



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK III - Surabaya, 11 Maret 2023

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2023.4024

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Penghantar Netral Akibat Sistem Tidak Seimbang dan Efisiensi Transformator Distribusi Rayon Ngagel

Ni Made. Omiku Radha Saraswati, Ahadin Indra Wardana, Edy Mortalem, M. Ichwan D, Firdaus Wiyuda D, Wahyu S. Pambudi, Misbahul Munir, Alan Anggoro,
Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi – ITATS
email : omikusaraswati@gmail.com

ABSTRACT

Load imbalance in the distribution transformer of electricity always occurs as the uses of electricity are not equivalent. The load imbalance will affect the flow of current in the neutral conductor of transformer and consequently, it will bring losses in the transformer. The result of analysis demonstrated that the highest loss value caused by neutral current flowing in the neutral conductor happened at Ngagel Sub Station Lumumba feeder by 6.31 Kw spending the costs of WDP IDR 6526.28 and LWDP IDR 6280.36. Besides, the highest efficiencies existed at Barata feeder 99.7 %, Bilka feeder 99.7%, Lumumba feeder 99.8%, and Sulawesi feeder 99.9%.

Keywords: *distribution transformer; load imbalance, losses and efficiency*

ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi tenaga listrik, selalu terjadi dan ketidakseimbangan tersebut terjadi karena ketidakseimbangan pemakaian energi listrik. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut mengalir arus di penghantar netral transformator. Arus yang mengalir di penghantar netral transformator menyebabkan terjadinya rugi arus netral yang mengalir ke tanah dan rugi tembaga. Dalam menganalisis masalah menggunakan model matematis meliputi persamaan ketidakseimbangan beban trafo, rugi- rugi daya dan efisiensi. Setelah dilakukan perhitungan dan dianalisis dapat disimpulkan bahwa perhitungan rugi daya akibat arus netral.. Tarif WDP dan LWBP tertinggi adalah Penyulang Lumumba pada pukul 19:20

dengan WDP = Rp 6256.28 dan LWBP = Rp 6280.36. Nilai efisiensi terendah pada Penyulang Lumumba pada pukul 19:41 sebesar 80.9 %

Kata kunci: Transformator Distribusi, Ketidakseimbangan Beban, rugi rugi daya dan Efisiensi

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat membuat permintaan energi listrik semakin melonjak di seluruh negeri. Oleh karena itu, perusahaan listrik negara yang diberikan wewenang untuk mengelola listrik nasional diharuskan memberikan pelayanan listrik yang stabil dan kontinu yang harus selalu dijaga sehingga dapat memenuhi kebutuhan listrik di masyarakat atau pelanggan. Kebutuhan tersebut dapat dibuktikan dengan banyaknya pelanggan baru dengan kapasitas yang bervariasi dan penambahan daya dalam penggunaan kegiatan sehari-hari. Alasan tenaga listrik menjadi kebutuhan yang utama disebabkan karena tenaga listrik mudah untuk didistribusikan dan dikonversikan kedalam bentuk energi lain.[1]

Dengan meningkatnya pemasangan baru dan penambahan daya, maka beban pada transformator-transformator distribusi PLN semakin tinggi. Pada proses pemasangan sambungan dan penambahan daya yang tidak memperhatikan pembebanan transformator menyebabkan ketidakseimbangan beban pada transformator dan drop tegangan. Ketidakseimbangan beban juga disebabkan karena waktu penyalan beban yang tidak serentak, pengkoneksian yang tidak seimbang pada tiap fasa R, S dan T dan pemasangan beban yang tidak seimbang pada tiap fasanya.[2] Untuk mengatasi masalah tersebut, PLN dalam SPLN 12:1978 menyatakan bahwa “perbedaan arus antar fasa tidak >25 persen”. Artinya ketidakseimbangan beban hanya diperbolehkan terjadi jika dibawah 25 persen”, apabila melebihi 25% maka harus dilakukan penyeimbangan beban.[3]

Penelitian tentang “analisa beban takseimbang terhadap rugi-rugi daya dan efisiensi transformator KL0005 jaringan distribusi sekunder pada penyulang klungkung,” membahas tentang ketidakseimbangan beban transformator sistem jaringan tegangan rendah (JTR). Hasil dari penelitian tersebut menjelaskan bahwa tidak meratanya penggunaan beban menyebabkan terjadinya rugi-rugi daya pada jaringan dan drop pada tegangan, pemerataan merupakan salah satu cara untuk mengurangi rugi – rugi daya dan drop tegangan.[4]

