

ANALISA PEMASANGAN RELAI *OVER LOAD SHEEDING* (OLS) PADA TRANSFORMATOR DAYA

SUBIANTO¹, CHOIRUL RIZAL², M. FIRDAUS³

subiantodaeny07@gmail.com¹

choirulrizal1962@gmail.com²

Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang^{1&2}
*Alumni Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang*³

ABSTRAK

Relai *Over Loadshedding* (OLS) merupakan proteksi yang dipasang pada *incoming* 20 KV pada Trafo daya, yang bekerja apabila beban trafo sudah mencapai *setting* maksimal dengan memutuskan beban per penyulang yang dianggap kurang penting secara bertahap sebagai pencegahan dini sebelum trafo daya tersebut mati total akibat beban yang melebihi kapasitasnya. Oleh karena itu dengan pemasangan *Over Load Shedding* (OLS) pada Trafo Daya 1 30 MVA di GI Lahat diharapkan dapat menjaga keandalan peralatan sistem tenaga listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara kerja relai *Over Load Shedding* (OLS) pada TD 1 #30 MVA di GI Lahat dalam mengatasi terjadinya beban lebih, i koordinasi relai *Over Load Shedding* (OLS) dengan Relai Arus Lebih (OCR), dan dapat menjaga keandalan peralatan sistem tenaga listrik. Dengan mengamati cara kerja *Over Load Shedding* (OLS) dan koordinasi dengan relai arus lebih (OCR) hasil yang diharapkan dalam penelitian dapat dicapai. Pada proses pelepasan beban perlu direncanakan sebelumnya beban-beban yang akan dilepas, dengan urutan prioritas. Prioritas utama yaitu beban-beban yang kurang penting karena beban-beban penting perlu mendapat pelayanan listrik secara kontinue. Untuk OCR *incoming* 20 KV didapat perbedaan *setting* primer rele, pada perhitungan $I_{set (primer)}$ sebesar 909,3 A sedangkan *setting* PLN $I_{set (primer)}$ adalah sebesar 1000 A. Perbedaan nilai tms, tms pada hitungan adalah 0,29 sedangkan tms set pln sebesar 0,25. Sebaiknya arus *setting* perhitungan yang dipakai sebesar 909,3 A, karena beban maksimum trafo hanya mampu 866A. Untuk *Incoming* 20 KV, waktu kerja rele pada gangguan terbesar 15 KA yaitu $t_{set incoming}$ adalah 0,7 detik, tms yang digunakan *setting* perhitungan sebesar 0,29 dengan menggunakan nilai tms tersebut, maka akan mendapatkan waktu kerja pada saat gangguan maksimum sebesar 0,7 detik.

Kata Kunci : *Over Load Shedding, Over Curren Relay, Incoming, setting.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang^[1]

Seiring berjalannya waktu, pembebanan pada Trafo Daya 1 30 MVA di GI Lahat terus mengalami kenaikan, kemungkinan Trafo Daya 1 30 MVA ini akan memiliki beban penuh atau melebihi kapasitasnya. Beban penuh pada trafo daya dapat memperpendek umur trafo dan unjuk kerja trafo akan menurun. Untuk mengantisipasi hal tersebut salah satunya diperlukan proteksi beban lebih untuk trafo yaitu Relai *Over Load shedding* (OLS).

1.2. Tujuan Penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. cara kerja Relai *Over Load Shedding* (OLS) pada TD 1 # 30 MVA di GI Lahat dalam mengatasi terjadinya beban lebih.

2. koordinasi Relai *Over Load Shedding* (OLS) dengan Relai Arus Lebih (OCR).

