

PENEMPATAN TRANSFORMATOR GUNA PERBAIKAN PENYALURAN DAYA LISTRIK PADA JARINGAN DISTRIBUSI KAB. KARANGANYAR

Maju Binoto¹, Slamet Pambudi², Budi Nugroho³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Surakarta, Indonesia

*E-mail: binotogultommaju@gmail.com

ABSTRAK

Sistem distribusi adalah sistem tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen dalam skala tegangan menengah sampai dengan tegangan rendah. Penyaluran energi listrik biasanya diperlukan jarak yang cukup jauh dari GI (Gardu Induk) untuk sampai pada konsumen atau pelanggan, ditambah dengan dalam penyalurannya diperlukan arus yang cukup besar. Hal ini mengakibatkan adanya regulasi tegangan yang cukup besar sepanjang saluran sampai menuju konsumen. Pada kenyataannya terdapat transformator distribusi yang jaraknya cukup jauh dari GI sehingga terjadi penurunan tegangan (*drop voltage*) yang sampai pada sisi primer transformator distribusi lebih dari yang diijinkan. Oleh karena itu, maka diperlukan penataan ulang dengan mengatur penempatan transformator dari segi panjang saluran sistem distribusi primer agar kinerja transformator menjadi lebih baik. Penelitian ini akan membahas pengaruh panjang saluran distribusi primer terhadap jatuh tegangan dan rugi-rugi daya yang dimulai dari GI Palur sampai pada transformator distribusi pada kawasan PT. PLN UPJ Palur, Karanganyar. Apabila jatuh tegangan pada saluran distribusi primer lebih dari batas toleransi, maka akan dilakukan analisa kembali penempatannya, sehingga kinerja transformator distribusi tersebut menjadi lebih baik. Hasil analisa data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pada transformator distribusi yang besar tegangan jatuh pada sisi saluran distribusi primernya lebih dari 5%, maka panjang saluran yang dirubah adalah pada sisi yang terjauh dari pelanggan. Pengaruh penambahan transformator meningkatkan daya listrik rata-rata sebesar 23,155 %. Dengan demikian, efisiensi daya listrik meningkat rata-rata sebesar 3,5 %.

Kata kunci : Sistem Penyaluran, Jatuh Tegangan, Rugi-rugi daya, Penempatan Transformator.

ABSTRACT

The distribution system was an electric power system that distributed electrical energy from power plants to consumers on a medium to low voltage scale. The distribution of electrical energy usually required a considerable distance from the GI (substation) to reach the consumer or customer, coupled with the distribution of a large enough current, so that there is a sufficiently large voltage regulation along the channel to the consumer. In fact, there was a distribution transformer that is quite far from the GI (substation) so that there is a voltage drop that reaches the primary side of the distribution transformer more than allowed. Therefore it is necessary to rearrange by adjusting the placement of the transformer in terms of the length of the primary distribution system channel so that the transformer performance is better. This study will discuss the effect of the length of the primary distribution line on the voltage drop and power losses starting from the Palur Substation (Substation) to the distribution transformer in the PT. PLN UPJ Palur, Karanganyar. For the voltage drop on the primary distribution line that is more than the tolerance limit, its placement will be reanalyzed, so that the performance of the distribution transformer is better. The results of data analysis carried out in the study, namely on a large distribution transformer the voltage drop on the side of the primary distribution channel is more than 5%. Then the changed channel length is on the side farthest from the subscriber. The effect of adding a transformer to increase the electrical power by an average of 23.155%. Thus increasing the efficiency of electric power by an average of 3.5%.

Keywords : Distribution System, Voltage Drop, Power Losses. Transformer placement

1. PENDAHULUAN

Daya listrik yang didistribusikan oleh PLN bersumber dari suatu pembangkit tenaga listrik. Jarak pusat pembangkit tenaga listrik ke tempat pelanggan listrik sangat jauh, sehingga dapat mengakibatkan terjadi kerugian cukup besar selama penyaluran daya listrik. Ditinjau dari panjang saluran distribusi daya listrik PT. PLN. UPJ Palur, Kabupaten Karanganyar dari gardu induk menuju transformator distribusi dan dari transformator distribusi ke beban sangat jauh sehingga dapat mengakibatkan terjadi tegangan jatuh cukup besar. Jika tegangan jatuh cukup besar maka mengakibatkan kinerja dari transformator distribusi kurang maksimal untuk penyaluran daya listrik ke beban. Oleh karena itu, dibutuhkan evaluasi dan perencanaan kembali dengan memperhatikan kriteria-kriteria perencanaan seperti penurunan tegangan yang diijinkan dan kelangsungan pelayanan listrik ke beban. Penurunan tegangan listrik dapat mengakibatkan kerusakan barang-barang elektronika seperti televisi, kulkas, dispenser, dan lain-lain.

