

ANALISA PEMBEBANAN INTERKONEKSI PADA PENYULANG PANGKUR, PENYULANG TAWUN, PENYULANG MUNENG MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP

¹ Ibnu Ali Mashuri, ² Kumala Mahda Habsari, ³ Mar'atus Shalikhah Nur Fitri
Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Kota Madiun

¹ibnu.alimashuri11@gmail.com, ²kumalamahda@pnm.ac.id, ³maratusnfitri@gmail.com

Abstract - Energy losses in the electricity distribution network are a problem that can cause losses, both from a technical and economic perspective. Losses or power losses are energy lost during the distribution process, the difference between the energy sent and the energy received. Losses are divided into two, namely technical and non-technical losses. Losses can be caused by losses, but losses can be suppressed or minimized. One method to reduce losses is load shedding, which is transferring part of the load to another feeder to obtain an optimal loss value. The interconnection between the Pangkur Feeder, Tawun Feeder, and Muneng Feeder requires efforts to minimize the loss value by gradually shifting the exiting Load Break Switch (LBS). The simulation results show that after load shedding, active power losses are reduced from 454.3 kW to 434.2 kW with a loss reduction of 20.1 kW. Meanwhile, reactive power losses decreased from 448.5 kVAR to 412.8 kVAR, with a loss reduction of 35.7 kVAR. From these results, it can be concluded that the load-sharing strategy through optimizing the LBS position is able to reduce the total losses of the interconnection network, thereby increasing the efficiency of electric power distribution.

Keywords — *Distribution Network; Power Loss; Load Break Switch (LBS); Distribution Efficiency*

Abstrak—Susut energi dalam jaringan distribusi listrik merupakan permasalahan yang dapat menyebabkan kerugian, baik dari sisi teknis maupun ekonomi. Susut atau rugi daya merupakan energi yang hilang dalam perjalanan penyaluran, selisih energi yang dikirim dengan energi yang diterima. Susut dibagi menjadi dua yaitu susut teknis dan non-teknis. Kerugian dapat ditimbulkan akibat adanya susut, akan tetapi susut dapat ditekan atau diminimalisir. Salah satu metode untuk mengurangi susut adalah pecah beban, yaitu mengalihkan sebagian beban ke penyulang lain untuk mendapatkan nilai susut yang optimal. Interkoneksi antara Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun, dan Penyulang Muneng memerlukan adanya upaya untuk meminimalisir nilai susut dengan upaya meminimalisir susut melalui pergeseran Load Break Switch (LBS) exiting secara bertahap. Hasil simulasi menunjukkan bahwa setelah dilakukan pecah beban, susut daya aktif berkurang dari 454,3 kW menjadi 434,2 kW dengan penurunan susut sebesar 20,1 kW. Sedangkan susut daya reaktif menurun dari 448,5 kVAR menjadi 412,8 kVAR dengan penurunan susut sebesar 35,7 kVAR. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa strategi pecah beban melalui optimalisasi posisi LBS mampu menurunkan susut total jaringan interkoneksi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi distribusi daya listrik.

Kata Kunci—*Jaringan Distribusi; Susut/rugi daya; Pecah Beban; Load Break Switch (LBS); Efisiensi Distribusi*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah salah satu bentuk energi yang esensial bagi kehidupan masyarakat dan kebutuhannya terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan pemakaian beban listrik modern menyebabkan terjadinya *demand coincidence*, di mana lonjakan permintaan secara bersamaan memperberat operasi dan pengelolaan sistem distribusi tenaga listrik. [1]. Oleh karena itu, peningkatan keandalan sistem jaringan distribusi diperlukan.

Dalam proses distribusi tentu saja terdapat permasalahan, salah satu permasalahan tersebut adalah susut. Susut atau rugi daya merupakan energi yang hilang dalam perjalanan penyaluran, selisih energi yang dikirim dengan energi yang diterima.[2]. Susut berdasarkan penyebabnya dibedakan menjadi dua antara lain, susut teknis dan susut non teknis. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi dapat terjadinya susut khususnya susut teknis yaitu, resistansi dan beban. Selain itu panjang jaringan dan luas penampang jaringan juga dapat mempengaruhi susut. Dimana semakin panjang jaringan dengan luas penampang penghantar yang kecil, maka besar susut yang dihasilkan juga besar.[2][3].

Sedangkan untuk susut non-teknis disebabkan bukan karena sifat dari bahan material atau peralatan Listrik melainkan disebabkan oleh perilaku konsumen (pencurian) atau alat ukur yang tidak terkalibrasi dengan baik. [4][5].

Untuk memastikan efisiensi dan keandalan operasional, maka sesuai dengan SPLN No. 72 Tahun 1987, desain jaringan distribusi tegangan menengah (TM) 20 kV harus memenuhi kriteria teknis tertentu. Pada jaringan dengan konfigurasi *open loop* dan *radial* batas maksimal jatuh tegangan adalah 5%. [6].

