominal

α = 0.02

β = 0.14

Dengan menggunakan persamaan di atas diperoleh perhitungan waktu tunda normal inverse pada tabel 4.4. Untuk rele OCR Leuwi Gajah dan Kebon Kopi menggunakan pengali waktu (k/TMS) = 0.025

$$I_{s\ ocr} = 1 \times I_n \text{ CT} = 1 \times 400 = 400 \text{ A}$$

### 3.3 Setting Waktu Rele Gangguan Tanah (Ground Fault Relay)

Untuk mendeteksi kesalahan hubung tanah yang terjadi pada penyulang Leuwi Gajah dan Kebon Kopi digunakan rele MICOM P122 yang merupakan satu kesatuan dengan OCR.

Setting yang digunakan dalam analisa hubung tanah sama dengan arus lebih yaitu dengan menggunakan karakteristik waktu normal inverse, hubungan antara arus dan waktu dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$t[s] = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I_f}{I >}\right)^\alpha - 1} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

t(s) = waktu operasi dalam detik

k = pengali waktu

I<sub>f</sub> = nilai arus gangguan

I<sub>></sub> = nilai arus kerja/nominal

α = 0.02

β = 0.14

Dengan menggunakan persamaan di atas diperoleh perhitungan waktu tunda normal inverse pada tabel 4.5. Untuk rele GFR Leuwi Gajah dan Kebon Kopi menggunakan pengali waktu (k/TMS) = 0.025

Untuk setting arus gangguan hubung tanah menggunakan arus hubung tanah dengan waktu kerja tunda.


$$I_{s\ gfr} = 0.15 \times I_n\ CT = 0.15 \times 400 = 60\ A$$

### 3.4 Data-Data Jaringan dan Peralatan Proteksi

Jaringan distribusi penyulang Leuwi Gajah dan Penyulang Kebon Kopi merupakan bagian dari sistem distribusi tiga fasa, tiga kawat dengan pentanahan tahanan rendah 12 ohm. Kedua penyulang ini terletak di PT. PLN (Persero) distribusi Jabar & Banten. Jenis pelanggan pada kedua penyulang ini adalah pelanggan rumah tangga dan industri.

## 1. Data-data Jaringan Penyulang Leuwi Gajah (LWGJ)

### ➤ Transformator daya di Gardu Induk

Daya nominal	: 60 MVA
Tegangan	: 150/20KV
Hubungan Belitan	: $\Delta$ 
Tahanan pengtanahan	: 12 ohm
$MVA_{sc}$	1 fasa : 342 MVA
	3 fasa : 542 MVA

### ➤ Peralatan Proteksi Penyulang

Rele arus lebih dan rele gangguan tanah	: MICOM P 122
Perbandingan Transformator arus (CT)	: 400/5

### ➤ Jaringan

Penghantar	: AAAC dan XLPE.
------------	------------------

Tabel 3.1 Data Penghantar penyulang Leuwi Gajah

AAAC	Panjang (m)
3x150	6131
3x70	538
3x35	248
XLPE	
3x240	1821
BC 3x50	60
TICTM 35	60


➤ **Trasformator distribusi di penyulang Leuwi Gajah**

Tabel 3.2 Data transformator tiang di penyulang Leuwi Gajah (18)

<b>Trafo</b>	<b>Kapasitas (KVA)</b>	<b>Arus Nominal (A)</b>
RCB	315	9,09
DUL	250	7,22
PLI	100	2,89
SHL	315	9,09
YYX	250	7,22
SLD	250	7,22
TJH	100	2,89
GDF	250	7,22
MJA	100	2,89
KLA	200	5,77
HSW	250	7,22
BNC	315	9,09
LSH	315	9,09
KYA	160	4,62
BNO	200	5,77
KMJ	200	5,77
RBM	200	5,77
LTS	315	9,09
<b>Total</b>	<b>4085</b>	<b>117,923</b>

## 2. Data-data penyulang Kebon Kopi (KBPI)

### ➤ Transformator daya di Gardu Induk

Daya nominal	:	60 MVA
Tegangan	:	150/20KV
Hubungan Belitan	:	$\Delta$ 
Tahanan pengtanahan	:	12 ohm
$MVA_{sc}$	1 fasa	: 342 MVA
	3 fasa	: 542 MVA

### ➤ Peralatan Proteksi Penyulang

Rele arus lebih dan rele gangguan tanah	:	MICOM P 122
Perbandingan Transformator arus (CT)	:	400/5

### ➤ Jaringan

Penghantar	:	AAAC dan XLPE.
------------	---	----------------

Tabel 3.3 Data penghantar penyulang Kebon Kopi

AAAC	Panjang (m)
3x240	390
3x150	4967
3x70	5352
3x35	694
XLPE 3x240	390

### ➤ Transformator distribusi di penyulang Leuwi Gajah

Tabel 3.4 Data transformator tiang di penyulang Kebon Kopi (20)