1.3. Manfaat Penelitian.

Penelitian ini dapat menjadi masukan dan koreksi khususnya pada GI Lahat, dan dapat menjaga keandalan peralatan sistem tenaga listrik.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada Trafo 30 MVA 1 di GI Lahat tidak terpasangnya relai OLS, hanya terpasang relai OCR / arus lebih. karena OCR untuk mengatasi arus lebih akibat hubung singkat, maka untuk mengantisipasi beban lebih pada trafo daya ditambahkan relai *Over Load Shedding* (OLS) atau strategi pelepasan beban feeder.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Proteksi^{[1], [3], [4]}

Sistem proteksi bertujuan untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar. Sistem proteksi terdiri dari Relai Proteksi, Trafo Arus (CT) dan atau Trafo Tegangan (PT/CVT), PMT, Catu daya yang terintegrasi dalam suatu rangkaian. Untuk efektifitas dan efisiensi, maka setiap peralatan proteksi yang dipasang harus disesuaikan dengan kebutuhan dan ancaman ketahanan peralatan yang dilindungi sebagai jaminan pengaman.

Berdasarkan daerah pengamanannya sistem proteksi dibedakan menjadi :

- Proteksi pada Generator
- Proteksi pada Trafo
- Proteksi pada Transmisi
- Proteksi pada Distribusi

Dalam sistem proteksi pembagian tugas dapat diuraikan menjadi :

- a. Proteksi utama, berfungsi untuk mempertinggi keandalan, kecepatan kerja, dan fleksibilitas sistem proteksi dalam melakukan proteksi terhadap sistem tenaga.
- b. Proteksi pengganti, berfungsi jika proteksi utama menghadapi kerusakan untuk mengatasi gangguan yang terjadi.
- c. Proteksi tambahan, berfungsi untuk pemakaian pada waktu tertentu sebagai pembantu proteksi utama pada daerah tertentu yang dibutuhkan.

2.2 Proteksi Transformator Tenaga

Proteksi transformator daya terutama bertugas untuk mencegah kerusakan transformator sebagai akibat adanya gangguan yang terjadi dalam bay transformator, disamping itu diharapkan juga agar pengaman transformator dapat berpartisipasi dalam penyelenggaraan selektifitas sistem, sehingga pengamanan transformator hanya melokalisasi gangguan yang terjadi didalam petak/bay transformator saja.

2.3 Proteksi arus lebih.

Merupakan Over current Relay digunakan sebagai pengaman pada trafo tenaga bila beban pada sisi sekunder mempunyai beban diatas kapasitas arus dari trafo atau berfungsi mengamankan trafo dari gangguan hubung singkat antar fasa didalam maupun diluar daerah pengaman trafo. Juga diharapkan relai ini mempunyai sifat komplementer dengan rele beban lebih. Rele ini berfungsi pula sebagai pengaman cadangan bagi bagian instalasi lainnya.

Relai arus lebih berfungsi sebagai :

- Pengaman gangguan hubung singkat antar fasa maupun fasa ke tanah
- Pengaman beban lebih
- Pengaman utama atau cadangan

Aplikasi pada relai arus lebih digunakan sebagai:

- Pengaman utama jaringan tegangan menengah (Distribusi)
- Pengaman utama untuk trafo tenaga kapasitas kecil, tapi sebagai pengaman cadangan untuk Trafo tenaga kapasitas besar.
- Pengaman untuk generator dengan kapasitas kecil (5MW ke bawah).
- Pengaman utama untuk motor.

2.4. Penyebab terjadinya kegagalan proteksi

Kegagalan atau kelambatan kerja proteksi dapat disebabkan antara lain oleh :

- Relainya telah rusak atau tidak konsisten bekerjanya.
- Setelan (seting) Relainya tidak benar(kurang sensitif atau kurang cepat).
- Baterainya lemah atau kegagalan sistem DC supply sehingga tidak mampu mengetriapkan PMT-nya.
- Hubungan kotak kurang baik pada sirkit tripping atau terputus.
- Kemacetan mekanisme tripping pada PMT-nya karena kotor,karat.
- Kegagalan PMT dalam memutuskan arus gangguan yang bisa disebabkan oleh arus gangguanya terlalu besar melampaui kemampuan pemutusan (*interrupting capability*), atau kemampuan pemutusannya telah menurun, atau karena ada kerusakan.
- Kekurang sempurnaan rangkaian sistem proteksi antara lain adanya hubungan kontak yang kurang baik.
- Kegagalan saluran komunikasi teleproteksi.
- Trafo arus terlalu jenuh.