Hal inilah yang melatarbelakangi penelitian ini untuk mengadakan penelitian rugi-rugi daya, drop tegangan dan efisiensi transformator yang diakibatkan oleh ketidak seimbangan beban di PT. PLN (persero) UP3 Surabaya Selatan. Dengan diketahuinya nilai rugi-rugi daya, drop tegangan dan efisiensi transformator maka diharapkan akan lebih memudahkan PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan untuk menganalisa dan mengevaluasi rugi-rugi daya dan drop tegangan dan efisiensi transformator di wilayah kerjanya.

METODE

Penelitian dilakukan di PT. PLN Distribusi Jawa Timur UP3 Surabaya Selatan. Sifat penelitian menggunakan data primer yang dilakukan dan bekerja sama dengan department Jaringan PT. PLN Distribusi Jawa Timur UP3 Surabaya Selatan, alur penelitian seperti pada gambar 1 dan berikut penjelasan dari tahapan penelitian :

1. Studi literatur

Studi literatur dimaksudkan untuk mempelajari berbagai sumber referensi Atau teori (buku, paper, jurnal dan internet) yang berkaitan dengan penelitian untuk menganalisa ketidakseimbangan beban terhadap rugi – rugi daya dan pemerataan beban pada transformator distribusi. Pelaksanaan penelitian menggunakan prosedur penelitian pengembangan dengan metode deskriptif, Metode deskriptif digunakan dalam penelitian awal untuk mengumpulkan data mengenai kondisi yang ada. Agar penelitian lebih terarah,

peneliti menyajikan langkah-langkah dalam bentuk diagram alur seperti yang ditunjukkan pada gambar.

2. Observasi

Dari hasil observasi ditemukan adanya arus pada kawat penghantar netral akibat adanya ketidakseimbangan beban pada tiap fasanya di beberapa penyulang.

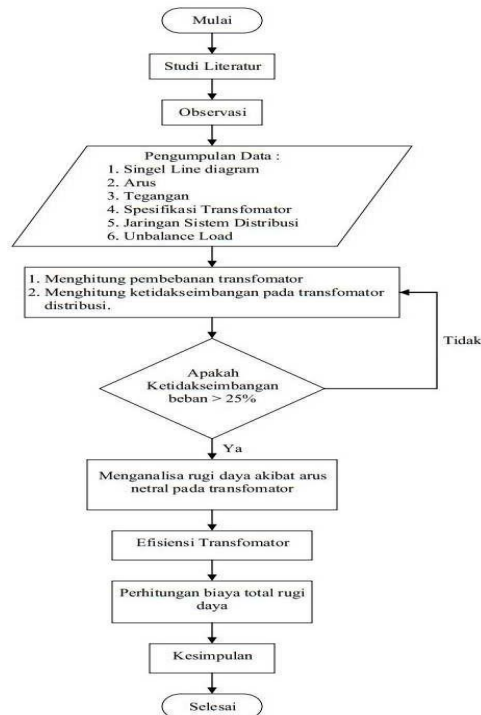
3. Pengambilan data

Pada tahap ini dimaksudkan untuk mengambil data. Data yg diperlukan adalah arus, tegangan dan pertanahan dimana data yang nantinya akan dikelola untuk perhitungan ketidakseimbangan beban terhadap rugi-rugi daya pada transformator distribusi.

4. Data singel line.

Berikut ini data penyulang yang akan di analisa yaitu sebagai berikut :

- Penyulang Barata.
- Penyulang Bilka.
- Penyulang Lumumba
- Pucang Adi
- Ratna
- Penyulang Sulawesi



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian.

