

Studi Penggunaan Relai Diferensial Sebagai Sistem Proteksi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru

Muh. Yusuf Yunus^{1*}, Remigius Tandioga², Ayu Fitriah Sapruddin³, M. Siddiq Dwi Putra⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*yusuf_yunus@poliupg.ac.id

Abstract: *This study aims to get an overview of the working system of the differential relay at the Barru Steam Power Plant (PLTU) and to get an overview of the correct slope setting for the differential relay at the Barru Steam Power Plant (PLTU) system. Because the differential relay is the main protection for the transformer, therefore the authors conducted a study on the use of differential relays as a transformer protection system so that the relay settings remain in normal conditions without interruption. The results of this study indicate that the working system of the differential relay at the Barru Steam Power Plant (PLTU) is based on the magnitude of the fault current outside the zone. If it is based on the nominal value, the large current that passes through the secondary of the transformer will damage the equipment and the correct slope setting for the differential relay so that under normal circumstances the Barru Steam Power Plant (PLTU) protection system corresponds to the magnitude of the fault current outside the zone, namely $k = 0.533$ to $k = 2$.*

Keywords: *differential relay, transformer, settings*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sistem kerja relai diferensial pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru serta untuk mendapatkan gambaran settingan slope yang tepat untuk relai diferensial pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru. Karena relai diferensial merupakan proteksi utama pada transformator maka dari itu penulis melakukan studi penggunaan relai diferensial sebagai sistem proteksi transformator agar settingan relai tersebut tetap dalam keadaan normal tanpa gangguan. Hasil penelitian ini menunjukkan sistem kerja relai diferensial pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru yaitu berdasarkan pada besaran arus gangguan di luar zona. Apabila berdasarkan pada besaran nominal maka arus besar yang melewati sekunder transformator akan merusak peralatan serta setting slope yang tepat untuk relai diferensial agar dalam keadaan normal pada sistem proteksi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru sesuai pada besaran arus gangguan di luar zona yaitu sebesar $k = 0,533$ sampai $k = 2$.

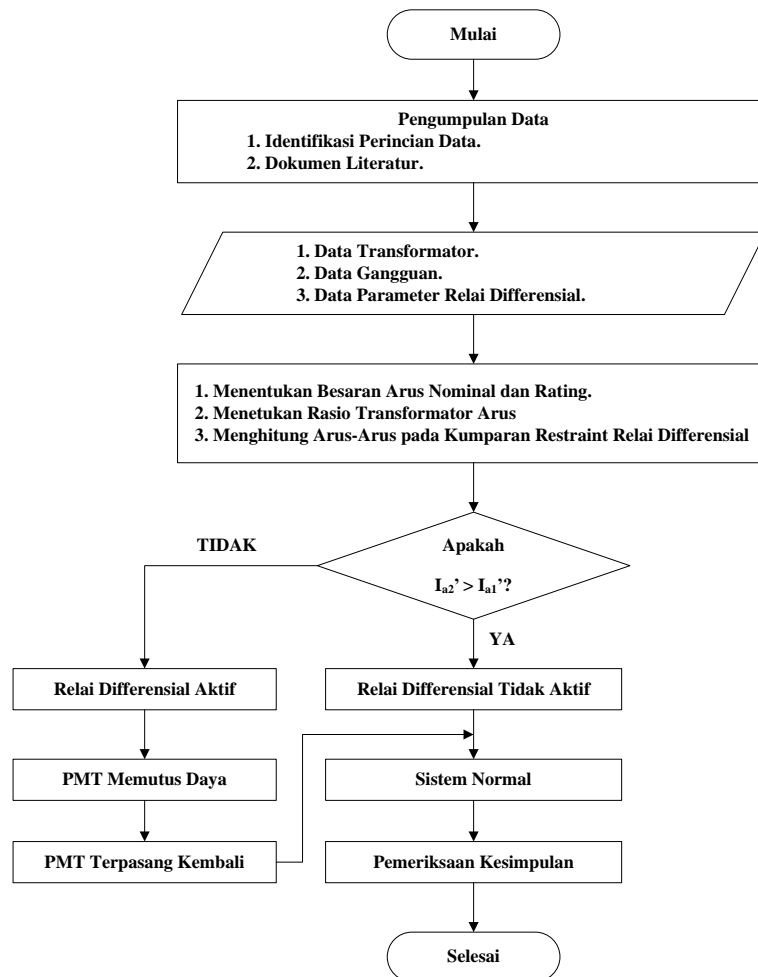
Kata kunci : relai diferensial, transformator, setting

I. PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan merupakan elemen yang penting untuk menunjang proses produksi pada industri. PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan Bali (UPJP) Sub Unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru 2 x 50 MW yang merupakan anak perusahaan dari PT.PLN (Persero) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang menyediakan sebagian besar energi listrik pada sistem interkoneksi Sulawesi Selatan, Barat, dan Tenggara [3]. Sistem proteksi adalah sebuah sistem pengaman terhadap peralatan listrik yang diakibatkan oleh gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab lainnya [1], [2]. Relai adalah satu dari banyaknya alat proteksi yang terpasang pada peralatan listrik mulai dari penggunaan yang besar seperti transmisi dan gardu induk hingga penggunaan kecil yang meliputi generator, transformator, jaringan dan busbar. Fungsi utama relai yaitu mengamankan peralatan dari gangguan yang terjadi dengan memberikan tanda (alarm) saat sudah merasakan adanya gangguan kemudian memerintahkan PMT (Sakelar Pemutus Tenaga) untuk pemutus [4],[5]. Pada transformator terpasang relai untuk mengamankan transformator dari adanya kemungkinan gangguan yang akan terjadi. Relai yang dipasang pada transformator ada beberapa tetapi yang akan diteliti lebih fokus pada relai diferensial. Kajian dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang sistem kerja relai diferensial serta setting slope yang tepat untuk relai diferensial agar dalam keadaan normal pada sistem proteksi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru relai tidak bekerja.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian “Studi Penggunaan Relai Diferensial sebagai Sistem Relai Proteksi Transformator pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru” dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2016, di perusahaan PT. Indonesia Power Sub Unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap Barru (PLTU) Barru.



Gambar 1. Flowchart prosedur penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Peralatan yang diproteksi adalah transformator tiga fasa yang terdapat pada unit 1 dan unit 2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru. Berikut adalah name plate yang terdapat pada transformator tiga fasa unit 1 dan unit 2, dan keduanya memiliki spesifik name plate yang sama.

Name plate transformator unit 1 dan unit 2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Barru:

Merek	= P.T. Kota Chongqing
Tahun Pembuatan	= 2009
Kapasitas (S)	= 63 MVA
Vektor Group	= YN d11
Tegangan Nominal	= 10,5 / 158 kV
Arus Nominal	= 230,21 / 2000 A

Freq	= 50 HZ
Phase	= 3
Pendingin	= ONAF/ONAN
Kelas Isolasi	= Kelas A

Data Pengamatan Relai Proteksi**Relai Diferensial**

Merk	= WBH-812
Tipe	= WBH-812/R2
I_n	= 5A

B. Pembahasan**1. Menentukan Besaran-Besaran Arus Nominal dan Besaran Rating pada Transformator**

Dengan menggunakan data *real* transformator dalam operasi normal maka dapat dihitung nilai arus arus primer dan sekunder sesuai pada persamaan (1).

Dari data transformator yang ada, diketahui daya semu $S = 63$ MVA, tegangan sisi primer transformator $V_p = 10,5$ kV (LL) dan tegangan sisi sekunder transformator $V_s = 158$ kV (LL) .
maka :

Arus pada sisi 10,5 kV

$$I_{pn} = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} = \frac{63 \times 10^6}{10,5 \times 10^3 \times \sqrt{3}} = 3464,102 \text{ A}$$

Dari persamaan (2) didapatkan :

$$I_{p(rating)} = 110 \% \times I_{pn} = 110 \% \times 3464,1 = 3810,51 \text{ A}$$

Arus pada sisi 158 kV

$$I_{sn} = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} = \frac{63 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 158 \times 10^3} = 230,21 \text{ A}$$

Dari persamaan (2) didapatkan :

$$I_{s(rating)} = 110 \% \times I_{sn} = 110 \% \times 230,21 = 253,231 \text{ A}$$