2.5. Upaya mengatasi gangguan

Dalam sistem tenaga listrik, upaya untuk mengatasi gangguan dapat dilakukan dengan cara :

A. Mengurangi terjadinya gangguan

- Memakai peralatan yang memenuhi peralatan standar.
- Penentuan spesifikasi yang tahan terhadap kondisi kerja normal/ gangguan.
- Penggunaan kawat tanah pada saluran udara dan tahanan kakitang yang rendah pada SUTT/ SUTET.
- Penebangan pohon-pohon yang dekat dengan saluran.

B. Mengurangi akibat gangguan

- Mengurangi besarnya arus gangguan, dapat dilakukan dengan menghindari konsentrasi pembangkit di satu lokasi dan menggunakan tahanan pentanahan netral.
- Penggunaan Lightning arrester dan koordinasi isolasi.
- Melepaskan bagian terganggu : PMT dan Rele
- Pola Load shedding
- Mempersempit daerah pemadaman
 - Penggunaan jenis rele yang tepat dan koordinasi rele
 - Penggunaan saluran double
 - Penggunaan sistem loop
 - Penggunaan Automatic Reclosing/ Sectionalize

3. METODE PENELITIAN

3.1. Pengertian Load Shedding ^[2]

Untuk menjamin keandalan dari suatu sistem tenaga listrik diperlukan suatu proteksi yang baik terhadap gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik tersebut. Salah satu Gangguan pada transformator daya ketika beroperasi yaitu gangguan beban lebih seperti pembebanan feeder yang semakin hari semakin bertambah, pengalihan beban feeder dari gardu hubung distribusi akibat gangguan dan pengalihan beban feeder akibat pemeliharaan trafo daya, Akibatnya beban pada trafo bertambah semakin cepat sehingga beban sistem dapat mencapai harga yang melebihi harga yang

seharusnya. Sehingga untuk mencegah kegagalan total sistem, maka perlu melepas sejumlah beban tertentu dari sistem (pemadaman). Setelah pelepasan sejumlah beban, diharapkan terjadi keseimbangan antara kapasitas trafo dan pembebanan transformator daya pada sistem gardu induk.

Pada proses pelepasan beban perlu direncanakan sebelumnya beban-beban yang akan dilepas, dengan urutan prioritas. Prioritas utama yaitu beban-beban yang kurang penting karena beban-beban penting perlu mendapat pelayanan listrik secara kontinue. Dalam pelaksanaannya pelepasan beban dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1. Pelepasan beban manual (Manual Load Shedding)
2. Pelepasan beban otomatis (Automatic Load Shedding)

3.2. Pelepasan Beban Manual (Manual Load Shedding)

Pelepasan beban secara manual hanya berlaku pada kondisi sistem yang tidak kritis dan dalam hal ini operator harus mengambil inisiatif sendiri untuk melepaskan sebagian beban.

Kekurangan –kekurangan pelepasan beban secara manual adalah sebagai berikut :

- Diperlukan operator yang banyak
- Dapat terjadi pelepasan beban berlebih (overshedding)
- Kelambatan waktu bertindak operator.

Pada kondisi yang kritis dimana arus naik sangat cepat, tindakan pelepasan beban secara manual sulit untuk mengantisipasi kenaikan arus.

3.3. Pelepasan Beban Otomatis (Automatic Load Shedding)

Pelepasan beban secara otomatis direncanakan khusus untuk mengatasi kondisi sistem yang kritis. Alat yang dipakai dalam Tugas Akhir ini adalah jenis Pengaman Arus Lebih yang lebih dikenal dengan Overload Shedding (OLS). Alat ini khusus untuk mengatasi beban lebih dan bekerja akibat kenaikan arus yang melebihi suatu batas tertentu. Batas tertentu tersebut ditentukan sebesar 0,95 dari arus nominal pada incoming feeder. Hal ini dilakukan agar OLS bekerja lebih dahulu daripada pengaman hubung singkat pada saat terjadi gangguan beban lebih. Oleh sebab itu setting OLS harus dikoordinasikan dengan setting OCR yang mengatasi gangguan hubung singkat.