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAYA	JAM	ARUS (A)				TEGANGAN (V)			PERTAHANAN I_g
					R	S	T	N	R	S	T	
1.	NGAGEL	BARATA	50	09:16	59	68	66	22	224	228	231	13
2.	NGAGEL	BARATA	50	09:40	34	42	30	52	230	233	231	28
3.	NGAGEL	BARATA	100	09:03	57	56	58	12	227	228	227	7
4.	NGAGEL	BARATA	100	09:04	95	78	98	15	229	229	229	8

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAYA	JAM	ARUS (A)				TEGANGAN (V)			PERTAHANAN
					R	S	T	N	R	S	T	
5.	NGAGEL	BARATA	100	09:10	45	44	43	8	230	229	230	5
6.	NGAGEL	BARATA	100	18:26	115	156	145	40	229	232	230	25
7.	NGAGEL	BARATA	100	19:14	60	65	69	27	227	227	229	15
8.	NGAGEL	BARATA	150	18:50	93	148	177	42	229	227	229	23
9.	NGAGEL	BARATA	150	19:06	73	90	127	49	231	230	231	26
10.	NGAGEL	BARATA	160	09:09	105	92	91	10	225	228	226	6
11.	NGAGEL	BARATA	160	18:18	134	126	104	43	230	232	232	23
12.	NGAGEL	BARATA	160	18:58	126	129	136	38	227	229	229	21
13.	NGAGEL	BARATA	160	19:12	215	139	129	49	232	231	232	26
14.	NGAGEL	BARATA	160	19:33	72	54	82	36	232	231	231	19
15.	NGAGEL	BARATA	200	09:17	118	119	120	16	225	225	226	10
16.	NGAGEL	BARATA	200	18:34	108	99	111	28	229	230	229	16
17.	NGAGEL	BILKA	100	09:05	77	126	19	11	230	231	230	6
18.	NGAGEL	BILKA	100	19:11	43	70	67	23	230	230	230	15
19.	NGAGEL	BILKA	100	19:38	55	65	20	13	230	230	229	7
20.	NGAGEL	BILKA	100	19:47	58	65	75	31	228	228	228	17
21.	NGAGEL	BILKA	150	19:02	123	120	110	40	230	230	231	22
22.	NGAGEL	BILKA	150	19:29	87	79	105	18	230	230	230	10
23.	NGAGEL	BILKA	200	19:20	75	79	83	24	230	231	230	13
24.	NGAGEL	LUMUMBA	50	18:45	50	41	13	46	230	229	231	14
25.	NGAGEL	LUMUMBA	75	19:06	48	20	41	30	230	231	230	16
26.	NGAGEL	LUMUMBA	100	09:31	100	78	98	10	224	224	224	6
27.	NGAGEL	LUMUMBA	100	18:30	76	128	113	54	230	228	230	28
28.	NGAGEL	LUMUMBA	100	18:31	37	78	50	44	230	228	230	24
29.	NGAGEL	LUMUMBA	100	18:39	95	99	62	45	230	228	229	23
30.	NGAGEL	LUMUMBA	100	18:48	28	50	57	31	230	228	230	16
31.	NGAGEL	LUMUMBA	100	18:50	49	64	79	43	230	229	230	22