Permasalahan terkait susut ini juga merupakan salah satu permasalahan yang sedang dihadapi oleh PT. PLN (Persero) UP3 Madiun. Kerugian dapat ditimbulkan akibat adanya susut, akan tetapi susut dapat ditekan atau diminimalisir. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk menekan besarnya susut adalah dengan cara membagi beban dengan sumber energi lain dengan jaringan *existing* atau pecah beban dengan jaringan *existing*.

Metode pecah beban dapat menurunkan nilai susut yang terjadi dan telah dibuktikan oleh penelitian penelitian sebelumnya. Contoh pada jurnal dengan judul “Analisis Upaya Penurunan Susut Daya di Penyulang Anggur PT X Menggunakan Simulasi Software ETAP 12. 6 (T. Muktiningrum dan A.S. Zahra)” berhasil menurunkan nilai susut setelah dilakukan pecah beban, yang semula nilai susut sebelum pecah beban sebesar 348,3 kW turun menjadi 123,3 kW.[7]. Pada penelitian terdahulu dengan judul “Analisis Pengaruh Penambahan Penyulang dan Pemisahan Beban Terhadap Susut Daya Menggunakan Metode *Simple Branch Exchange* (Studi Kasus PT. PLN ULP Lima Puluh, Sumatera Utara) (I. Priyadi, J. Haidi, dan C. Sihotang)” dengan memisahkan beban jaringan dengan menambahkan *on* atau *off* saluran dan pencarian titik konfigurasi yang menghasilkan nilai susut daya tertkecil dapat menurunkan susut daya dengan susut daya sebelum pemisahan adalah 1.955 kW dan sesudah pemisahan sebesar 1.484,5 kW.[8]. Dan penelitian terdahulu yang berjudul “Analisis Susut Daya Jaringan sebagai Skema Opsi Penentuan Jalur Manuver Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang PWO2 PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Purworejo (B. Wafiq, M. H. S. Sahidanto, H. A. Zain, F. A. Nurulita, dan T. E. Putri) melalui analisa susut daya sebagai skema opsi penentuan jalur manuver jaringan dapat menurunkan nilai ENS dari 13.493, 67 kWh menjadi 77,64 kWh. [9].

Berdasarkan permasalahan dan penelitian terdahulu yang telah dilakukan tugas akhir ini membahas tentang perbaikan susut yang terjadi pada tiga penyulang, yaitu Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun, dan Penyulang Muneng, menggunakan metode pecah beban dengan jaringan *existing*. Parameter yang dibutuhkan pada penyelesaian tugas akhir ini adalah panjang hantaran, data beban penyulang, jenis dan ukuran dari penghantar serta *rating* transformator.

Software Mapinfo digunakan untuk membantu dalam memudahkan dalam mencari data data yang diperlukan, seperti panjang, jenis, ukuran hantaran, dan rating transformator. MapInfo adalah sebuah aplikasi pemetaan yang sering digunakan karena kemampuannya dalam menampilkan peta dengan berbagai variasi, meningkatkan kualitas gambar, serta mengedit setiap lapisan peta.[10]. Sedangkan untuk data beban diperoleh melalui data pengukuran yang dilakukan PLN. Dalam memudahkan simulasi digunakan *software* ETAP 12.6 dengan harapan melalui simulasi pada ETAP 12.6 dapat diperoleh data susut dari tiap tiap penyulang untuk nantinya dilakukan pecah beban.ETAP merupakan perangkat yang mampu bekerja pada *offline* untuk simulasi tenaga listrik, *online* untuk pengelolaan data *realtime* atau pengendalian secara *real-time*. [11]. Fitur ETAP yang digunakan untuk membantu dalam analisa yaitu *load flow analysis* untuk membantu mempermudah dalam studi aliran daya, dimana beberapa hal terkait dengan operasi jaringan, dapat ditelaah melalui studi aliran daya seperti, pengaturan tegangan, perbaikan faktor daya, kapasitas kawat penghantar, termasuk rugi rugi daya.[12].