4. ANALISA PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Nilai Impedansi Jaringan Distribusi ^{[5], [6], [7]}

Tabel 4.1 Perhitungan nilai impedansi jaringan distribusi penyulang Virgo

SUTM %	Panjang jaringan (km)				SKTM		A3C 70		A3C 150		Z1F = Z2F	
	SKTM	A3C 70	A3C 150	Σ	R (Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)
	0.23	2.26	41		0.125	0.097	0.4608	0.3572	0.2162	0.3305		
1	0.0023	0.0226	0.4100	0.4349	0.0003	0.0002	0.0104	0.0081	0.0886	0.1355	0.0993	0.1438
10	0.0230	0.2260	4.1000	4.3490	0.0029	0.0022	0.1041	0.0807	0.8864	1.3551	0.9934	1.4380
20	0.0460	0.4520	8.2000	8.6980	0.0058	0.0045	0.2083	0.1615	1.7728	2.7101	1.9869	2.8760
30	0.0690	0.6780	12.3000	13.0470	0.0086	0.0067	0.3124	0.2422	2.6593	4.0652	2.9803	4.3140
40	0.0920	0.9040	16.4000	17.3960	0.0115	0.0089	0.4166	0.3229	3.5457	5.4202	3.9737	5.7520
50	0.1150	1.1300	20.5000	21.7450	0.0144	0.0112	0.5207	0.4036	4.4321	6.7753	4.9672	7.1900
60	0.1380	1.3560	24.6000	26.0940	0.0173	0.0134	0.6248	0.4844	5.3185	8.1303	5.9606	8.6280
70	0.1610	1.5820	28.7000	30.4430	0.0201	0.0156	0.7290	0.5651	6.2049	9.4854	6.9541	10.0661
80	0.1840	1.8080	32.8000	34.7920	0.0230	0.0178	0.8331	0.6458	7.0914	10.8404	7.9475	11.5041
90	0.2070	2.0340	36.9000	39.1410	0.0259	0.0201	0.9373	0.7265	7.9778	12.1955	8.9409	12.9421
100	0.2300	2.2600	41.0000	43.4900	0.0288	0.0223	1.0414	0.8073	8.8642	13.5505	9.9344	14.3801

Tabel 4.2 Perhitungan nilai impedansi jaringan distribusi penyulang Gemini

SUTM %	Panjang jaringan (km)				SKTM		A3C 70		A3C 150		Z1F = Z2F	
	SKTM	A3C 70	A3C 150	Σ	R (Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)
	0.22	13.5	29.8		0.125	0.097	0.4608	0.3572	0.2162	0.3305		
1	0.0022	0.1350	0.2980	0.4352	0.0003	0.0002	0.0622	0.0482	0.0644	0.0985	0.1269	0.1469
10	0.0220	1.3500	2.9800	4.3520	0.0028	0.0021	0.6221	0.4822	0.6443	0.9849	1.2691	1.4692
20	0.0440	2.7000	5.9600	8.7040	0.0055	0.0043	1.2442	0.9644	1.2886	1.9698	2.5382	2.9385
30	0.0660	4.0500	8.9400	13.0560	0.0083	0.0064	1.8662	1.4467	1.9328	2.9547	3.8073	4.4077
40	0.0880	5.4000	11.9200	17.4080	0.0110	0.0085	2.4883	1.9289	2.5771	3.9396	5.0764	5.8770
50	0.1100	6.7500	14.9000	21.7600	0.0138	0.0107	3.1104	2.4111	3.2214	4.9245	6.3455	7.3462
60	0.1320	8.1000	17.8800	26.1120	0.0165	0.0128	3.7325	2.8933	3.8657	5.9093	7.6146	8.8155
70	0.1540	9.4500	20.8600	30.4640	0.0193	0.0149	4.3546	3.3755	4.5099	6.8942	8.8837	10.2847
80	0.1760	10.8000	23.8400	34.8160	0.0220	0.0171	4.9766	3.8578	5.1542	7.8791	10.1528	11.7540
90	0.1980	12.1500	26.8200	39.1680	0.0248	0.0192	5.5987	4.3400	5.7985	8.8640	11.4220	13.2232
100	0.2200	13.5000	29.8000	43.5200	0.0275	0.0213	6.2208	4.8222	6.4428	9.8489	12.6911	14.6924

Tabel 4.3 Perhitungan nilai impedansi jaringan distribusi penyulang Libra.