32.	NGAGEL	LUMUMBA	100	18:57	56	25	47	27	230	230	231	14
33.	NGAGEL	LUMUMBA	100	19:00	76	51	16	47	226	227	227	25
34.	NGAGEL	LUMUMBA	100	19:13	34	37	81	44	230	228	230	24
35.	NGAGEL	LUMUMBA	100	19:27	164	119	125	30	230	228	230	16
36.	NGAGEL	LUMUMBA	100	19:41	23	18	86	69	230	228	230	36
37.	NGAGEL	LUMUMBA	150	18:21	126	50	83	66	230	228	230	35
38.	NGAGEL	LUMUMBA	150	19:04	121	107	100	24	230	228	228	15
39.	NGAGEL	LUMUMBA	160	09:10	177	175	172	57	226	227	226	28
40.	NGAGEL	LUMUMBA	160	09:17	201	202	203	73	225	225	225	38
41.	NGAGEL	LUMUMBA	160	18:24	83	50	116	42	230	230	230	23
42.	NGAGEL	LUMUMBA	160	18:36	100	118	123	20	228	229	228	13
43.	NGAGEL	LUMUMBA	160	18:43	93	88	43	44	228	229	228	24
44.	NGAGEL	LUMUMBA	160	18:54	67	130	87	52	229	228	228	28
45.	NGAGEL	LUMUMBA	160	18:59	41	85	63	41	230	228	230	23
46.	NGAGEL	LUMUMBA	160	19:12	192	150	145	25	231	229	229	14
47.	NGAGEL	LUMUMBA	160	19:20	221	134	155	96	230	228	230	50
48.	NGAGEL	LUMUMBA	160	19:34	185	140	185	79	230	228	230	41
49.	NGAGEL	LUMUMBA	200	09:38	201	200	202	13	235	230	232	7
50.	NGAGEL	LUMUMBA	200	18:38	56	90	92	49	230	229	230	26
51.	NGAGEL	LUMUMBA	250	09:24	112	111	113	37	233	232	233	20
52.	NGAGEL	PUCANG ADI	50	19:51	55	48	53	19	231	231	231	10
53.	NGAGEL	PUCANG ADI	100	10:35	112	114	115	38	225	225	226	20
54.	NGAGEL	PUCANG ADI	100	18:57	27	33	92	56	233	233	233	29
55.	NGAGEL	PUCANG ADI	100	19:27	42	39	52	17	225	225	225	9
56.	NGAGEL	PUCANG ADI	150	18:15	48	77	60	32	230	230	230	17
57.	NGAGEL	PUCANG ADI	150	18:22	62	82	90	25	230	230	230	13
58.	NGAGEL	PUCANG ADI	150	18:29	54	84	57	6	235	235	235	4
59.	NGAGEL	PUCANG ADI	150	18:43	131	68	124	60	220	220	220	32
60.	NGAGEL	PUCANG ADI	150	18:49	103	120	127	27	233	233	233	14
61.	NGAGEL	PUCANG ADI	160	10:29	98	97	95	10	229	228	227	6
62.	NGAGEL	PUCANG ADI	160	10:41	112	111	114	32	224	224	224	17
63.	NGAGEL	PUCANG ADI	160	19:10	103	122	112	35	234	234	234	18
64.	NGAGEL	PUCANG ADI	200	18:42	69	69	89	17	229	229	229	10
65.	NGAGEL	PUCANG ADI	200	18:50	157	146	189	41	223	223	223	22