Transformator distribusi merupakan alat yang memegang peranan sangat penting dalam sistem distribusi daya listrik. Transformator distribusi mengubah tegangan menengah 20 KV menjadi tegangan rendah 380/220 V, akan tetapi pada saat pembebanan terjadi regulasi tegangan pada sistem distribusi yang cukup besar khususnya pada saat beban puncak. Suatu sistem tenaga listrik mempunyai kualitas yang baik jika tegangan jatuh yang terjadi pada saat pembebanan tidak lebih dari 5%. Selama pembebanan terjadi tegangan jatuh atau *Droop Voltage* (VD) melebihi dari 5% maka harus dilakukan perbaikan tegangan pada transformator distribusi.

Penurunan tegangan dan kerugian daya merupakan persoalan yang sangat sulit untuk dilepaskan dalam suatu proses penyaluran energi listrik, baik pada sistem jaringan transmisi maupun distribusi. Salah satu persyaratan keandalan sistem penyaluran tenaga listrik yang harus dipenuhi untuk pelayanan kepada konsumen adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil. Meskipun kelangsungan catu daya dapat diandalkan, namun belum mungkin untuk mempertahankan tegangan tetap pada sistem distribusi karena tegangan jatuh akan terjadi di semua bagian sistem dan akan berubah dengan adanya perubahan beban. Beban sebagian besar memiliki faktor daya tertinggal yaitu saat beban puncak daya reaktif yang dibutuhkan beban meningkat dan dapat lebih besar dari yang dibangkitkan oleh sistem [1].

Penurunan tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar, secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya penurunan tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran *Volt*. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan. Jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah, masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti [2]. Besar *drop* tegangan yang terjadi pada *feeder* setiapuk sangat dipengaruhi oleh besar arus dan nilai impedansi. *Drop* tegangan yang terjadi pada *feeder* setiapuk sebesar 18,539 KV atau 7,88% ini masih dalam standar PLN. Hal ini dikarenakan belum melebihi batas standar yang ditentukan yaitu sebesar 10% dari tegangan nominalnya. Permasalahan penurunan tegangan dan kerugian daya dapat di kurangi dengan mengupayakan peralatan dan sistem yang dipakai tetap kondisi optimal [3]. Ada beberapa cara untuk memperbaiki *drop* tegangan dan salah satunya adalah menggunakan metode *on load tap changer* yang terdapat pada transformator daya. Kenaikan dan penurunan tegangan dapat dilakukan dengan menambah atau jumlah *tap* yang terdapat pada transformator daya [4].

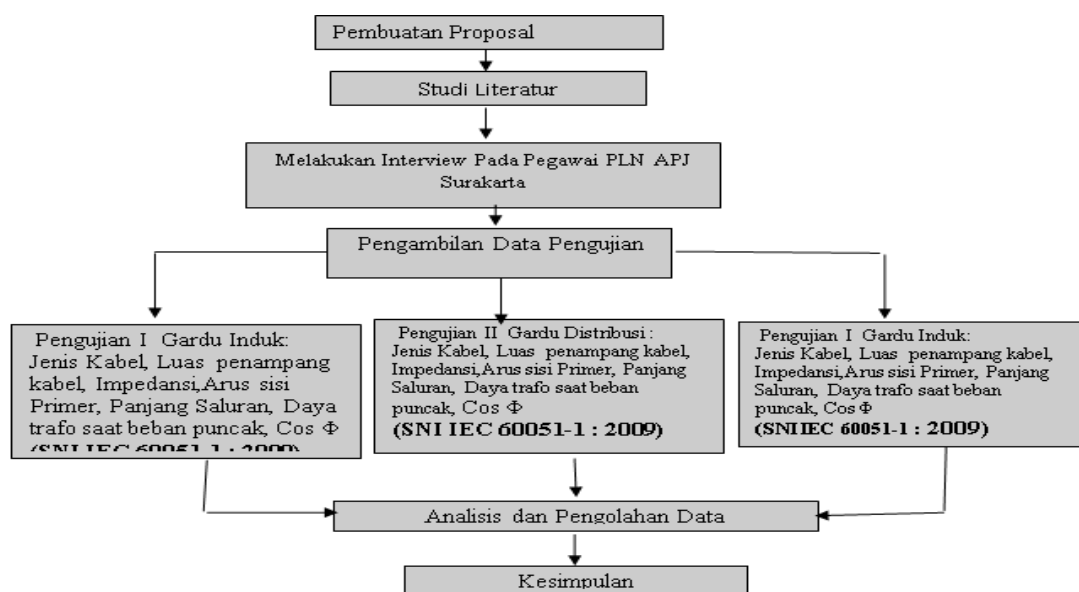
Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya yang besar agar sampai ke konsumen. Sebelum tenaga listrik sampai ke konsumen terdapat rugi-rugi daya, susut energi dan *drop* tegangan