SUTM %	Panjang jaringan (km)				SKTM		A3C 70		A3C 150		Z1F = Z2F	
	SKTM	A3C 70	A3C 150	Σ	R (Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)	R(Ω)	jX(Ω)
	0.22	5	10.5		0.125	0.097	0.4608	0.3572	0.2162	0.3305		
1	0.0022	0.0500	0.1050	0.1572	0.0003	0.0002	0.0230	0.0179	0.0227	0.0347	0.0460	0.0528
10	0.0220	0.5000	1.0500	1.5720	0.0028	0.0021	0.2304	0.1786	0.2270	0.3470	0.4602	0.5278
20	0.0440	1.0000	2.1000	3.1440	0.0055	0.0043	0.4608	0.3572	0.4540	0.6941	0.9203	1.0555
30	0.0660	1.5000	3.1500	4.7160	0.0083	0.0064	0.6912	0.5358	0.6810	1.0411	1.3805	1.5833
40	0.0880	2.0000	4.2000	6.2880	0.0110	0.0085	0.9216	0.7144	0.9080	1.3881	1.8406	2.1110
50	0.1100	2.5000	5.2500	7.8600	0.0138	0.0107	1.1520	0.8930	1.1351	1.7351	2.3008	2.6388
60	0.1320	3.0000	6.3000	9.4320	0.0165	0.0128	1.3824	1.0716	1.3621	2.0822	2.7610	3.1666
70	0.1540	3.5000	7.3500	11.0040	0.0193	0.0149	1.6128	1.2502	1.5891	2.4292	3.2211	3.6943
80	0.1760	4.0000	8.4000	12.5760	0.0220	0.0171	1.8432	1.4288	1.8161	2.7762	3.6813	4.2221
90	0.1980	4.5000	9.4500	14.1480	0.0248	0.0192	2.0736	1.6074	2.0431	3.1232	4.1414	4.7498
100	0.2200	5.0000	10.5000	15.7200	0.0275	0.0213	2.3040	1.7860	2.2701	3.4703	4.6016	5.2776

4.2. Perhitungan Arus gangguan hubung singkat

Tabel 4.4 Hasil perhitungan Arus hubung singkat pada penyulang Virgo

%	Z1F = Z2F		Z1eq = Z2eq		Z1eq = Z2eq		Arus Hubung Singkat	
	R (Ω)	jX (Ω)	R (Ω)	jX (Ω)	Z (Ω)	\angle°	I3 Fasa (A)	I2 Fasa (A)
1	0.0993	0.1438	0.0993	2.3138	2.3159	87.5415	4985.8989	4317.9151
10	0.9934	1.4380	0.9934	3.6080	3.7423	74.6055	3085.5560	2672.1698
20	1.9869	2.8760	1.9869	5.0460	5.4231	68.5079	2129.2286	1843.9661
30	2.9803	4.3140	2.9803	6.4840	7.1362	65.3147	1618.0974	1401.3135
40	3.9737	5.7520	3.9737	7.9220	8.8628	63.3614	1302.8619	1128.3115
50	4.9672	7.1900	4.9672	9.3600	10.5964	62.0460	1089.7124	943.7187
60	5.9606	8.6280	5.9606	10.7980	12.3340	61.1009	936.1954	810.7690
70	6.9541	10.0661	6.9541	12.2361	14.0741	60.3894	820.4444	710.5257
80	7.9475	11.5041	7.9475	13.6741	15.8159	59.8345	730.0885	632.2752
90	8.9409	12.9421	8.9409	15.1121	17.5589	59.3897	657.6156	569.5119
100	9.9344	14.3801	9.9344	16.5501	19.3028	59.0253	598.2048	518.0605