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAYA	JAM	ARUS (A)				TEGANGAN (V)			PERTAHANAN
					R	S	T	N	R	S	T	
66	NGAGEL	PUCANG ADI	200	18:56	135	171	105	66	236	236	236	35
67	NGAGEL	PUCANG ADI	250	19:38	119	168	124	56	235	235	235	29
68	NGAGEL	PUCANG ADI	100	10:47	54	67	37	25	230	230	230	14
69	NGAGEL	RATNA	50	10:06	55	62	34	18	230	229	229	10
70	NGAGEL	RATNA	100	09:55	85	90	88	12	232	233	232	7
71	NGAGEL	RATNA	100	10:17	14	108	87	18	229	228	229	10
72	NGAGEL	RATNA	100	10:28	131	112	78	15	230	233	231	8
73	NGAGEL	RATNA	100	18:22	86	42	103	46	226	227	227	25
74	NGAGEL	RATNA	100	18:46	39	18	52	39	230	230	232	22
75	NGAGEL	RATNA	150	18:28	70	65	54	35	229	226	228	19
76	NGAGEL	RATNA	150	18:58	140	160	150	73	231	232	231	37
77	NGAGEL	RATNA	160	18:40	137	131	93	43	231	230	231	23
78	NGAGEL	RATNA	200	18:52	190	170	150	60	226	228	228	34
79	NGAGEL	SULAWESI	25	10:06	21	12	31	9	226	226	226	5
80	NGAGEL	SULAWESI	25	10:40	45	47	46	10	230	233	231	6
81	NGAGEL	SULAWESI	50	09:02	57	34	31	14	230	233	231	8
82	NGAGEL	SULAWESI	50	09:10	25	24	21	6	232	233	232	4
83	NGAGEL	SULAWESI	50	09:17	13	23	31	7	224	224	224	4
84	NGAGEL	SULAWESI	50	09:28	34	51	20	11	223	229	224	7
85	NGAGEL	SULAWESI	50	09:31	42	41	40	9	225	225	226	5
86	NGAGEL	SULAWESI	50	09:59	49	32	21	6	230	226	230	4
87	NGAGEL	SULAWESI	50	10:32	21	22	23	6	224	225	228	4
88	NGAGEL	SULAWESI	100	09:03	98	95	96	6	222	228	226	4
89	NGAGEL	SULAWESI	100	09:10	101	103	100	8	220	220	220	5
90	NGAGEL	SULAWESI	100	09:18	114	114	115	34	229	229	230	18
91	NGAGEL	SULAWESI	100	09:18	100	95	96	6	230	231	231	4
92	NGAGEL	SULAWESI	100	09:19	85	87	99	15	229	228	229	9
93	NGAGEL	SULAWESI	100	09:22	108	79	99	10	230	229	229	6
94	NGAGEL	SULAWESI	100	09:24	115	100	107	10	235	230	232	6
95	NGAGEL	SULAWESI	100	09:25	78	68	91	76	230	231	230	40
96	NGAGEL	SULAWESI	100	09:26	100	102	103	8	229	228	229	5
97	NGAGEL	SULAWESI	100	09:26	54	51	58	11	229	229	229	7
98	NGAGEL	SULAWESI	100	09:34	127	100	93	6	230	233	231	4
99	NGAGEL	SULAWESI	100	09:36	65	65	64	3	224	225	226	2
100	NGAGEL	SULAWESI	100	09:38	112	114	110	9	230	231	230	6
101	NGAGEL	SULAWESI	100	09:40	99	101	89	11	229	228	229	8
102	NGAGEL	SULAWESI	100	09:40	101	99	93	9	224	224	224	5
103	NGAGEL	SULAWESI	100	09:42	78	75	79	10	224	228	231	6
104	NGAGEL	SULAWESI	100	09:46	122	101	95	9	228	227	228	5
105	NGAGEL	SULAWESI	100	09:47	85	86	87	9	225	224	227	6
106	NGAGEL	SULAWESI	100	09:50	94	58	20	14	230	231	231	8
107	NGAGEL	SULAWESI	100	09:52	64	62	64	12	228	226	227	8
108	NGAGEL	SULAWESI	100	09:58	62	64	62	15	227	228	227	8
109	NGAGEL	SULAWESI	100	09:58	101	103	100	10	231	230	231	7
110	NGAGEL	SULAWESI	100	10:00	65	65	62	6	225	224	226	4
111	NGAGEL	SULAWESI	100	10:08	70	75	79	6	230	229	230	5
112	NGAGEL	SULAWESI	100	10:08	62	64	64	8	224	225	225	5
113	NGAGEL	SULAWESI	100	10:10	130	135	132	11	229	230	229	7
114	NGAGEL	SULAWESI	100	10:15	74	78	81	12	224	228	231	7
115	NGAGEL	SULAWESI	100	10:16	58	57	59	7	228	228	227	5
116	NGAGEL	SULAWESI	100	10:24	98	117	101	12	232	233	232	7
117	NGAGEL	SULAWESI	100	19:10	44	53	52	25	230	230	230	16
118	NGAGEL	SULAWESI	160	09:16	147	151	152	9	229	228	228	6
119	NGAGEL	SULAWESI	160	09:33	188	178	190	14	230	231	229	9
120	NGAGEL	SULAWESI	160	09:44	92	89	91	11	226	225	225	7
121	NGAGEL	SULAWESI	160	09:45	103	102	111	10	224	226	227	6
122	NGAGEL	SULAWESI	160	09:52	61	65	63	8	227	226	227	5
123	NGAGEL	SULAWESI	160	09:52	88	87	89	6	222	228	226	5
124	NGAGEL	SULAWESI	160	10:04	154	152	150	10	230	233	231	6
125	NGAGEL	SULAWESI	160	10:14	92	94	92	9	225	225	226	6
126	NGAGEL	SULAWESI	160	10:22	145	142	141	10	224	224	224	6