pada saluran. Agar rugi-rugi daya, susut energi dan drop tegangan dapat dikurangi salah satunya dengan pemasangan kapasitor pada sistem distribusi [5].

Peneliti dalam penelitian ini berupaya untuk melakukan perbaikan sistem penyaluran daya listrik pada jaringan distribusi di PT. PLN UPJ Palur, Kab. Karanganyar. Penelitian ini menganalisa dan menghitung *losses* serta jatuh tegangan pada suatu *feeder*. Guna mendapatkan jatuh tegangan yang kecil maka diperlukan jarak yang sesuai dalam penempatan transformator distribusi sesuai dengan yang diijinkan PLN.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah transformasi daya dan garda induk. Peralatan pendukung untuk melakukan pengukuran antara lain alat ukur arus, alat ukur tegangan dan alat ukur cos. Gambar 1 menunjukkan diagram alir dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengambilan Data Transformator Distribusi

Pengambilan data dapat dilakukan dengan cara pendekatan statistik dengan mengambil data hasil ukur tiap-tiap transformator pada saat beban puncak.

$$n = N / N(d)^2 + 1 \quad (1)$$

dimana:

n = sampel

N = Jumlah populasi (Jumlah trafo distribusi pada Gardu Induk Palur, Kab. Karanganyar)

$d = 0,1$

Jumlah data transformator pada gardu induk sebanyak :

$N = 110$

$d = 0,1$

maka, $n = 52$ trafo distribusi.

3.2 Data Yang Dibutuhkan Untuk Perbaikan Penyaluran Daya Listrik.

Data-data yang diperlukan untuk perbaikan penyaluran daya listrik antara lain sebagai berikut:

- a) Dimensi saluran dari gardu induk Palur
- b) Penyulang
- c) Panjang Saluran
- d) Kapasitas daya Trafo
- e) Impedansi

3.2.1 Dimensi Saluran dari Gardu Induk Palur

Besar tegangan jatuh sepanjang saluran distribusi primer dapat diperoleh dari data-data saluran distribusi primer dan transformtor yang terpasang. Tabel 1 menunjukkan konstanta jaringan yang digunakan pada penyulang palur

Tabel 1. Konstanta jaringan yang digunakan pada penyulang palur

Luas Penampang (mm ²)	Impedansi (ohm/kms)	KHA (A)
XLPE 240	0,098 + j0,133	553
AAAC 240	0,1344 + j0,3158	585
AAAC 150	0,2162 + j0,3305	425
AAAC70	0,406 + j0,3572	155
AAAC50	0,6452 + j0,3678	210

3.2.2 Data saluran Penyulang pada Gardu Induk Palur

Besar tegangan jatuh sepanjang saluran distribusi primer dapat diperoleh dari data-data saluran distribusi primer berupa data penyulang yang terpasang seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penyulang pada gardu induk palur

No	Nama Penyulang	Kode	Daerah Pelayanan	Panjang Total Jaringan SUTM
1	Kebak kramat	KR 1	Kebak kramat s/d Karangpandan	57,6
2	Jaten	KR 2	Jaten s/d Jumantono	59,47
3	Gondanrejo	KR 3	Plesungan s/d Karangwuni	9,9

3.3 Data Hasil Ukur Transformator Distribusi Pada Gardu Induk Palur

Besar tegangan jatuh sepanjang saluran distribusi primer dapat diperoleh dari data-data saluran distribusi primer berupa data hasil ukur transformator distribusi setiap penyulang penyulang yang terpasang pada gardu induk palur seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil ukur transformator distribusi pada gardu induk palur

No	No Gardu	Alamat Lokasi	KVA Trafo	Panjang Saluran (Kms)	KVA Trafo (sin) pada saat beban puncak	Cos ϕ
1	SL 42	Desa Alastuwo	250	9,17	205	0,91
2	SL 178	Desa Banjarharjo	160	19,56	140	0,93
3	SL 166	Desa Kaliwulu	315	17,5	300	0,92
4	SL 107	Desa Kebak	400	18,36	380	0,92