2. Menghitung Arus di Sisi Primer Transformator Berdasarkan Arus di Sisi Sekunder yang telah diketahui.

Sebagai contoh dari data pertama Tabel 1 untuk tanggal 4 Maret 2016 karena hanya diketahui arus sisi sekunder $I_s = 144,84$ A dan tegangan sisi sekunder $V_s = 149,82$ A transformator dayanya maka dihitung arus di sisi primer.

$$\begin{aligned} I_p &= \frac{V_{sn}}{V_{pn}} \times I_s \\ &= \frac{158}{10,5} \times 144,84 \\ &= 2179,497 \text{ A} \end{aligned}$$

Untuk tegangan di sisi primer :

$$\begin{aligned} V_p &= \frac{V_s}{V_{sn}} \times V_{pn} \\ &= \frac{149,82}{158} \times 10,5 \\ &= 9,96 \text{ kV} \end{aligned}$$

Arus di sisi primer dapat pula dihitung dengan cara terlebih dahulu menghitung nilai daya semu menggunakan persamaan faktor daya :

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \text{ atau } S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{3} \times V_s \times I_s$$

$$= \sqrt{3} \times 149,82 \times 144,82$$

$$= 37585,38 \text{ MVA}$$

atau

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = 1000 \times \sqrt{(38,72)^2 + (0,43)^2}$$

$$= 38722,39 \text{ MVA}$$

maka nilai arus di sisi primer adalah :

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_p}$$

$$= \frac{37585,38}{\sqrt{3} \times 9,96}$$

$$= 2179,50 \text{ A}$$

atau

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_p}$$

$$= \frac{38722,39}{\sqrt{3} \times 9,96}$$

$$= 2245,43 \text{ A}$$

Setelah melakukan perhitungan arus pada sisi primer transformator maka hasil data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Arus Di Sisi Primer Pada Transformator 1 ($V_{pn}=10,5 \text{ kV}$ dan $V_{sn}= 158 \text{ kV}$)

Hari ke-1 : 4 Maret 2016

Pukul	Sekunder Transformator				S (kVA)		V_p (kV)	Arus Primer	
	V_s (kV)	I_s (A)	P (MW)	Q (MVar)	$S=\sqrt{3} \times V \times I$	$S=\sqrt{(P^2 + Q^2)}$		I_p (A)	I_p (A)
00.30	149,82	144,84	38,72	0,43	37585,38	38722,39	9,956392	2179,497	2245,43
01.00	150,14	140,16	37,59	0,61	36448,62	37594,95	9,977658	2109,074	2175,406
01.30	150,15	123,48	33,18	0,5	32113,13	33183,77	9,978323	1858,08	1920,028
02.00	150,27	108,4	29,36	0,2	28213,84	29360,68	9,986297	1631,162	1697,466
02.30	150,15	95,88	25,97	0,85	24935,27	25983,91	9,978323	1442,766	1503,441
03.00	150,7	91,2	24,89	0,07	23805,03	24890,1	10,01487	1372,343	1434,896
03.30	150,15	94,32	25,79	0,16	24529,56	25790,5	9,978323	1419,291	1492,25
04.00	150,7	91,2	24,89	0,07	23805,03	24890,1	10,01487	1372,343	1434,896
04.30	150,79	95,31	25,21	0,07	24892,68	25210,1	10,02085	1434,189	1452,477
05.00	150,59	96,2	28,07	0,43	25091,8	28073,29	10,00756	1447,581	1619,587
05.30	150,25	81,24	22,17	0,85	21141,95	22186,29	9,984968	1222,469	1282,854
06.00	150,29	95,88	25,97	0,9	24958,51	25985,59	9,987627	1442,766	1502,137
06.30	150,23	101,64	27,23	1,01	26447,34	27248,72	9,983639	1529,44	1575,784
07.00	150,47	97,2	26,4	0,52	25332,43	26405,12	9,999589	1462,629	1524,563
07.30	149,73	96,84	26	2,02	25114,48	26078,35	9,950411	1457,211	1513,138
08.00	149,47	95,88	25,84	1,55	24822,34	25886,45	9,933133	1442,766	1504,616
08.30	148,71	95,52	25,19	3,81	24603,4	25476,5	9,882627	1437,349	1488,356
09.00	148,32	96,34	25,24	4,34	24749,53	25610,41	9,856709	1449,688	1500,113
09.30	148,2	94,32	24,56	4,88	24210,99	25040,13	9,848734	1419,291	1467,897