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

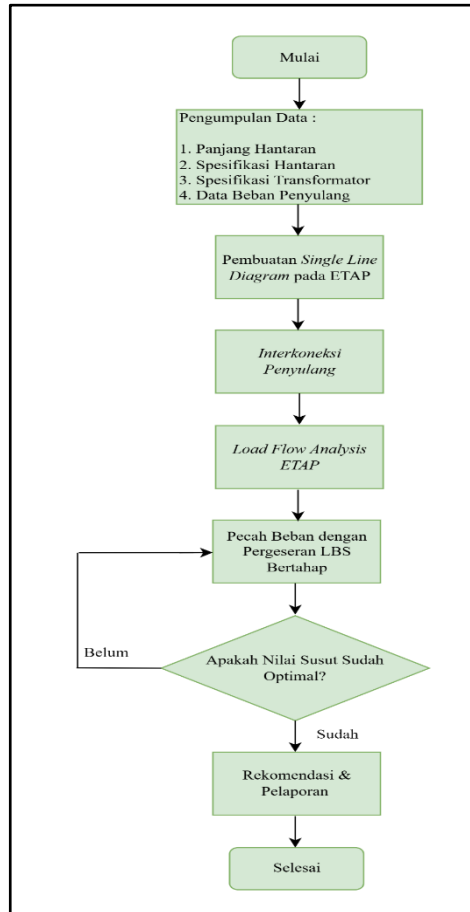
Penelitian ini berupa analisis yang dilakukan melalui *software* ETAP dengan melakukan *load flow analysis* untuk mendapatkan nilai susut teknis total yang akan dilakukan analisa. Pengumpulan data dilakukan melalui *software* MapInfo serta pengambilan data data dari PLN UP3 Madiun dengan data yang diperlukan antara lain, panjang penghantar, jenis penghantar, rating transformator beserta spesifikasinya, serta data beban penyulang. Jangka waktu penyelesaian dilaksanakan dari bulan Oktober 2024 – Maret 2025.

B. Gambar dan Tabel

Proyek ini membahas tentang analisa susut teknis total yang terjadi pada interkoneksi Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun, dan Penyulang Muneng untuk optimalisasi beban pada ketiga penyulang tersebut. Upaya yang

dilakukan untuk mengatasi susut teknis total pada interkoneksi ketiga penyulang tersebut adalah pecah beban dengan jaringan *existing* atau pergeseran LBS pada exit jaringan dari penyulang secara bertahap.

Dalam menyelesaikan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan pelaksanaan penyelesaian, dari pengumpulan data yang dilakukan pada *software* MapInfo serta pengumpulan data dari PT. PLN (Persero) UP3 Madiun, Pembuatan *single line diagram* pada *software* ETAP dan analisa hasil simulasi. Tahapan penyelesaian penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Proyek

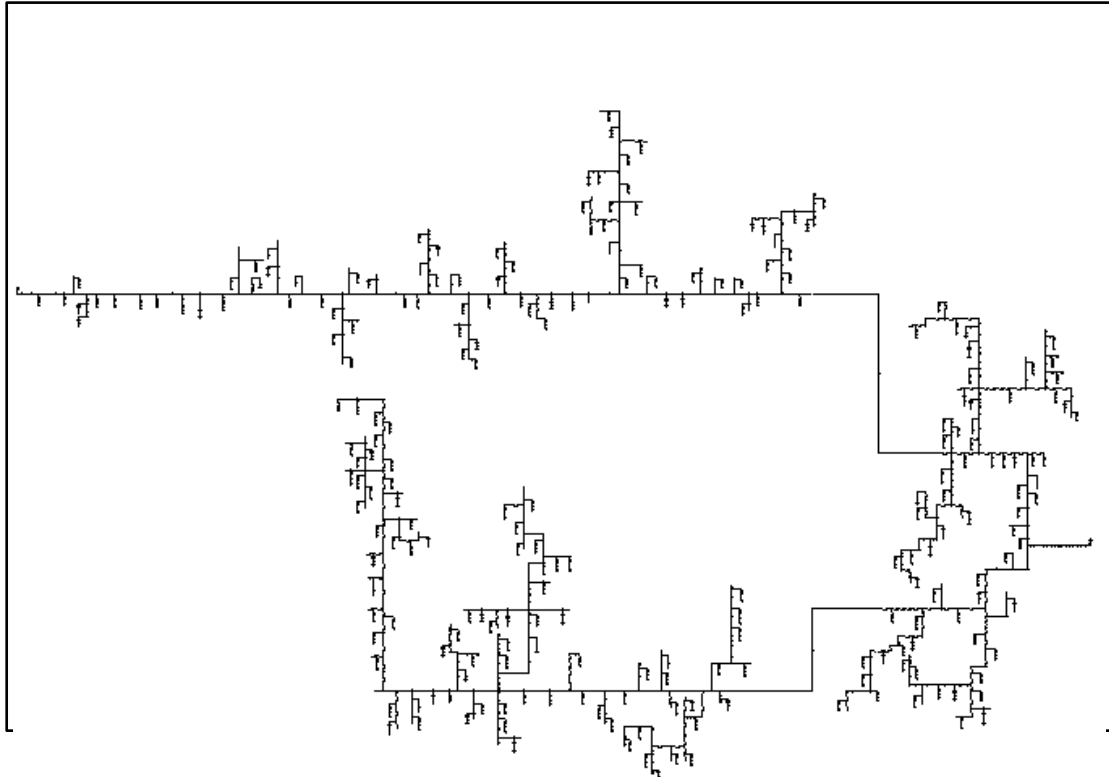
Gambar 1. menjelaskan tahapan pelaksanaan penyelesaian proyek. Penyelesaian proyek di awali dengan pengumpulan data, dilanjutkan dengan pembuatan single line diagram penyulang, setelah dilakukan pembuatan single line diagram dilanjutkan dengan interkoneksi penyulang antara PenyulangPangkur, Penyulang Tawun, dan Penyulang Muneng. Dilanjutkan dengan load flow analysis dan analisa hasil susut dan pergeseran LBS existing secara bertahap.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. INTERKONEKSI PENYULANG