Tabel 3. Lanjutan

No	No Gardu	Alamat Lokasi	KVA Trafo	Panjang Saluran (Kms)	KVA Trafo (sin) pada saat beban puncak	Cos ϕ
5	SL 168	Desa Kemiri	400	11,71	380	0,92
6	SL 93	Desa Macanan	160	21,75	130	0,92
7	SL 128	Desa Malangaten	160	25,33	140	0,90
8	SL 22	Desa Nangsri	200	28,24	175	0,90
9	SL 176	Desa Munggur	630	27,97	520	0,91
10	SL 21	Desa Buntar	200	28,24	175	0,90
11	SL 20	Desa Gebyok	160	28,87	146	0,90
12	SL 19	Desa Kaliboto	315	28,62	278	0,93
13	SL 117	Desa Kedungrejo	250	30,65	237	0,91
14	SL14	Desa Mojogedang	400	32,92	379	0,91
15	SL169	Desa Mojoroto	160	30,90	144	0,90
16	SL 170	Desa Ngadirejo	400	32,97	379	0,90
17	SL175	Desa Pendem	300	30,92	280	0,92
18	SL 143	Desa Pereng	160	23,31	140	0,92
19	SL 164	Desa Pojok	300	25,41	237	0,92
20	SL83	Desa Sewu rejo	300	22,44	237	0,92
21	SL 125	DesaMojo gedang	400	22,56	360	0,92
22	SL 81	Desa Dukuh	250	22,86	236	0,91
23	SL 80	Berjo	160	22,6	149	Q,90
24	SL27	Desa girmulyo	160	23,31	143	098
25	SL 03	Desa Jtirejo	315	2,67	286	0,98
26	SL43	Desa Kemuning	351	11	344	0,92
27	SL29	Desa Ngargoyoso	400	14,79	380	0,92
28	SL183	Desa Nglegok	350	7,99	330	0,92
29	SL 149	Desa Ngijo	3.180	6,09	2954	0,9
30	SL102	Desa Buran	630	10,11	615	0,92
31	SL 02	Desa Brujul	315	14,71	287	0,91
32	SL 138	Desa Dagen	680	7,99	662	0,92
33	SL 160	Desa Jaten	3180	14,71	3030	0,92
34	SL 141	Desa Jati	400	16,65	380	0,91
35	SL 106	Desa Jetis	350	17,09	320	0,90
36	SL 145	Desa Ngringo	400	17,15	370	090
37	SL 01	Desa Sroyo	600	18,25	580	0,91
38	SL 24	Desa Suruhkalang	400	17,87	370	0,92
39	SL 08	Desa Jatimulyo	400	17,91	380	0,91
40	SL 09	Desa Jatipuro	300	18,09	260	0,90
41	SL 10	Desa Jatipurwo	250	17,91	220	0,92
42	SL 120	Desa Jatiroyo	200	19,83	180	0,91
43	SL 099	Desa Blorong	160	20,45	140	0,92
44	SL 096	Desa Gemantar	200	22,05	175	0,91
45	SL 097	Desa Ngunut	300	23,16	280	0,91
46	SL 070	Desa Sedayu	400	25,99	380	0,92
47	SL063	Desa Karang Pandan	800	27,64	780	0,91
48	SL 065	Desa Ngemplak	600	28,09	580	0,91
49	SL 066	Desa Bangsri	400	23,78	380	0,90
50	SL212	Desa Gondangmanis	300	28,99	280	0,91
51	SL 068	Desa Karang	400	26,78	380	0,91
52	SL49A	Desa Jamus	400	7,53	380	0,91

3.4 Hasil Analisa Data Tegangan Jatuh Pada Sisi Primer Transformator Pada Saat Beban Puncak

- Untuk arus phasa sebesar I_{phasa} sebesar 3,42 A
- Tahanan total saluran distribusi primer dari gardu induk sampai pada sisi primer transformator R_{total} sebesar 2,08 Ohm/Kms
- Induktansi total saluran distribusi primer dari gardu induk sampai pada sisi primer transformator X_{total} sebesar 2,48 Ohm/Kms
- Perhitungan tegangan jatuh pada saluran distribusi primer dari gardu induk sampai pada sisi primer transformator ΔV_{total} sebesar 17,17 Volt
- Perhitungan rugi-rugi daya aktif P_{loss} sebesar 44,40 Watt
- Perhitungan rugi-rugi daya reaktif Q_{loss} sebesar 61,78 VAR
- Perhitungan persentase tegangan jatuh saluran distribusi pada gardu induk sampai ke sisi primer transformator η sebesar 0.09 %. Data selanjutnya dapat dihitung, sehingga diperoleh hasil perhitungan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisa tegangan jatuh pada saluran distribusi primer dari gardu induk palur sampai pada trafo distribusi pada saat beban puncak