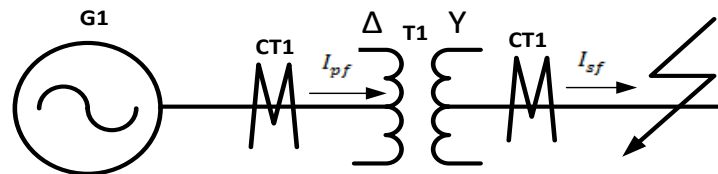
Tabel 1. Hasil perhitungan arus di sisi primer pada transformator 1 ($V_{pn}=10,5$ kV dan $V_{sn}= 158$ kV) Hari ke-1 : 4 Maret 2016

Pukul	Sekunder Transformator				S (kVA)		V_p (kV)	Arus Primer	
	V_s (kV)	I_s (A)	P (MW)	Q (MVar)	$S=\sqrt{3} \times V \times I$	$S=\sqrt{(P^2 + Q^2)}$		I_p (A)	I_p (A)
00.30	149,82	144,84	38,72	0,43	37585,38	38722,39	9,956392	2179,497	2245,43
01.00	150,14	140,16	37,59	0,61	36448,62	37594,95	9,977658	2109,074	2175,406
01.30	150,15	123,48	33,18	0,5	32113,13	33183,77	9,978323	1858,08	1920,028
02.00	150,27	108,4	29,36	0,2	28213,84	29360,68	9,986297	1631,162	1697,466
02.30	150,15	95,88	25,97	0,85	24935,27	25983,91	9,978323	1442,766	1503,441
03.00	150,7	91,2	24,89	0,07	23805,03	24890,1	10,01487	1372,343	1434,896
03.30	150,15	94,32	25,79	0,16	24529,56	25790,5	9,978323	1419,291	1492,25
04.00	150,7	91,2	24,89	0,07	23805,03	24890,1	10,01487	1372,343	1434,896
04.30	150,79	95,31	25,21	0,07	24892,68	25210,1	10,02085	1434,189	1452,477
05.00	150,59	96,2	28,07	0,43	25091,8	28073,29	10,00756	1447,581	1619,587
05.30	150,25	81,24	22,17	0,85	21141,95	22186,29	9,984968	1222,469	1282,854
06.00	150,29	95,88	25,97	0,9	24958,51	25985,59	9,987627	1442,766	1502,137
06.30	150,23	101,64	27,23	1,01	26447,34	27248,72	9,983639	1529,44	1575,784
07.00	150,47	97,2	26,4	0,52	25332,43	26405,12	9,999589	1462,629	1524,563
07.30	149,73	96,84	26	2,02	25114,48	26078,35	9,950411	1457,211	1513,138
08.00	149,47	95,88	25,84	1,55	24822,34	25886,45	9,933133	1442,766	1504,616
08.30	148,71	95,52	25,19	3,81	24603,4	25476,5	9,882627	1437,349	1488,356
09.00	148,32	96,34	25,24	4,34	24749,53	25610,41	9,856709	1449,688	1500,113
09.30	148,2	94,32	24,56	4,88	24210,99	25040,13	9,848734	1419,291	1467,897

3. Menentukan Rasio Transformator Arus Berdasarkan Besaran Arus Gangguan di Luar Zona

Untuk menentukan rasio transformator arus terlebih dahulu dihitung besaran arus gangguan di luar zona. Lokasi gangguan dianggap di luar zona proteksi di sisi *outgoing* transformator, agar dapat dihitung arus gangguan yang melalui belitan primer transformator arus 2 (CT2).