Hasil susut optimal yang diharapkan dalam proyek ini merupakan hasil susut dari interkoneksi antara Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun, dan Penyulang Muneng. Antara penyulang terhubung satu sama lain yang dipisahkan oleh alat pemutus yaitu *Load Break Switch* (LBS). Penyulang Pangkur dan Penyulang Muneng dipisahkan oleh LBS Danguk yang merupakan LBS *existing*. Sedangkan antara Penyulang Muneng dan Penyulang

Tawun dipisahkan oleh LBS Samben yang merupakan LBS *existing*. LBS tersebut yang nantinya dilakukan pergeseran untuk menghasilkan susut yang optimal. Pada kondisi interkoneksi, *Load Flow Analysis* dilakukan dengan posisi LBS *existing* yang memisahkan antar penyulang dalam keadaan *open*. Optimalisasi dilakukan dengan pecah beban atau memindahkan sebagian beban ke penyulang lain dengan pergeseran LBS *existing* dari penyulang hingga mendapatkan nilai susut optimal. Optimal yang dimaksud dalam hal ini, nilai susut total dari interkoneksi penyulang antara Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun, dan Penyulang Muneng memiliki nilai *Losses* paling kecil dengan pencarian titik pergeseran LBS dilakukan secara uji coba bertahap.



Gambar 2. *Single Line Diagram* interkoneksi antar penyulang

B. SUSUT TEKNIS PENYULANG

Susut total teknis interkoneksi antara Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun, Penyulang Muneng sebelum dilakukan pecah beban dengan pergeseran LBS secara bertahap.

Tabel 1. Susut Teknis Total Interkoneksi Antar Penyulang

Susut Total Sebelum Pergeseran LBS Existing				
No.	Penyulang	Susut Teknis Penyulang		Arus (A)
		KW	KVAR	
1	Penyulang Pangkur	202,3	218,4	129
2	Penyulang Tawun	146,9	150,6	124
3	Penyulang Muneng	105,2	79,5	95,9
Susut Total =		454,3	448,5	

C. PERGESERAN ATAU PECAH BEBAN DARI PENYULANG PANGKUR KE PENYULANG MUNENG

Percobaan pergeseran ke-1 dilakukan dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng dengan percobaan dilakukan dengan memindahkan beban secara bertahap dengan menggeser LBS *existing* yang menghubungkan antara kedua penyulang.

Tabel
 Pergeseran
 Beban dari
 Pangkur ke
 Muneng

Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng						
No	Total Beban yang Dipindah	Susut Total		Arus (A)		
		KW	KVAR	Penyulang Tawun	Penyulang Muneng	Penyulang Pangkur
1	1	452,1	445	124	97,3	127,5
2	6	441,4	427,3	124	107,5	117,7
3	14	435,1	415,5	124	118,7	106,7
4	15	434,5	414	124	121,2	104,1
5	17	434,2	412,9	124	124	101,4
6	18	434,2	412,8	124	124,3	101
7	19	434,4	412,3	124	127,7	97,7
8	21	434,9	412,4	124	129,8	95,6
9	22	436,1	413,2	124	133,3	92
10	23	436,5	413,6	124	134,3	91

2. Hasil
 Pecah
 Penyulang
 Penyulang

Percobaan ke-1 menghasilkan nilai susut terkecil dengan memindahkan 18 beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng, yaitu 434,2 kW untuk daya aktif dan 412,8 kVAR untuk daya reaktif.

D. PERGESERAN ATAU PECAH BEBAN DARI PENYULANG PANGKUR DAN PENYULANG TAWUN KE PENYULANG MUNENG

Percobaan pergeseran ke-2 dilakukan dengan memindahkan beban dari Penyulang Pangkur dan Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng dengan percobaan dilakukan dengan memindahkan beban secara bertahap dengan menggeser LBS *existing* yang menghubungkan antar penyulang.

Tabel 3. Hasil Pergeseran Pecah Beban dari Penyulang Pangkur dan Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng

Pergeseran bertahap berdasarkan tabel tersebut dapat mengasilkan nilai susut yang semakin menurun hingga pada satu titik nilai susut mengalami kenaikan kembali. Diperoleh susut total terkecil yang didapatkan adalah dengan memindahkan 14 beban Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng dan 12 beban Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng sebesar 447,7 kW untuk daya aktif dan 429,5 kVAR untuk daya reaktif.