Tabel 4.5 hasil perhitungan Arus hubung singkat pada penyulang Gemini

%	ZIF = Z2F		Z1eq = Z2eq		Z1eq = Z2eq		Arus Hubung Singkat	
	R (Ω)	jX (Ω)	R (Ω)	jX (Ω)	Z (Ω)	\angle°	I3 Fasa (A)	I2 Fasa (A)
1	0.1269	0.1469	0.1269	2.3169	2.3204	86.8647	4976.3047	4309.6063
10	1.2691	1.4692	1.2691	3.6392	3.8542	70.7749	2995.9670	2594.5836
20	2.5382	2.9385	2.5382	5.1085	5.7043	63.5790	2024.2593	1753.0599
30	3.8073	4.4077	3.8073	6.5777	7.6001	59.9369	1519.3135	1315.7641
40	5.0764	5.8770	5.0764	8.0470	9.5144	57.7543	1213.6340	1051.0379
50	6.3455	7.3462	6.3455	9.5162	11.4378	56.3042	1009.5442	874.2909
60	7.6146	8.8155	7.6146	10.9855	13.3665	55.2720	863.8770	748.1395
70	8.8837	10.2847	8.8837	12.4547	15.2984	54.5004	754.7858	653.6637
80	10.1528	11.7540	10.1528	13.9240	17.2324	53.9018	670.0740	580.3011
90	11.4220	13.2232	11.4220	15.3932	19.1680	53.4241	602.4111	521.7033
100	12.6911	14.6924	12.6911	16.8624	21.1046	53.0340	547.1317	473.8300

Tabel 4.6 Hasil perhitungan arus hubung singkat pada penyulang Libra

%	ZIF = Z2F		Z1eq = Z2eq		Z1eq = Z2eq		Arus Hubung Singkat	
	R (Ω)	jX (Ω)	R (Ω)	jX (Ω)	Z (Ω)	\angle°	I3 Fasa (A)	I2 Fasa (A)
1	0.0460	0.0528	0.0460	2.2228	2.2233	88.8140	5193.7453	4497.9153
10	0.4602	0.5278	0.4602	2.6978	2.7367	80.3201	4219.2823	3654.0056
20	0.9203	1.0555	0.9203	3.2255	3.3542	74.0752	3442.5057	2981.2974
30	1.3805	1.5833	1.3805	3.7533	3.9991	69.8061	2887.3999	2500.5617
40	1.8406	2.1110	1.8406	4.2810	4.6600	66.7346	2477.9196	2145.9413
50	2.3008	2.6388	2.3008	4.8088	5.3309	64.4309	2166.0634	1875.8659
60	2.7610	3.1666	2.7610	5.3366	6.0085	62.6444	1921.7881	1664.3173
70	3.2211	3.6943	3.2211	5.8643	6.6907	61.2211	1725.8231	1494.6067
80	3.6813	4.2221	3.6813	6.3921	7.3763	60.0618	1565.4110	1355.6857
90	4.1414	4.7498	4.1414	6.9198	8.0645	59.1000	1431.8378	1240.0080
100	4.6016	5.2776	4.6016	7.4476	8.7545	58.2896	1318.9790	1142.2693

4.3. Setting Relai Arus Lebih (OCR)

4.3.1. Setting penyulang

Tabel 4.7 Hasil perhitungan waktu kerja rele pada penyulang Virgo

Penyulang Virgo		
I set : 90.3 A, tms : 0.08 SI		
Jarak (%)	Arus Gangguan If (A)	Waktu Kerja t (s)
1	4985.899	0.1341
10	3085.556	0.1530
20	2129.229	0.1717
30	1618.097	0.1885
40	1302.862	0.2043
50	1089.712	0.2193
60	936.195	0.2339
70	820.444	0.2482
80	730.089	0.2624
90	657.616	0.2765

Tabel 4.8 Hasil perhitungan waktu kerja rele pada penyulang Gemini

Penyulang Gemini		
I set : 231 A, tms : 0.04 SI		
Jarak (%)	Arus Gangguan If (A)	Waktu Kerja t (s)
1	4976.305	0.0884
10	2995.967	0.1065
20	2024.259	0.1262
30	1519.314	0.1459
40	1213.634	0.1660
50	1009.544	0.1871
60	863.877	0.2095
70	754.786	0.2337
80	670.074	0.2601
90	602.411	0.2893
100	547.132	0.3219