Trafo	Kapasitas (KVA)	Arus Nominal (A)
SNI	400	11,54
CTE	315	9,09
LWE	315	9,09
RCE	400	11,54
DGM	200	5,77
RAR	250	7,22
RCA	160	4,62
TGL	100	2,89
ECD	200	5,77
FLS	200	5,77
MLG	160	4,62
BIG	200	5,77
BAM	250	7,22
MID	630	18,18
KRD	250	7,22
HRS	400	11,54
MGN	250	7,22
BDW	200	5,77
GMP	250	7,22
PGA	250	7,22
<b>Total</b>	<b>5380</b>	<b>155,3</b>

### 3.5 Keadaan Sistem Proteksi Penyulang

Peralatan proteksi pada kedua penyulang adalah PMT yang digerakan oleh rele arus lebih dan rele gangguan tanah, pelebur proteksi cabang, dan PBO. Kemampuan pemutusan dari PMT and PBO dari kedua penyulang ini adalah sama yaitu 12.5 kA sedangkan kapasitas pemutusan dari pelebur pada kedua penyulang ini juga sama yaitu 12 kA. Semua pelebur cabang yang digunakan pada kedua penyulang ini memiliki arus pengenal yang sama yaitu pelebur 100 K. Pengaturan pengaturan kerja rele arus lebih dilakukan pada pengaturan minimum. Pengaturan

kerja PBO kurang diperhatikan karena. Hal ini ditandai dengan tidak adanya data pengaturan kerja PBO.

### **3.6 Setting FCO untuk Proteksi Trafo**

Saluran yang akan diproteksi adalah saluran udara. Berdasarkan ketentuan untuk SUTM dan pengamanan sisi primer trafo distribusi pasangan luar digunakan pelebur (FCO). Pelebur yang digunakan adalah jenis letupan. Kelas pelebur trafo jenis letupan yang digunakan adalah kelas T yaitu pelebur dengan waktu kerja lambat. Alasan pemilihan pelebur kelas T adalah karena pelebur kelas T memiliki batas arus kordinasi mencapai 15.200 A sedangkan pelebur kelas K hanya mencapai 9.200 A. Dapat dilihat pada data arus hubung pendek bahwa arus gangguan hubung pendek yang terjadi pada penyulang 12.210 A.

Penentuan arus pengenal pelebur untuk proteksi trafo dilakukan dengan pertimbangan pengkoordinasian terhadap pelebur pada sisi sekunder trafo. Untuk itu tabel yang digunakan dalam menentukan pelebur pada sisi primer adalah tabel 2.3.

Penentuan pelebur pada cabang harus memperhatikan arus beban maksimum dan waktu kerja pelebur pada sisi hilir pelebur cabang. Untuk mendapatkan selektivitas yang baik pada suatu sistem proteksi, setiap percabangan sebaiknya dipasang pelebur. Namun pemasangan pelebur pada setiap cabang tersebut belum tentu menghasilkan sistem proteksi yang baik secara keseluruhan, terutama dari sisi ekonomis.



Tabel 3.5 Pelebur yang dipasang sebagai proteksi trafo pada penyulang Leuwi Gajah

Trafo	Kapasitas (KVA)	Arus Nominal (A)	Pelebur
RCB	315	9,09	20 T
DUL	250	7,22	16 T
PLI	100	2,89	6,3 T
SHL	315	9,09	20 T
YYX	250	7,22	16 T
SLD	250	7,22	16 T
TJH	100	2,89	6,3 T
GDF	250	7,22	16 T
MJA	100	2,89	6,3 T
KLA	200	5,77	10 T
HSW	250	7,22	16 T
BNC	315	9,09	20 T
LSH	315	9,09	20 T
KYA	160	4,62	10 T
BNO	200	5,77	10 T
KMJ	200	5,77	10 T
RBM	200	5,77	10 T
LTS	315	9,09	20 T

Tabel 3.6 Pelebur yang dipasangi sebagai proteksi trafo pada penyulang Kebon Kopi

Trafo	Kapasitas (KVA)	Arus Nominal (A)	Pelebur
SNI	400	11,54	25 T
CTE	315	9,09	20 T
LWE	315	9,09	20 T
RCE	400	11,54	25 T
DGM	200	5,77	10 T
RAR	250	7,22	16 T
RCA	160	4,62	10 T
TGL	100	2,89	6,3 T
ECD	200	5,77	10 T
FLS	200	5,77	10 T
MLG	160	4,62	10 T
BIG	200	5,77	10 T
BAM	250	7,22	16 T
MID	630	18,18	40 T
KRD	250	7,22	16 T
HRS	400	11,54	25 T
MGN	250	7,22	16 T
BDW	200	5,77	10 T
GMP	250	7,22	16 T
PGA	250	7,22	16 T

### 3.7 GI tanpa PBO dan Saluran dengan PBO

PBO pada umumnya dipasang dengan tujuan memperbaiki indeks keandalan sistem. Pemasangan PBO dilakukan pada saluran sehingga PBO membagi beban pada sisi hilir dan pada sisi hulu PBO menjadi sama besar. Namun biasanya terdapat kesulitan untuk dapat membagi beban sama besar pada

kedua sisi PBO maka PBO dipasang pada tempat yang dianggap membagi beban dengan cukup baik. Pengaturan kerja PBO dapat bervariasi, dua kali kerja cepat dan dua kali kerja lambat atau satu kali kerja cepat dan tiga kali kerja lambat.