E. PERGESERAN ATAU PECAH BEBAN DARI PENYULANG PANGKUR KE PENYULANG MUNENG, PENYULANG MUNENG KE PENYULANG TAWUN

Percobaan pergeseran ke-3 dilakukan dengan memindahkan beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Tawun dengan percobaan dilakukan dengan memindahkan beban secara bertahap dengan menggeser LBS *existing* yang menghubungkan antar penyulang.

Tabel 4. Hasil Pergeseran Pecah Beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Tawun

Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Tawun							
No	Total Beban yang Dipindah		Susut Total		Arus (A)		
	Pangkur	Muneng	KW	KVAR	Penyulang Tawun	Penyulang Muneng	Penyulang Pangkur
1	1	13	462,8	461,4	142,1	78,9	127,5
2	6	14	452,2	443,7	144,1	87,1	117,7
3	14	33	482	480,3	168,7	72,7	106,7
4	15	35	496,7	498,4	175,7	67,8	104,1
5	15	33	480,3	477	168,7	75,3	104,1
6	15	14	442,6	426,2	144,1	101	104,1
7	15	13	440,9	423,9	168,7	103	104,1
8	14	35	498,7	502,0	175,7	65,2	106,7
9	14	33	482,0	480,3	168,7	72,7	106,7

Penyulang Pangkur dan Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng							
No	Total Beban yang Dipindah		Susut Total		Arus (A)		
	Tawun	Pangkur	KW	KVAR	Penyulang Tawun	Penyulang Muneng	Penyulang Pangkur
1	1	1	451,9	444,5	122,5	98,9	127,5
2	10	6	448,7	434,4	105,6	125,8	117,7
3	12	14	447,7	429,5	102,3	140,1	106,7
4	14	15	451,8	433,8	98,9	146	104,1
5	15	17	452,6	434,2	98,6	149	101,4
6	16	18	456,3	438,6	95,9	151,9	101
7	17	19	460,4	443,2	93,9	157,2	97,7
8	18	21	462	444,8	93,6	159,5	95,6
9	33	22	503,3	496,4	73,3	178,7	95,6
10	34	23	506,8	500,8	73	182,5	92

10	14	14	443,7	428,4	144,1	98,4	106,7
11	14	13	441,9	426	168,7	100,4	106,7
12	6	35	510,9	523	175,7	53,8	117,7
13	6	33	493,4	500	168,7	61,3	117,7
14	6	14	452,2	443,7	144,1	87,1	117,7
15	6	13	450,3	441,0	168,7	89,1	117,7
16	1	35	527,1	548,8	175,7	43,5	127,5
17	1	33	508,8	524,7	168,7	51,1	127,5
18	1	14	462,8	461,4	144,1	76,9	127,5
19	1	13	462,8	461,4	168,7	78,9	127,5

Pada percobaan ke-3 hasil menunjukkan nilai susut mengalami kenaikan dan terdapat nilai susut yang mengalami penurunan. Nilai susut total terkecil yang didapatkan adalah dengan memindahkan 15 beban Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng dan 13 beban Penyulang Muneng ke Penyulang Tawun sebesar 440,9 kW untuk daya aktif dan 423,9 kVAR untuk daya reaktif.

F. PERGESERAN ATAU PECAH BEBAN DARI PENYULANG TAWUN KE PENYULANG MUNENG, PENYULANG MUNENG KE PENYULANG PANGKUR

Percobaan pergeseran ke-4 dilakukan dengan memindahkan beban dari Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Pangkur dengan percobaan dilakukan dengan memindahkan beban secara bertahap dengan menggeser LBS *existing* yang menghubungkan antar penyulang.

Tabel 5. Hasil Pergeseran Pecah Beban dari Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Pangkur

Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Pangkur							
No	Total Beban yang Dipindah		Susut Total		Arus (A)		
	Tawun	Muneng	KW	KVAR	Penyulang Tawun	Penyulang Muneng	Penyulang Pangkur
1	1	1	455,7	450,6	122,5	96,2	130,1
2	10	9	472,6	473,3	105,6	105,1	137,8
3	12	10	475	475,9	102,3	100,3	137,8
4	13	11	478,5	480,1	98,9	111,3	138,1
5	12	11	475,5	476,9	102,3	107,9	138,1
6	10	11	473,2	474,5	105,6	104,7	138,1
7	1	11	469,2	472,5	122,5	87,9	138,1
8	13	10	478	479,1	98,9	111,6	137,8
9	12	10	475	475,9	102,3	100,3	137,8
10	10	10	472,6	473,5	105,6	105,1	137,8
11	1	10	468,6	471,4	122,5	88,2	137,8
12	13	9	478	479	98,9	111,6	137,8
13	12	9	474,9	475,8	102,3	108,3	137,8
14	10	9	472,6	473,3	105,6	105,1	137,8

Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng							
No.	Penyulang	Susut Teknis				Arus	
		Sebelum Pergeseran		Sesudah Pergeseran		Sebelum Pergeseran	Sesudah Pergeseran
		KW	KVAR	KW	KVAR	A	A
1	Penyulang Pangkur	202,3	218,4	125,3	122,3	129	101
2	Penyulang Tawun	146,9	150,6	146,9	150,6	124	124
3	Penyulang Muneng	105,2	79,5	162	139,9	95,9	124,3
Total		454,3	448,5	434,2	412,8		
% Penurunan Susut Interkoneksi				Daya Aktif = 9,5 % dan Daya Reaktif = 9,2 %			
15	1	9	468,6	471,2	122,5	88,2	137,8
16	13	1	466,9	461,2	98,9	119,6	130,1
17	12	1	463,6	457,6	102,3	116,3	130,1
18	10	1	461	454,8	105,6	113,1	130,1

Pada percobaan ke-4 nilai susut setelah dilakukan pergeseran memiliki nilai yang berada diatas nilai susut total interkoneksi sebelum dilakukan pergeseran. Meningkatnya nilai susut total berdasarkan hasil percobaan pergeseran pada skenario ke-4, menunjukan bahwa skenario ke-4 tidak dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan terkait optimalisasi susut total dengan pergeseran LBS *existing* secara bertahap.

G. ANALISA AKHIR

Berikut merupakan tabel yang menyajikan data analisa akhir yang dapat dijadikan sebagai perbandingan dalam pemilihan titik optimal untuk pergeseran LBS *existing* berdasarkan hasil susut total interkoneksi terkecil dari percobaan pergeseran yang dilakukan sebelumnya.

Tabel 6. Perolehan susut terkecil pecah beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng

Tabel 6. merupakan hasil susut terkecil percobaan ke-1 dengan memindahkan beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng yang menghasilkan susut total interkoneksi setelah dilakukan pecah beban yaitu, 434,2 kW untuk daya aktif dan 412,8 kVAR untuk daya reaktif.

Tabel 7. Perolehan susut terkecil pecah beban dari Penyulang Pangkur dan Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng

Penyulang Pangkur dan Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng							
No.	Penyulang	Susut Teknis				Arus	
		Sebelum Pergeseran		Sesudah Pergeseran		Sebelum Pergeseran	Sesudah Pergeseran
		KW	KVAR	KW	KVAR	A	A
1	Penyulang Pangkur	202,3	218,4	138,2	137,2	129	106,7
2	Penyulang Tawun	146,9	150,6	102,8	97,9	124	102,3
3	Penyulang Muneng	105,2	79,5	206,7	194,4	95,9	140,1

Total	454,3	448,5	447	429,5		
% Penurunan Susut Interkoneksi	Daya Aktif = 9,8 % dan Daya Reaktif = 9,5 %					

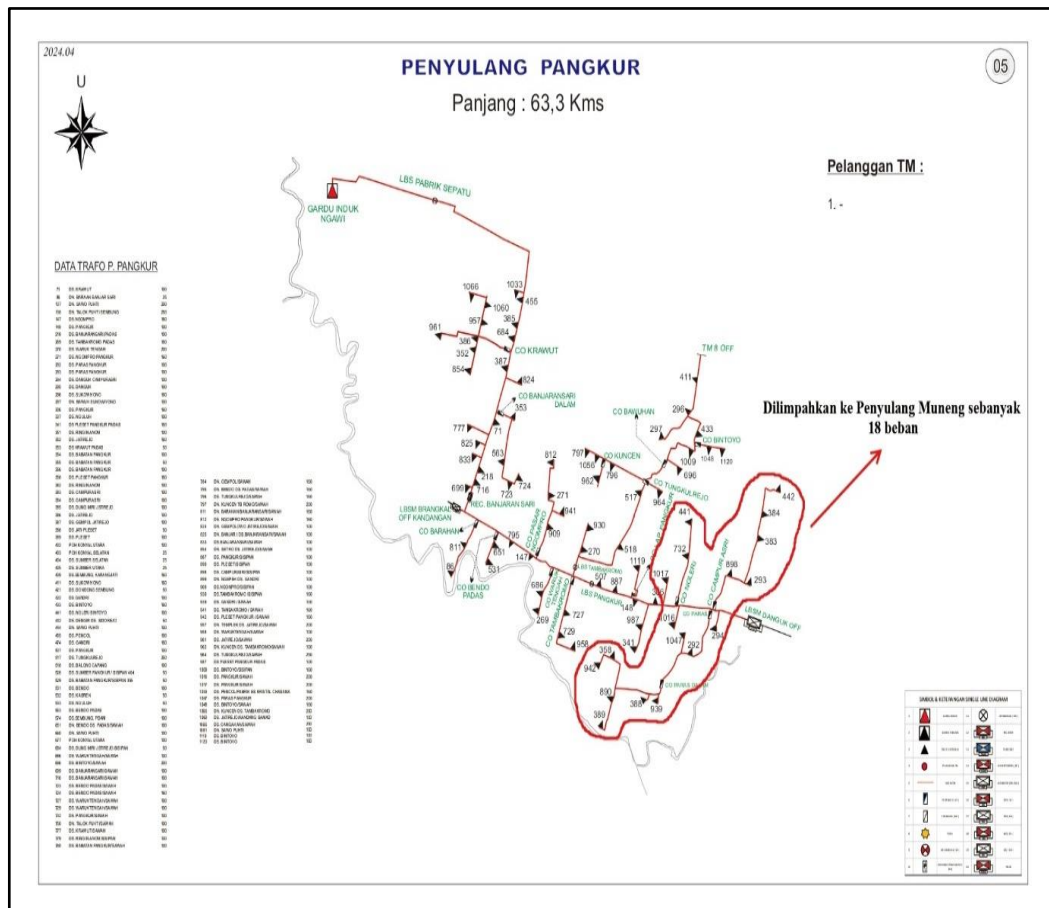
Tabel 7. merupakan hasil susut terkecil percobaan ke-2 dengan memindahkan beban dari Penyulang Pangkur dan Penyulang Tawun ke Penyulang Muneng yang menghasilkan susut total interkoneksi setelah dilakukan pecah beban yaitu, 447 kW untuk daya aktif dan 429,5 kVAR untuk daya reaktif.