No	No Gardu	Panjang saluran (Kms)	I_{primer} / phasa	R_{total} (Ω / Kms)	X_{total} (Ω / Kms)	$\cos \Phi$	$\sin \Phi$	P_{loss} Watt	Q_{loss} VAR	ΔV Volt	%
1	SL 42	9,17	3,42	2,08	2,46	0,91	0,41	44,40	61,78	17,17	0,09
2	SL 178	19,56	6,33	2,43	3,28	0,92	0,39	111,92	204,76	38,54	0,19
3	SL 166	17,5	5,00	3,50	5,18	0,92	0,39	183,85	403,05	45,40	0,23
4	SL 107	18,36	6,33	6,33	3,87	0,92	0,39	285,18	569,12	62,51	0,31
5	SL 168	11,71	2,33	3,51	5,78	0,93	0,37	86,08	234,25	21,83	0,11
6	SL 93	21,75	2,17	3,73	6,32	0,92	0,39	90,62	259,51	22,14	0,11
7	SL 128	25,33	8,67	4,29	7,04	0,91	0,41	477,75	1287,50	101,86	0,51
8	SL 22	28,24	2,33	4,28	7,61	0,90	0,44	128,36	405,07	29,10	0,15
9	SL 176	27,97	10,83	5,21	8,0	0,90	0,44	881,88	2347,57	158,13	0,79
10	SL 21	28,24	2,92	5,63	8,68	0,9	0,44	277,33	659,83	44,90	0,22
11	SL 20	28,87	2,43	4,76	8,72	0,9	0,44	165,26	555,71	34,23	0,17
12	SL 19	28,62	4,63	4,76	8,72	0,93	0,37	314,67	1058,14	61,42	0,31
13	SL 117	30,65	49,63	7,96	12,37	0,91	0,41	9.435	22.777,65	1058,64	5,29
14	SL14	32,92	3,95	5,00	9,29	0,91	0,41	295,92	1.022,06	57,16	0,29
15	SL169	30,90	2,47	5,27	9,94	0,90	0,44	205,84	730,80	38,96	0,19
16	SL 170	32,97	6,32	5,31	10,02	0,91	0,41	534,12	1902,49	97,80	0,49
17	SL175	30,92	2,40	5,03	9,37	0,92	0,39	182,42	632,46	34,44	0,17
18	SL 143	23,31	3,98	5,21	7,13	0,93	0,37	324,54	608,31	51,654	0,26
19	SL 164	25,41	65,08	6,52	7,88	0,92	0,39	8.303,04	12.128,20	55,48	0,28
20	SL83	22,44	3,95	4,50	6,77	0,90	0,44	240,16	54373	48,11	0,24
21	SL 125	22,56	4,7	4,51	6,84	0,92	0,39	286,63	659,65	55,48	0,28
22	SL 81	22,86	3,93	4,57	6,94	0,91	0,41	246,82	568,17	47,73	0,24
23	SL 80	22,6	2,48	4,70	7,06	0,92	0,39	164,62	371,25	30,44	0,15
24	SL27	23,31	2,38	4,67	7,09	0,9	0,44	155,99	359,19	30,23	0,15
25	SL 03	2,67	3,13	4,75	7,21	0,92	0,39	212,16	488,66	38,98	0,19
26	SL43	11	4,77	0,40	0,58	0,91	0,41	2,25	4,73	4,93	0,02
27	SL29	14,79	5,73	1,87	1,71	0,92	0,39	59,85	50,10	23,65	0,12
28	SL183	7,99	49,08	1,16	1,56	0,9	0,44	199,79	358,97	147,52	0,74
29	SL 149	6,09	10,25	1,05	3,02	0,9	0,44	33,89	280,09	40,35	0,20
30	SL102	10,11	9,72	1,50	2,27	0,92	0,39	65,9	149,87	38,17	0,19
31	SL 02	14,71	4,78	2,96	4,49	0,91	0,41	125,47	289,09	37,54	0,19
32	SL 138	7,99	3,87	3,56	5,16	0,92	0,39	145,79	308,52	35,39	0,18