Tabel 4.9 Hasil perhitungan waktu kerja rele pada penyulang Libra

Penyulang Libra		
I set : 118.65 A, tms : 0.1 SI		
Jarak (%)	Arus Gangguan If (A)	Waktu Kerja t (s)
1	5193.745	0.1783
10	4219.282	0.1891
20	3442.506	0.2009
30	2887.400	0.2124
40	2477.920	0.2234
50	2166.063	0.2341
60	1921.788	0.2444
70	1725.823	0.2545
80	1565.411	0.2644
90	1431.838	0.2741
100	1318.979	0.2837

4.3.2. Setting pada Incoming 20 KV

Tabel 4.10 Hasil perhitungan waktu kerja dari rele incoming 20 KV

I set : 909.3 A, tms : 0.29 SI		
Jarak (%)	Arus Gangguan If (A)	Waktu Kerja t (s)
1	15155.949	0.7014
10	10300.805	0.8162
20	7595.994	0.9362
30	6024.811	1.0534
40	4994.415	1.1715
50	4265.320	1.2932
60	3721.861	1.4202
70	3301.053	1.5543
80	2965.574	1.6970

4.4. Setting Over Load Shedding (OLS)

a. Setting Arus

Untuk setelan OLS di Incoming Feeder arus setting diusahakan mendekati arus nominal trafonya yaitu sebesar 866 ampere, tetapi diset tidak melebihi nilai tersebut. Dengan menggunakan safety factor sebesar 0,95 didapat arus setting sebagai berikut :

$$I_{\text{set (primer)}} = 0,95 \times 866 \text{ A} = 822,7 \text{ ampere}$$

$$I_{\text{set (sekunder)}} = 822,7 \times \frac{5}{1000} = 4,11 \text{ Ampere}$$

b. Setting Waktu

Karakteristik waktu yang dipakai relai OLS yaitu definite dan arus gangguan diambil pada saat semua beban pada penyulang dalam keadaan maksimum.

Diketahui:

arus beban maksimum sekarang atau $I_{\text{beban}} = I_{\text{virgo}} + I_{\text{gemini}} + I_{\text{libra}} = 420 \text{ A}$, akan tetapi kita asumsikan beban trafo daya 1 kedepannya ,ditambah ada beban 1 penyulang yang belum operasi (spare) yang dapat menyebabkan terjadinya overload pada trafo (seluruh penyulang operasi). Kita asumsikan 900 A untuk beban overload yang akan datang atau melewati setting primer sebesar 822,7 A . Maka setting waktu kerja standar definite yang dipakai yaitu 1 detik melepas penyulang pertama (virgo), OLS juga dapat disetting dengan melepas satu per satu penyulang sesuai kebutuhan hingga beban trafo aman dari gangguan beban lebih.

4.5. Analisa

Untuk OCR incoming 20 KV didapat:

- Perbedaan Setting primer rele, pada perhitungan $I_{\text{set (primer)}} = 909,3 \text{ A}$ sedangkan setting PLN $I_{\text{set (primer)}} = 1000 \text{ A}$.
- Perbedaan nilai tms, tms pada hitungan = 0,29 sedangkan tms set pln = 0,25

Sebaiknya arus setting perhitungan yang dipakai sebesar 909,3 A, karena beban maksimum trafo hanya mampu 866A.

Untuk Incoming 20 KV , waktu kerja rele pada gangguan terbesar 15 KA yaitu $t_{\text{set incoming}} = 0,7$ detik ,tms yang digunakan setting perhitungan sebesar 0,29 dengan menggunakan nilai tms tersebut, maka akan mendapatkan waktu kerja pada saat gangguan maksimum sebesar 0,7 detik.

Koordinasi Setting OLS dengan OCR pada incoming 20 KV.

- Setting arusnya OLS < In dengan factor keamanan $0,95 \times I_n$
- Setting waktu OLS definite 1 detik mentriapkan penyulang virgo, waktu OCR pada incoming 20 kv terhadap gangguan hubung singkat tercepat berada pada arus gangguan 15 KA = 0,7014 detik. dan terkecil sampai 1000 A = 21.3301 detik.