Tabel 8. Perolehan susut terkecil pecah beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Tawun

Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Tawun							
No.	Penyulang	Susut Teknis				Arus	
		Sebelum Pergeseran		Sesudah Pergeseran		Sebelum Pergeseran	Sesudah Pergeseran
		KW	KVAR	KW	KVAR	A	A
1	Penyulang Pangkur	202,3	218,4	132,3	129,8	129	104,1
2	Penyulang Tawun	146,9	150,6	191,5	204,6	124	142,1
3	Penyulang Muneng	105,2	79,5	117	89,5	95,9	103
Total		454,3	448,5	440,8	423,9		
% Penurunan Susut Interkoneksi		Daya Aktif = 9,7 % dan Daya Reaktif = 9,4 %					

Tabel 8. merupakan hasil susut terkecil percobaan ke-3 dengan memindahkan beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng, Penyulang Muneng ke Penyulang Tawun yang menghasilkan susut total interkoneksi setelah dilakukan pecah beban yaitu, 440,8 kW untuk daya aktif dan 423,9 kVAR untuk daya reaktif.

Berdasarkan ketiga tabel diatas dapat dilihat dan dapat dibandingkan nilai dari susut berdasarkan percobaan yang telah dilakukan. Terjadi penurunan susut teknis secara keseluruhan berdasarkan hasil percobaan sebelum dan sesudah adanya pergeseran. Sedangkan untuk susut tiap penyulang tentu saja terdapat kenaikan dan penurunan, namun hal tersebut tidak menjadi permasalahan dikarenakan yang menjadi fokus adalah nilai susut dari interkoneksi jaringan antara Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun dan Penyulang Muneng. Percobaan ke-1 menjadi opsi untuk menyelesaikan atau mengatasi optimalisasi nilai susut pada jaringan interkoneksi antara Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun dan Penyulang Muneng, dikarenakan memiliki nilai hasil akhir susut total paling kecil diantara percobaan yang dilakukan, yaitu sebesar 434,2 kW untuk daya aktif dan 412,8 kVAR untuk daya reaktif dari susut total sebelum dilakukan pergeseran sebesar 454,3 kW untuk susut daya aktif dan 448,5 kVAR untuk daya reaktif.



Gambar 3. Beban Penyulang Pangkur yang dialihkan ke Penyulang Muneng

Gambar 3. Merupakan gambar pemetaan beban Penyulang Pangkur pada Mapinfo, dimana pada bagian yang dilingkari merupakan beban yang akan dialihkan ke Penyulang Muneng sesuai dengan hasil percobaan ke-1. Dimana pada percobaan ke-1 dengan mengalihkan 18 beban dari Penyulang Pangkur ke Penyulang Muneng memiliki hasil susut total teknis interkoneksi paling kecil dibandingkan dengan percobaan yang lainnya. Dengan hasil perpindahan tersebut diharapkan jaringan distribusi dapat beroperasi secara efisien dan handal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan *single line diagram* dan simulasi *load flow analysis* menggunakan software ETAP, diperoleh nilai susut total interkoneksi pada jaringan distribusi antara Penyulang Pangkur, Penyulang Tawun, dan Penyulang Muneng. Analisis ini memberikan gambaran kondisi awal susut daya yang terjadi pada sistem sebelum dilakukan optimasi.