Tabel 4. Lanjutan

No	No Gardu	Panjang saluran (Kms)	I _{primer} / phasa	R _t ^{total} (Ω / Kms)	X _t ^{total} Ω / Kms	Cos Φ	Sin Φ	P _{loss} Watt	Q _{loss} VAR	ΔV Volt	%
33	SL 160	14,71	4,02	3,65	5,29	0,90	0,44	160,68	337,29	39,06	0,20
34	SL 141	16,65	4,00	3,48	5,29	0,91	0,41	145,70	336,42	37,01	0,19
35	SL 106	17,09	5,97	3,79	5,67	0,9	0,44	256,55	575,07	60,98	0,30
36	SL 145	17,15	6,18	3,64	5,53	0,91	0,41	245,79	567,84	59,77	0,30
37	SL 01	18,25	3,47	3,65	5,55	0,92	0,39	138,46	319,98	33,14	0,17
38	SL 24	17,87	18,50	4,48	5,67	0,91	0,41	1.112,43	1786,85	205,08	1,03
39	SL 08	17,91	3,35	3,90	5,49	0,91	0,41	152,80	302,89	33,65	0,17
40	SL 09	18,09	3,85	4,36	5,75	0,9	0,44	219,30	382,00	43,02	0,22
41	SL 10	17,91	3,72	3,91	5,57	0,91	0,41	170,13	345,72	37,58	0,19
42	SL 120	19,83	3,85	4,81	6,25	0,92	0,39	267,26	450,51	45,75	0,23
43	SL 099	20,45	2,77	4,20	6,39	0,90	0,44	146,27	338,42	31,57	0,16
44	SL 096	22,05	3,33	4,54	6,91	0,91	0,41	206,46	478,07	40,24	0,20
45	SL 097	23,16	65,33	6,21	8,39	0,93	0,37	7.564,10	13.791,67	1.004,97	5,02
46	SL 070	25,99	4,42	6,04	8,27	0,90	0,44	483,24	906,73	69,42	0,35
47	SL063	27,64	3,48	7,10	8,88	0,92	0,39	527,34	823,89	60,32	0,30
48	SL 065	28,09	3,48	7,10	8,88	0,92	0,39	527,34	823,89	60,23	0,30
49	SL 066	23,78	3,82	7,39	9,04	0,93	0,37	626,00	936,70	67,58	0,34
50	SL212	28,79	57,67	7,85	9,30	0,93	0,37	1.0649,02	14.969,88	1.072,53	5,36
51	SL 068	28,99	4,05	7,97	9,38	0,92	0,39	772,70	1.068,05	77,11	0,39
52	SL49_A	7,53	14,98	0,74	1,00	0,91	0,41	24,48	45,08	28,08	0,14

Dari hasil analisa data sehingga diperoleh 4 transformator distribusi yang memiliki nilai presentase tegangan jatuh pada sisi primernya lebih dari 5%. Bila ditinjau dari SPLN 72 tahun 1987 maka penurunan tegangan jatuh maksimum saat beban puncak yang dibolehkan dibeberapa titik pada jaringan distribusi adalah:

1. SUTM = 5 % dari tegangan kerja bagi *system radial*
 2. SKTM = 2 % dari tegangan kerja pada *system spindle* dan gugus
 3. Trafo distribusi = 3 % dari tegangan kerja
 4. Saluran tegangan rendah = 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
 5. Sambungan rumah = 1 % dari tegangan nominal
- h) Analisa data tegangan jatuh pada sisi primer transformator yang lebih dari 5 % sebelum mengalami perbaikan.
- i) Analisa tegangan jatuh yang lebih besar dari 5% pada sisi primer transformator sebelum mengalami perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.
- j) Analisa tegangan jatuh pada sisi primer transformator setelah mengalami perbaikan

Dari Tabel 5 tegangan jatuh dapat diperbaiki dengan penempatan ulang lokasi transformator distribusi tersebut .Dengan melakukan perhitungan satu persatu sebagai berikut:

1. Gardu SL 117

$$\Delta V_{ijinkan} = 5\% \times 20.000 \\ = 1.000 \text{ Volt}$$

$$\Delta V_{total} = \Delta V_{utama} + \Delta V_{sub\ utama} + \Delta V_{lateral} \\ = 705,70 + 138,52 + 214,41 \\ = 1.058,64 \text{ volt}$$