Penentuan Waktu OLS diambil 1 detik , apabila terjadi hubung singkat pada penyulang maupun Incoming 20 KV, OCR Penyulang dahulu yang bekerja dari OLS dan apabila terjadi beban lebih pada incoming 20 KV yang mencapai nilai setting OLS yaitu 822 Ampere, maka OLS bekerja dahulu dari relai OCR.

Ketika relai arus lebih tidak memakai OLS, yang mentriapkan arus gangguan minimum/ ketika mencapai $I_n \text{ Trafo}$ (1000 A), relai OCR mentriapkan seluruh penyulang dengan waktu 21,3301 s dengan

karakteristik standar inverse. ketika relai arus lebih memakai OLS, ketika mencapai $0.95 \times I_n$ (822,7 A) waktu kerja mentripkan satu penyulang virgo yaitu 1 detik, dengan karakteristik definite.

5. PENUTUP

1. Penyetelan Relai arus lebih (OCR) pada penyulang 20 KV
 - Penyulang Virgo. $I_{set (primer)} = 90.3 \text{ A}$, $t_{ms} = 0,08 \text{ SI}$, $t_{min} = 0,2906 \text{ s}$
 - Penyulang Gemini. $I_{set (primer)} = 231 \text{ A}$, $t_{ms} = 0,04 \text{ SI}$, $t_{min} = 0,3219 \text{ s}$
 - Penyulang Libra. $I_{set (primer)} = 118,65 \text{ A}$, $t_{ms} = 0,1 \text{ SI}$, $t_{min} = 0,2837 \text{ s}$
 - Incoming 20 KV. $I_{set (primer)} = 909,3 \text{ A}$, $t_{ms} = 0,29 \text{ SI}$, $t_{min} = 2,0159 \text{ s}$
2. Koordinasi OLS dan OCR Pada Incoming 20 KV
 - a. Pada saat OLS tidak aktif atau hanya OCR
 - Set OCR incoming 20 kv . Iset primer = 909,3 A, tms 0,29 SI , (t) rele = 21,3301 s, trip PMT 20 KV Incoming.
 - b. Pada saat OLS aktif dan OCR aktif
 - Set OLS . Iset = 822 A ,Waktu kerja OLS = 1 s, dengan trip penyulang Virgo Karakteristik definite.
 - Set OCR incoming 20 kv . Iset primer = 909,3 A, tms 0,29 SI , (t) rele = 21,3301 s, trip PMT 20 KV Incoming.
3. apabila terjadi hubung singkat pada penyulang maupun Incoming 20 KV, OCR Penyulang dahulu yang bekerja dari OLS dan apabila terjadi beban lebih pada incoming 20 KV yang mencapai nilai setting OLS yaitu 822 Ampere, maka OLS bekerja dahulu dari relai OCR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sarimun N Wahyudi, *Proteksi sistem distribusi tenaga listrik*, Depok: Garamond, edisi pertama, April 2006.
- [2]. Pandjaitan Bonar, *Praktik – praktik proteksi sistem tenaga listrik*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2012.
- [3]. Stevenson, jr William D, *Analisis sistem tenaga listrik*, Jakarta: Erlangga, 1983.
- [4]. Samaulah, M Hazairin, *Dasar – dasar sistem proteksi tenaga listrik*, Palembang: Unsri, edisi pertama, 2000.
- [5]. Agung Sutra Satria, *Makalah Seminar Kerja Praktek Analisa Setting relai arus lebih penyulang scorpio pada TD#2 30 MVA GI Lahat UPT Bengkulu*, Fakultas Teknik Elektro Universitas Tridinanti, Palembang, 2016.
- [6]. PT.PLN (persero), *materi diklat Proteksi dan kontrol transformator*, Jasa pendidikan dan Pelatihan.
- [7]. PT.PLN (persero), *materi diklat pengenalan sistem proteksi ganrdu induk*, Jasa pendidikan dan Pelatihan.