Jika diketahui :



Gambar 2. Single line diagram transformator unit 1

Jika diketahui daya semu pada generartor $S_g = 71$ MVA , dengan reaktansi generator $X_g = 0,1637$ pu , dan daya semu pada transformator $S_t = 63$ MVA , dengan reaktansi transformator $X_t = 0,12$ pu, dan tegangan sisi primer pada transformator $V_p = 10,5$ kV

Akan dihitung besar arus gangguan di sisi primer transformator T1 (I_{pf}) :

$$I_{base} = \frac{S_g}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{71 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 10,5 \times 10^3} = 3903,98 \text{ A}$$

Nilai arus gangguan hubung singkat dalam satuan per unit yaitu :

$$I_f(pu) = \frac{S_t}{X_g \cdot S_t + X_t \cdot S_g} = \frac{63 \times 10^6}{0,1637 \cdot 63 \times 10^6 + 0,12 \cdot 71 \times 10^6} = 3,3452 \text{ pu}$$

Maka nilai arus gangguan hubung singkat secara keseluruhan :

$$I_{pf} = I_f = I_{f(pu)} \cdot I_{base} = 3,3452 \times 3903,98 = 13059,5 \text{ A}$$

Setelah I_{pf} dan I_{sf} dihitung maka dapat dipilih rasio transformator arus yang tepat, sesuai atau sedekat mungkin .

Dari nilai $I_{pf} = 13059,5 \text{ A}$

- Pilih $n_1 = \frac{15000}{5} =$ rasio transformator arus 1.

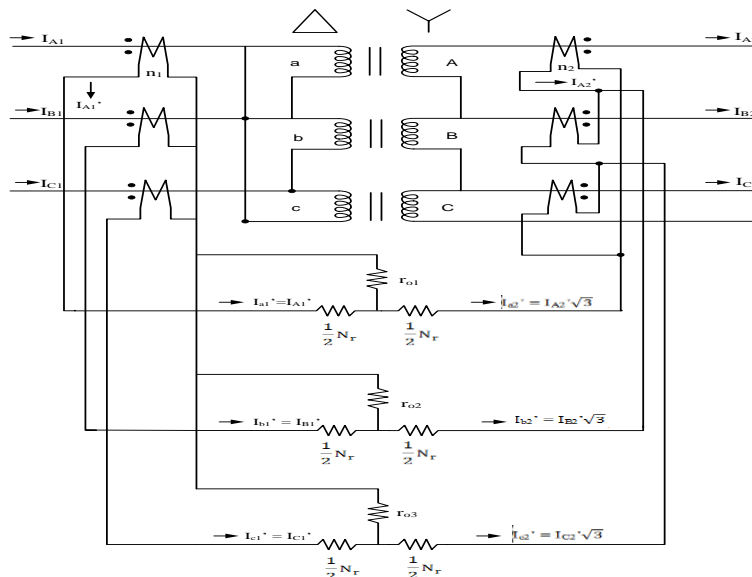
Sekunder dari transformator-transformator arus pada sisi 10,5 kV harus terhubung Y.

Dari nilai $I_{sf} = 867,84 \text{ A}$

- Pilih $n_2 = \frac{1000}{5} =$ rasio transformator arus 2.

Sekunder dari transformator-transformator arus pada sisi 158 kV harus terhubung Δ .

4. Perhitungan Arus-arus pada Kumparan Restraint Relai Diferensial



Gambar 3. Ilustrasi transformator dengan proteksi relai diferensial

a. Arus Kumparan Restraint Berdasarkan Besaran Arus Gangguan di Luar Zona.

Misalkan I_{a1}' , I_{a2}' adalah arus-arus yang lewat pada kumparan restraint maka pada :
Sisi tegangan rendah, terhubung Y :

$$I_{a1}' = I_{A1}' = \frac{I_{pf}/n_1}{I_n} = \frac{13059,5/3000}{5} = 0,8706 \text{ A}$$

Sisi tegangan tinggi, terhubung Δ

$$I_{a2}' = \sqrt{3} I_{A2}' = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{sf}/n_2}{I_n} = \frac{\sqrt{3} \cdot 867,84/200}{5} = 1,503 \text{ A}$$