Maka selisih tegangan jatuh harus di kurangi adalah:

$$= 1.058,64 - 1.000$$

$$= 58,64 \text{ Volt}$$

Sehingga perubahan jarak transformator yang diinginkan pada bagian lateral adalah:

$$\Delta L = \frac{\Delta V}{\sqrt{3 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi)}} = \frac{58,64}{\sqrt{3 \times 49,62 \times (0,6452 \times 0,91) + (0,3678 \times 0,41)}}$$

$$\Delta L = 0,92 \text{ Kms}$$

Maka jarak transformator setelah mengalami perbaikan jarak adalah:

$$\begin{aligned} L_2 &= L_1 - \Delta L \\ &= 3,38 - 0,92 \\ &= 2,46 \text{ Kms} \end{aligned}$$

Untuk analisa rugi daya aktif, reaktif dan efisiensi pada transformator sebelum dan setelah mengalami perbaikan adalah:

➤ Sebelum Perbaikan

$$\begin{aligned} S_{in} &= 2.978 \text{ KVA} \\ P_{in} &= S_{in} \cos \phi \\ &= 2.978 \times 0,91 \\ &= 2.709,98 \text{ KWatt} \\ P_{out} &= P_{in} - \sum P_{rugi-rugi} \\ &= 2.709,98 - (3,75 + (2.900 / 3180) \times 33) \\ &= 2.676,14 \text{ KWatt} \\ S_{total} &= S_{in} + \Delta S \\ &= 2.978.000 + \sqrt{943500^2} + \sqrt{22777,65^2} \\ &= 3.002.654,423 \text{ VA} \\ &= 3.002,65 \\ \eta &= (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \\ &= (2.676,32 / 2.709,98) \times 100\% \\ &= 98,751\% \end{aligned}$$

➤ Sesudah perbaikan :

$$\begin{aligned} S_{in} &= S_{total} - \Delta S \\ &= 3.002.654,42 - \sqrt{8.080,34^2} + 21.548,38^2 \\ &= 2.979,64 \text{ KVA} \\ P_{in} &= S \cos \Phi \\ &= 2.979,64 \times 0,91 \\ &= 2.711,47 \text{ KWatt} \\ P_{out} &= P_{in} - \sum P_{rugi-rugi} \\ &= 2.711,47 - (3,67 + (2.900 / 3180) \times 33) \\ &= 2.677,63 \text{ Kwatt} \\ \eta &= (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \\ &= \frac{2.677,63}{2.711,47} \times 100\% \\ &= 98,752 \% \end{aligned}$$

Tabel 5 Hasil analisa data Transformator yang tegangan jatuh lebih dari 5% sebelum mengalami perbaikan

No	No. Gardu	$I_{\text{primer/phase}}$ (A)	L_{utama} (Kms)	$L_{\text{sub utama}}$ (Kms)	L_{lateral} (Kms)	ΔV_{utama} (volt)	$\Delta V_{\text{sub utama}}$ (volt)	$\Delta V_{\text{lateral}}$ (volt)	ΔV_{total} (volt)	P_{loss} (watt)	Q_{loss} (VAR)
1	SL117	49,63	30,07	6,4	3,38	705,70	138,52	214,41	1.058,64	9.435,00	22.777,65
2	SL 164	65,08	22,05	0	3,29	749,43	0	273,34	1.022,77	8.303,04	12.128,20
3	SL 097	65,33	23,16	0	3,10	808,28	0	196,69	1.004,97	7.564,10	13.791,67
4	SL212	57,67	24,49	3,3	1,00	756,38	242,63	73,52	1.072,53	10.649,02	14.969,88