PBO dikoordinasikan dengan pelebur cabang yang berada di sisi hilir PBO. Rele arus lebih dikoordinasikan dengan pelebur cabang yang berada diantara rele arus lebih dan PBO. Rele arus lebih juga dikoordinasikan dengan PBO. Untuk meningkatkan selektifitas sistem proteksi PBO juga harus dikoordinasikan dengan pelebur proteksi trafo beban terhubung langsung dengan saluran utama. Pengkoordinasian pelebur proteksi trafo dengan kerja cepat PBO dapat dilakukan dengan mengganti pelebur. Namun bila arus gangguan terlalu besar maka koordinasi tidak lagi dapat dilakukan sehingga dalam hal ini selektivitas harus dikorbankan. Dengan demikian, pelebur proteksi trafo akan bekerja memutus saluran ketika terjadi gangguan temporer atau gangguan permanen.

### **3.8 Penggunaan SSO di Penyulang**

SSO dapat digunakan sebagai pengganti pelebur cabang. Kerja SSO berkaitan dengan PBO yang berada di hulu SSO. Dalam tugas akhir ini, SSO digunakan untuk menggantikan pelebur cabang yang dapat dikoordinasikan dengan peralatan proteksi pada Gardu Induk atau pada saluran. Pelebur cabang yang tidak dapat dikoordinasikan adalah sebagian pada penyulang Kebon kopi.

SSO sebagai pengganti pelebur cabang dipasang dengan sistem perhitungan arus hubung pendek dimana SSO diatur untuk membuka dan mengunci posisi membuka setelah PBO melakukan kerja lambat yang pertama.

Dengan pengaturan ini, pelebur yang berada di sisi hilir SSO mempunyai kesempatan untuk mengatasi gangguan pada zona utamanya yaitu pada selang waktu kerja cepat terakhir dan waktu kerja lambat pertama. Dengan demikian selektivitas sistem proteksi dapat dipertahankan.

### **3.11 Sistem Pemeliharaan Hotline Maintenance**

Untuk menjaga kualitas dan keandalan jaringan distribusi perlu adanya perawatan dan perbaikan yang dilakukan. Adapun metoda-metoda yang digunakan dalam hotline maintenance di Penyulang Leuwi Gajah dan Penyulang Kebon Kopi adalah sebagai berikut:

1. Metode Berjarak (*distance method*)
2. Metode Sentuhan (*contact method*)
3. Metode potensial (*potensial method*)

Pemeliharaan peralatan listrik pada umumnya bertujuan untuk memungkinkan penyediaan tenaga listrik kepada para pelanggan dengan mutu baik serta keandalan (*reliability*) yang tinggi, dan mempertahankan kondisi peralatan selama mungkin.

Dalam pelaksanaan pemeliharaan dan perbaikan terutama saat Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) di APD Bandung, dibedakan menjadi dua kelompok / regu yaitu:

1. Regu PDKB dengan menggunakan metode berjarak.

Dengan regu ini dapat diperoleh keuntungan dan kerugian sebagai berikut:

- a. Metoda berjarak merupakan dasar PDKB

- b. Metoda berjarak cocok untuk dipakai untuk daerah yang tidak dapat dimasuki mobil / kendaraan.
  - c. Metoda berjarak membutuhkan waktu relatif lama
  - d. Metoda berjarak sulit dilaksanakan di daerah perkotaan atau padat penduduk karena dapat mengganggu lalu lintas.
  - e. Metoda berjarak tidak dapat diterapkan untuk pekerjaan di tengah gawang (perbaikan konduktor yang rusak).
2. Regu PDKB menggunakan tiga metode

Regu ini menggunakan elevator berisolasi sebagai sarana pendukungnya.

Dengan menggunakan gabungan tiga metode ini maka akan diperoleh :

- a. Pelaksanaan pekerjaan tidak terlalu mengganggu lalu lintas.
- b. Dapat mengerjakan pekerjaan perbaikan kerusakan konduktor di tengah gawang.
- c. Pada saat bekerja tidak terlalu mengganggu lalu lintas
- d. Semua pekerjaan PDKB dapat dilaksanakan dengan menggunakan kombinasi tiga metode.

Dengan pemeliharaan dan perbaikan yang tepat dapat memberikan rasa puas kepada pelanggan baik dari segi mutu yang baik dan keandalan yang tinggi sehingga tidak terjadi pemadaman yang dapat merugikan pelanggan baik materil dan imateril.