NO	GARDU INDUK	PENYULANG	DAYA	JAM	ARUS (A)				TEGANGAN (V)			PERTAHANAN
					R	S	T	N	R	S	T	I _G
127	NGAGEL	SULAWESI	160	18:41	99	129	133	63	230	228	228	33
128	NGAGEL	SULAWESI	160	19:26	102	102	80	9	233	235	234	6
129	NGAGEL	SULAWESI	160	19:39	113	115	123	45	230	228	229	24
130	NGAGEL	SULAWESI	200	09:12	110	109	108	17	228	227	228	10
131	NGAGEL	SULAWESI	200	09:34	107	113	114	38	224	228	231	20
132	NGAGEL	SULAWESI	200	10:06	104	101	102	16	231	231	230	9
133	NGAGEL	SULAWESI	200	18:32	192	170	167	70	230	232	231	37
134	NGAGEL	SULAWESI	200	19:18	186	166	200	31	230	228	228	17
135	NGAGEL	SULAWESI	250	18:23	306	201	225	120	230	228	228	62
136	NGAGEL	SULAWESI	250	18:49	199	144	115	60	229	230	229	32

Dari hasil perhitungan pada didapatkan efisiensi terendah pada Penyulang Lumumba pada pukul 19:10 sebesar 99,7 %

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perhitungan biaya rugi daya, untuk menghitung rugi dalam bentuk rupiah dapat dihitung seperti dibawah ini :

- Tarif WPD:

Nilai rugi dalam rupiah = susut pada penghantar netral x harga per kwh

Nilai rugi dalam rupiah = $0,0082 \times 1035$

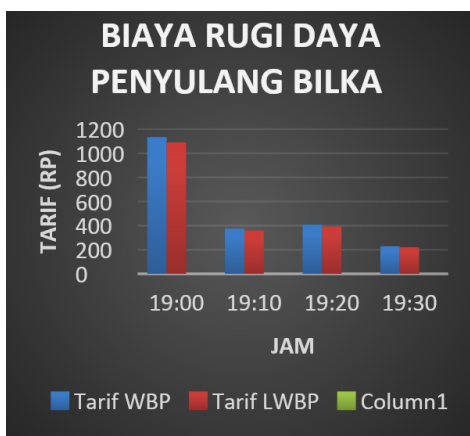
= Rp. 8.487

- Tarif LWBP:

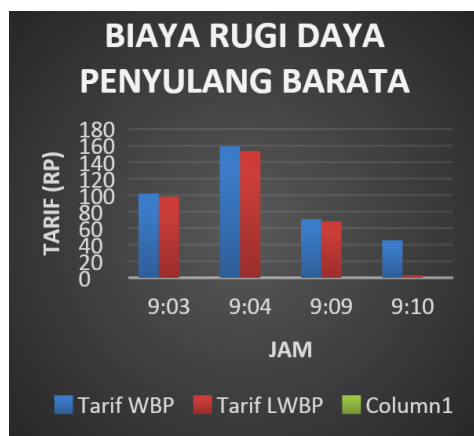
Nilai rugi dalam rupiah = susut pada penghantar netral x harga per kwh

Setelah mendapat hasil perhitungan didapatkan tarif WPD dan LWBP tertinggi adalah penyulang lumumba pada pukul 19:00 dengan WDP = Rp 1564.30 dan LWBP = Rp 1505.35

Berikut gambar 2.a, 2.b, 3.a, 3.b, 4.a, 4.b ini merupakan data grafik dari biaya rugi daya tiap penyulang :

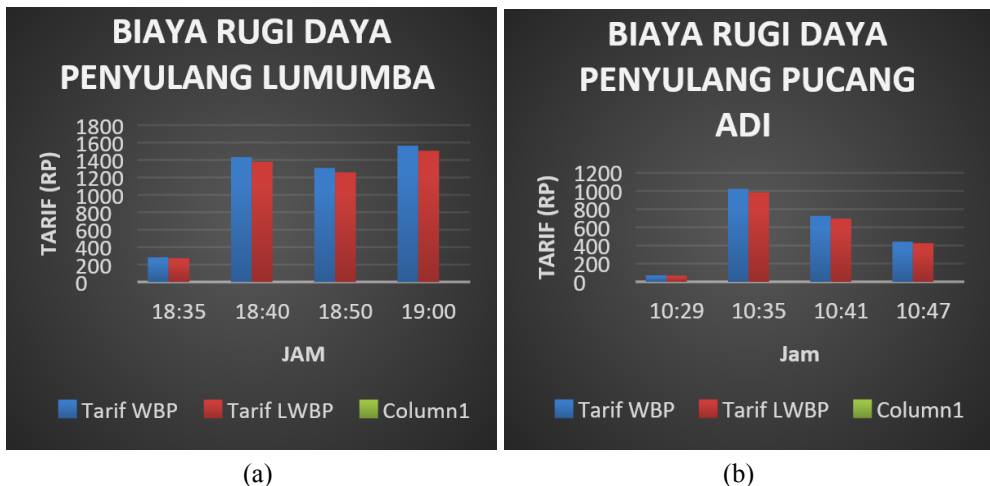


(a)