Melalui percobaan pergeseran *Load Break Switch (LBS)* existing secara bertahap, diketahui bahwa susut total interkoneksi dapat diturunkan. Penentuan titik optimal dilakukan dengan membandingkan hasil susut total dari setiap skenario percobaan, dan diperoleh nilai susut terkecil sebesar 434,2 kW untuk daya aktif dan 412,8 kVAR untuk daya reaktif. Nilai ini lebih rendah dibandingkan susut teknis awal yang mencapai 454,3 kW untuk daya aktif dan 448,5 kVAR untuk daya reaktif. Hasil ini menunjukkan bahwa pergeseran LBS dapat menjadi opsi alternatif dalam mengoptimalkan nilai susut daya.

Berdasarkan analisis pecah beban dengan metode uji coba pergeseran LBS existing secara bertahap, dapat disimpulkan bahwa strategi ini merupakan salah satu solusi efektif dalam upaya pengoptimalan susut daya.

Penerapan metode tersebut mampu menghasilkan proses distribusi tenaga listrik yang lebih efisien sehingga mendukung keandalan sistem jaringan distribusi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Gust, A. Schlüter, S. Feuerriegel, I. Úbeda, J. T. Lee, and D. Neumann, “Designing electricity distribution networks: The impact of demand coincidence,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 315, no. 1, pp. 271–288, 2024, doi: 10.1016/j.ejor.2023.11.029.
- [2] S. Syukri, M. Muliadi, and A. Akbar, “Analisa Perhitungan Susut Teknis Di Pt. Pln (Persero) Rayon Singkil,” *Elektrika*, vol. 16, no. 1, p. 20, 2024, doi: 10.26623/elektrika.v16i1.8854.
- [3] P. N. Zanjani, S. Javadi, M. H. Aliabadi, and G. B. Gharehpetian, “A Novel Approach for Mitigating Electrical Losses and Current Unbalance in Low Voltage Distribution Networks,” *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–17, 2025, doi: 10.1049/gtd2.70072.
- [4] A. H. Fadhilah, “Susut Non Teknis Pada Kwh Meter 1 Phasa Di PT. PLN ULP Brebes,” *J. Ilm. Wahana Pendidikan, Juli*, vol. 9, no. 14, pp. 78–84, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8170416>.
- [5] W. K. Wibowo, R. Purwaningsih, and A. Susanty, “Analisa Implementasi Anomaly Early Warning System pada Pelanggan Automatic Meter Reading (AMR) dalam Pengendalian Susut Jaringan Distribusi pada PLN UP3 Mataram,” *Jpii*, vol. 2, no. 5, pp. 339–344, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24594>.
- [6] A. Hasibuan, A. Afrizal, M. Jannah, S. Nisworo, F. S. Lukman, and I. M. A. Nrrartha, “Optimizing Technical Losses of the PLN Distribution Network with Changes in Operational Patterns in 2023 at PLN ULP Lhokseumawe,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 19, no. 4, 2023, doi: 10.17529/jre.v19i4.33838.
- [7] T. Muktingrum and A. S. Zahra, “Analisis Upaya Penurunan Susut Daya di Penyulang Anggur PT X Menggunakan Simulasi Software ETAP 12.6,” *J. Tecnoscienza*, vol. 8, no. 2, pp. 381–396, 2024, doi: 10.51158/tecnoscienza.v8i2.1213.
- [8] I. Priyadi, J. Haidi, and C. Sihotang, “Analisis Pengaruh Penambahan Penyulang Dan Pemisahan Beban Terhadap Susut Daya Menggunakan Metode Simple Branch Exchange (Studi Kasus PT PLN ULP Lima Puluh, Sumatera Utara),” *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 13–21, 2021, doi: 10.33369/jamplifier.v11i2.18579.
- [9] B. Wafiq, M. H. S. Sahidanto, H. A. Zain, F. A. Nurulita, and T. E. Putri, “Analisis Susut Daya Jaringan sebagai Skema Opsi Penentuan Jalur Manuver Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang PWO2 PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Purworejo,” *J. List. Instrumentasi, dan Elektron. Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 39–45, 2023, doi: 10.22146/juliet.v4i2.84941.
- [10] L. Sianturi and S. Hutauruk, “Kajian Optimasi Jaringan GSM di Gedung Utama Universitas HKBP Nommensen Medan,” *J. Visi Eksakta*, vol. 1, no. 1, p. 43, 2020, doi: 10.51622/eksakta.v1i1.50.
- [11] O. E. Olabode, D. O. Akinyele, T. O. Ajewole, S. O. Omogoye, and A. A. Raji, “Impact of integrating type-1 distributed generation on distribution network using modified genetic algorithm and voltage stability index: a technical and cost–benefit analysis approach,” *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 71, no. 1, pp. 1–50, 2024, doi: 10.1186/s44147-024-00561-0.
- [12] *et al.*, “Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.