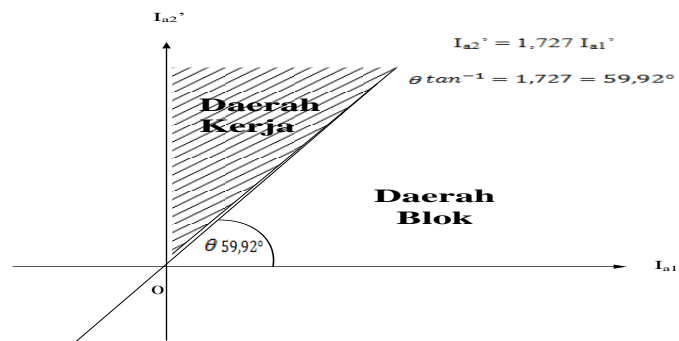
b. Menentukan Slope Relai Berdasarkan Arus-arus Kumparan Restraint Berdasarkan Besaran Arus Gangguan di Luar Zona

Nilai batas untuk k dapat ditentukan dengan menerapkan persamaan (50) :

$$k = \frac{|I_{a1}' - I_{a2}'|}{\frac{1}{2}(I_{a1}' + I_{a2}')} = \frac{|0,8706 - 1,503|}{0,5(0,8706 + 1,503)} = 0,533$$

Grafik dari I_{a2}' sebagai fungsi dari I_{a1}' dapat dilihat berdasarkan persamaan (40) yang dalam hal ini :

$$I_{a2}' = \frac{2+k}{2-k} \times I_{a1}' = \frac{2 + 0,533}{2 - 0,533} \times I_{a1}' = 1,727 I_{a1}'$$



Gambar 4. Grafik hubungan dari I_{a2}' sebagai fungsi dari I_{a1}' berdasarkan besaran arus gangguan di luar zona transformator.

Sebagai contoh dari data pertama Tabel 1 untuk tanggal 4 Maret 2016 karena hanya diketahui arus sekunder transformator dayanya maka terlebih dahulu dihitung arus di sisi primer.

$$\begin{aligned} I_s &= 144,84 \text{ A} \\ I_p &= \frac{V_s}{V_p} \times I_s \\ &= \frac{158}{10,5} \times 144,84 \\ &= 2179,497 \end{aligned}$$

Karena dipilih $n_1 = 3000$ dan $n_2 = 200$ dan dari data relai proteksi diketahui $I_n = 5 \text{ A}$, jadi setiap arus melewati sekunder transformator arus dibagi 5 maka :

$$\begin{aligned} I_{a1}' - act &= I_{A1}' = \frac{I_p/n_1}{I_n} \\ &= \frac{2179,497/3000}{5} \\ &= 0,14530 \\ I_{a2}' - act &= \sqrt{3} \times I_{A2}' = \frac{\sqrt{3} \cdot I_s/n_2}{I_n} \\ &= \frac{\sqrt{3} \cdot 144,84/200}{5} \\ &= 0,25087 \text{ A} \end{aligned}$$

Secara teoritis dapat dihitung :

$$I_{a2}'_{-th} = 1,727 \times I_{a1}'_{-act}$$

$$= 1,727 \times 0,14530$$

$$= 0,25093 \text{ A}$$

Karena $I_{a2}'_{-act} < I_{a2}'_{-th}$ maka relai tidak akan bekerja karena berada dalam daerah blok pada Gambar 25. Hasil-hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan bekerja tidaknya relai pada rasio transformator arus yang ditentukan berdasarkan besaran arus gangguan di luar zona transformator 1 ($n_1 = 3000, n_2 = 200$) untuk

$$V_p = 10,5 \text{ kV}; V_s = 158 \text{ kV}; S = 63 \text{ MVA}; k = \frac{2(n_1 V_p \sqrt{3} - n_2 V_s)}{(n_1 V_p \sqrt{3} + n_2 V_s)}; I_{a2}'_{-th} = \frac{I_{a1}'_{-act}(2+k)}{2-k};$$

$$I_{a1}'_{-act} = \frac{I_p/n_1}{I_n}; I_{a2}'_{-act} = \frac{\sqrt{3} I_s/n_2}{I_n}; I_p = \frac{V_s}{V_p} I_s$$