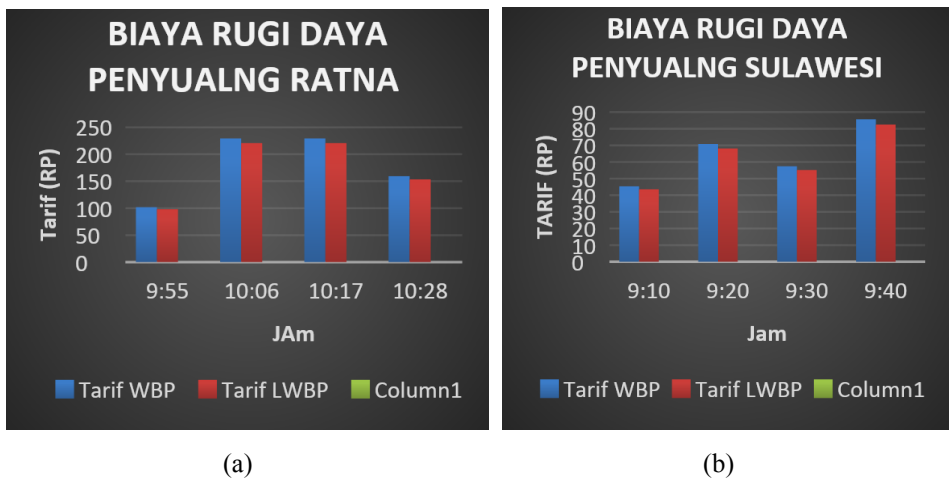


(b)

Gambar 2. a) Rugi Daya Penyulang Bilka, b) Rugi Daya Penyulang Barata



Gambar 3. a) Rugi Daya Penyulang Lulumba, b) Rugi Daya Penyulang Puncang Adi



Gambar 4. a) Rugi Daya Penyulang Ratna, b) Rugi Daya Penyulang Sulawesi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Ketidakseimbangan beban pada transformator salah satunya disebabkan oleh arus pada masing masing fasa berbeda.
2. Tarif WDP dan LWBP tertinggi adalah Penyulang Lumumba pada pukul 19:20 dengan WDP = Rp 6256.28 dan LWBP = Rp 6280.36
3. Nilai efisiensi terendah pada Penyulang Lumumba pada pukul 19:41 sebesar 80.9 %
4. Data yang ditarik dalam kesimpulan hanya dengan data yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] Z. Tharo, A. D. Tarigan, and R. Pulungan, “Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi)*, vol. 1, no. 1, pp. 10–15, 2018.
- [2] R. Syahputra Srg, R. Harahap, P. Arus, and R. Syahputra Siregar, “Perhitungan Arus Netral, Rugi-Rugi, dan Efisiensi Transformator Distribusi 3 Fasa 20 KV/400V Di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Timur Akibat Ketidakseimbangan Beban,” *Cetak) J. Electr. Technol.*, vol. 2, no. 3, 2017.
- [3] D. Ramadhan and W. BP, “Upaya Penurunan Losses Energy Berbasis Penyeimbangan Beban Pada Papan Hubung Bagi – Tegangan Rendah (Phb-Tr) Rayon Tasik Kota,” pp. 1–5.
- [4] I. W. Suwardana, I. P. Sutawinaya, and I. A. R. Wulandari, “Studi Analisis Rugi-Rugi Daya pada Penghantar Netral Akibat Sistem Tidak Seimbang di Jaringan Distribusi Gardu KA 1495 Penyulang Citraland Menggunakan Simulasi Program ETAP 7.0.,” *Logic*, vol. 3, no. 3, p. 8, 2014.
- [5] R. Daya, D. A. N. Efisiensi, T. Kl, J. Distribusi, and S. Pada, “ANALISIS BEBAN TAKSEIMBANG TERHADAP RUGI-,” vol. 5, no. 2, pp. 310–317, 2018.
- [6] D. Aprinaldo, “Optimasi Penyeimbangan Beban Pada Trafo Distribusi Terhadap Susut Energi (Aplikasi Feeder Sikakap),” vol. 4, no. 1, pp. 65–70, 2015.
- [7] D. Di and P. T. Pln, “Analisa Rugi â Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu,” *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 64–71, 2015.
- [8] D. A. S and E. Ervianto, “Dengan Pendekatan Kurva Beban Pada Jaringan Distribusi Pt . Pln (Persero) Area Pekanbaru,” *J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 1–6.
- [9] R. F. Sibarani and I. S. Amien, “Beban Pada Transformator Distribusi Pln Rayon Johor Medan,” pp. 49–54.