Tabel 6. Hasil analisa sebelum dan sesudah perbaikan

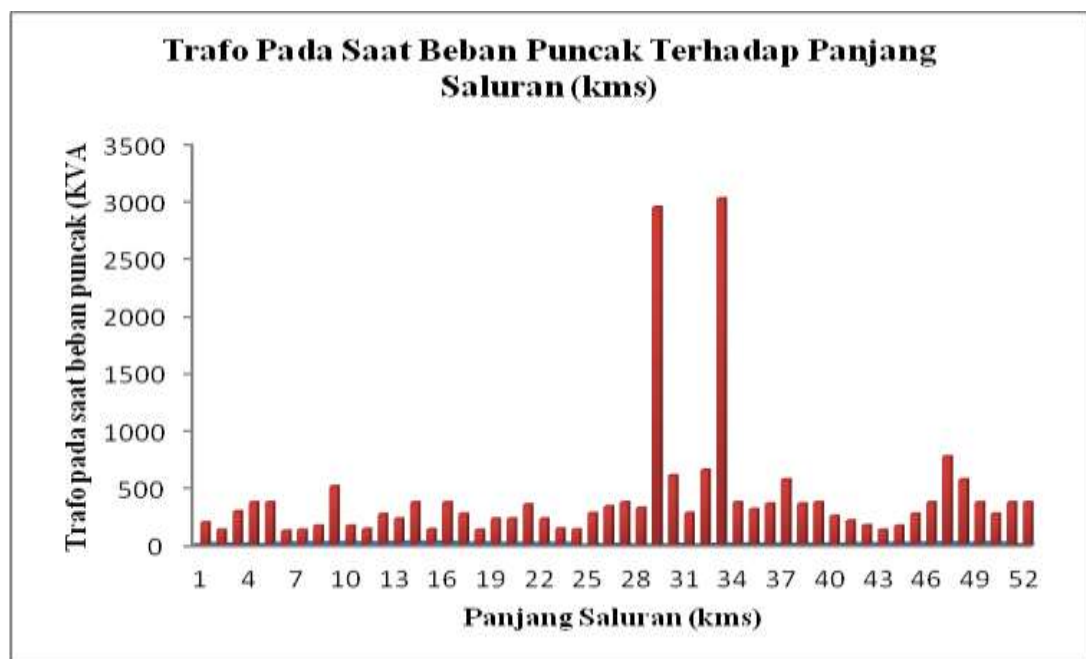
➤ Sebelum Perbaikan

No.Gardu	S_{in} (KVA)	P_{in} (KVA)	P_{out} (KVA)	KVA beban	η
SL 117	2978	2709,98	2676,14	2900	98,7511
SL 164	3905	3592,6	3538,07	3875	98,4821
SL 097	3920	3645,6	3591,00	3880	98,5024
SL 212	3400	3217,8	3171,84	3310	98,5718

➤ Sesudah Perbaikan

No.Gardu	S_{in} (KVA)	P_{in} (KVA)	P_{out} (KVA)	KVA beban	η
SL 117	2979,64	2711,47	2677,63	2900	98,7518
SL 164	3906,64	3594,11	3539,58	3875	98,4828
SL 097	3920,13	3645,72	3591,12	3880	98,5025
SL 212	3461,89	3219,55	3173,60	3310	98,5726

Dari tabel 6 hasil analisa data tegangan jatuh pada saluran distribusi primer, maka dapat dibuat grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Perbandingan trafo pada saat beban puncak (kva) terhadap panjang saluran (kms)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan perhitungan, maka dapat diperoleh suatu kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil analis data yang dilakukan pada penelitian in yaitu pada transformator distribusi yang memiliki tegangan jatuh pada sisi saluran distribusi primernya lebih dari 5 % , maka persentase jarak transformator yang dirubah adalah pada sisi yang terjauh dari transformator yaitu:
 - a) SL 117 semakin pendek jaraknya sebesar 24,26 %
 - b) SL 164 semakin pendek jaraknya sebesar 24,01 %
 - c) SL 097 semakin pendek jaraknya sebesar 24,35 %
 - d) SL 212 semakin pendek jaraknya sebesar 20 %
2. Dengan memperbaiki jarak transformator distribusi dari gardu induk yang dibuat pada keempat transformator tersebut untuk mengoptimalkan transformator bekerja yaitu melalui perbaikan daya input transformator dan efisien transformator.
 - a) SL 117 η sebelum perbaikan 98,7511% sesudah perbaikan 98,7518%
 - b) SL 164 η sebelum perbaikan 98,4821 % sesudah perbaikan 98,4812%
 - c) SL097 η sebelum perbaikan 98,5024 % sesudah perbaikan 98,5025%
 - d) SL212 η sebelum perbaikan 98,7511% sesudah perbaikan 98,5726 %

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Asy'ari And I. B. R. Jatmiko, "Perbaikan Tegangan Untuk Konsumen," *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Emitter*, Vol. 3, 2003.
- [2] P. Pln, "Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik," *Pt Pln (Persero)*, 2010.
- [3] A. U. Ulya, "Analisis Dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Capasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pt. Bogowonto Primalaras," Universitas Muhammadiyah Semarang, 2018.
- [4] I. Hakiki, "Analisa Drop Tegangan Pada Feeder Setapak Tegangan Menengah 20 Kv Di Gardu Induk Sei-Wie Pt Pln (Persero) Cabang Singkawang," *Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak*, 2011.
- [5] R. Rao, G. Sankara, S. Narasimham, R. S. Rao, And A. S. Rao, "Loss Minimization In Radial Distribution System: A Two Stage Method," *International Journal Of Engineering Science And Technology*, Vol. 3, 2011.