Hari ke-1 : 4 Maret 2016

No.	I_s (A)	I_p (A)	$I_{a1}'_{-act}$ (A)	$I_{a2}'_{-act}$ (A)	$I_{a2}'_{-th}$ (A)	Unjuk Kerja Relai
1	144,84	2179,497	0,14530	0,25087	0,25093	Tidak Bekerja
2	140,16	2109,074	0,14060	0,24276	0,24282	Tidak Bekerja
3	123,48	1858,080	0,12387	0,21387	0,21393	Tidak Bekerja
4	108,4	1631,162	0,10874	0,18775	0,18780	Tidak Bekerja
5	95,88	1442,766	0,09618	0,16607	0,16611	Tidak Bekerja
6	91,2	1372,343	0,09149	0,15796	0,15800	Tidak Bekerja
7	94,32	1419,291	0,09462	0,16337	0,16341	Tidak Bekerja
8	91,2	1372,343	0,09149	0,15796	0,15800	Tidak Bekerja
9	95,31	1434,189	0,09561	0,16508	0,16512	Tidak Bekerja
10	96,2	1447,581	0,09651	0,16662	0,16666	Tidak Bekerja
11	81,24	1222,469	0,08150	0,14071	0,14075	Tidak Bekerja
12	95,88	1442,766	0,09618	0,16607	0,16611	Tidak Bekerja
13	101,64	1529,440	0,10196	0,17605	0,17609	Tidak Bekerja
14	97,2	1462,629	0,09751	0,16836	0,16840	Tidak Bekerja
15	96,84	1457,211	0,09715	0,16773	0,16777	Tidak Bekerja
16	95,88	1442,766	0,09618	0,16607	0,16611	Tidak Bekerja
17	95,52	1437,349	0,09582	0,16545	0,16549	Tidak Bekerja
18	96,34	1449,688	0,09665	0,16687	0,16691	Tidak Bekerja
19	94,32	1419,291	0,09462	0,16337	0,16341	Tidak Bekerja

Dari Tabel 2 Menunjukkan tidak bekerjanya relai pada rasio yang ditentukan ($n_1 = 3000, n_2 = 200$) berdasarkan besaran arus gangguan di luar zona transformator, terlihat dari Tabel 2 $I_{a2}'_{-act}$ (arus aktual) lebih kecil dari pada $I_{a2}'_{-th}$ (arus teoritis) maka relai tersebut tidak bekerja. Hasil penentuan bekerja tidaknya relai ini menunjukkan bahwa relai tidak bekerja jika nilai $I_{a2}'_{-th}$ (arus teoritis) berada di bawah nilai $I_{a2}'_{-act}$ (arus aktual). Setiap arus I_{a1}' dan $I_{a2}'_{-act}$ yang melewati sekunder transformator arus akan di bagi 5 agar arus yang terbaca kecil dan tidak merusak peralatan. Jadi, Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru menggunakan rasio transformator arus yang mendekati nilai besaran arus gangguan di luar zona.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dijelaskan pada bagian ini

1. Sistem kerja relai diferensial pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru yaitu berdasarkan pada besaran arus gangguan di luar zona. Apabila berdasarkan pada besaran nominal maka arus besar yang melewati sekunder transformator akan merusak peralatan.
2. Setting slope yang tepat untuk relai diferensial agar dalam keadaan normal pada sistem proteksi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru sesuai pada besaran arus gangguan di luar zona yaitu sebesar $k = 0,533$ sampai $k = 2$.

6. SARAN

1. Dengan melihat penggunaan relai diferensial pada transformator Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru maka diharapkan pihak-pihak dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru lebih memperhatikan sistem proteksi pada transformator agar ketika terjadi gangguan mudah di deteksi letak gangguannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bien Ek dan Dita Helna. "Studi Penyetelan Relai Diferensial pada Transformator PT. Chevron Pasific Indonesia". Teknik Elektro Universitas Trisakti, 2007.
- [2] Glover, J. dan M. Sarma. Power System Analysis and Design. 2nd edition Boston : PWS Publishing Company, 1994.
- [3] Kadir Abdul. "Transmisi Tenaga Listrik". Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press), 1998.
- [4] Pamungkas Puja. "Materi Relai Diferensial" (online) <http://dokumen.tips/documents/materi-relai-diferensial.html#> (diakses 20 Agustus 2016), 2015.
- [5] Suryawinata Handi. "Transformator AC 3 Fasa" (online) <http://handiavolo.blogspot.com/2013/10/transformator-ac-3-fasa.html> (diakses 21 maret 2016), 2013.