



Terbit online pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Peningkatan Indeks Kinerja Keandalan Pada *Smart Feeder* Menggunakan *LBS Three Way*

Ermawati^a, Engla Harda Arya^b, Wijianto^c

^{a,b,c}Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Jl. Dirgantara No. 4 Arengka Pekanbaru, 28125, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 15 Desember 2023

Revisi Akhir: 29 Desember 2023

Diterbitkan Online: 29 Desember 2023

KATA KUNCI

Penyulang,

Load Break Switch Three Way,

Keandalan Jaringan

KORESPONDENSI

Telepon: +6285271277210

E-mail : ermawatip44@gmail.com

A B S T R A C T

Pelayanan pelanggan di bidang kelistrikan harus dipastikan pasokan tenaga listrik berlangsung secara terus menerus, bila terjadi gangguan atau padam, maka dengan cepat harus dilakukan pemulihan atau melakukan skema manuver yang memungkinkan pelanggan tidak merasakan durasi padam yang lama. Salah satu aplikasi dalam mengatasi hal tersebut diperlukan pemasangan *Load Break Switch (LBS) 3 three way* untuk mendukung suplai penyulang Bahrain yang menyuplai Pulau Rupa bila terjadi gangguan di zona 1 maka suplai bisa di pindah dalam hitungan detik yang sebelumnya manuver dilakukan dalam waktu 3 Jam. Berdasarkan perbandingan target dan realisasi sebelum pemasangan *LBS 3 way* dimana utuk Target SAIDI 5,99 jam sudah terealisasi sebesar 35% & SAIFI 3,98 kali sudah terealisasi sebesar 27 % untuk 1 penyulang Bahrain saja, dimana target ini untuk 1 ULP dan untuk 23 Penyulang Aktif. Hasil penelitian dari pemasangan *LBS 3 Way* meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi dalam menyuplai tenaga listrik. Indeks keandalan kinerja Distribusi meningkat dengan nilai rata-rata 99% dari realisasi sebelum pemasangan dengan persentase realisasi terhadap target kinerja SAIDI sebesar 0,0003% dan SAIFI sebesar 5%.

1. PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan yang handal dan berkualitas atau berstandar tinggi merupakan kontributor yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat modern. Peranan energi listrik yang dominan pada industri, telekomunikasi, teknologi informasi, pertambangan, angkutan umum dan lain-lain, semua itu dapat dipertahankan karena ketersediaan listrik, maka usaha di berbagai sektor sebagaimana tersebut di atas akan mengalami kerugian yang cukup besar. ketika listrik tiba-tiba padam atau tegangan tidak stabil, ketika perusahaan berhenti bekerja, atau produk yang diproduksinya rusak. Seperti yang dilakukan PT. PLN (Persero) UP3 Dumai ULP Dumai Kota untuk mengurangi jumlah pelanggan yang mengalami padam dan durasi pemadaman pada saat suplai SKTM Zona 1 Bahrain yang melayani Pulau Rupa

gangguan dengan pemasangan *Load Break Switch (LBS) Three Way*. Berdasarkan permasalahan di atas, diadakan penelitian mengenai analisis pengaruh pemasangan *Load Break Switch Three Way (LBS 3 Way)* terhadap peningkatan kualitas pelayanan penyulang, khususnya keandalan SAIDI, SAIFI & ENS. Ada beberapa hal yang menjadi tujuan dari penelitian ini yaitu mengisolir titik gangguan untuk percepatan penormalan, mempercepat manuver sumber suplai jika zona 1 gangguan, mempersingkat durasi padam yang dirasakan pelanggan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan saluran penyuplai tenaga listrik dari gardu induk ke pelanggan / konsumen. Jaringan

distribusi umumnya dibagi menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi primer adalah jaringan pada jaringan distribusi tegangan menengah. Sistem distribusi jaringan distribusi primer berjalan dari gardu induk (sisi sekunder transformator daya) ke stasiun distribusi (sisi primer transformator distribusi) atau dari gardu induk langsung menuju ke konsumen tegangan menengah 20 kV. [1]

Energi listrik dialirkan melalui penyulang (*Feeder*) yang memiliki dua jenis saluran, yaitu saluran udara dan saluran kabel bawah tanah. Penyulang yang melewati gardu distribusi tegangannya diturunkan sesuai kebutuhan. Tugas gardu distribusi adalah menurunkan tegangan primer menjadi tegangan tegangan sekunder atau rendah 220/380 V atau biasa disebut gardu *Stepdown*

Sistem jaringan distribusi tenaga listrik adalah suatu sarana sistem tenaga listrik untuk mendistribusikan tenaga listrik ke konsumen. Saat mendistribusikan tenaga listrik dari pusat beban ke konsumen, sistem distribusi listrik harus disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar, dengan mempertimbangkan faktor beban, perkembangan ke depan, kondisi sekitar dan efisiensi..

2.1.1. Jaringan Tegangan Menengah

Jaringan distribusi tegangan menengah atau jaringan primer ialah tenaga listrik yang mengalir dari gardu induk (sisi keluaran trafo) ke sisi gardu distribusi (sisi masukan trafo) atau dari gardu induk langsung ke pelanggan yang membutuhkan tegangan 20kV. Dalam pendistribusian tenaga listrik ke konsumen listrik di daerah tersebut, penggunaan sistem distribusi tegangan menengah sebagai jaringan utama merupakan upaya utama untuk menghindari kerugian pada kebutuhan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT PLN Persero sebagai pemegang kuasa utama sesuai dengan UU Ketenagalistrikan No. 30 Tahun 2009. Jaringan distribusi tegangan menengah yang digunakan PLN adalah 20 kV. [2]

Konstruksi jaringan tegangan menengah dapat dibagi menjadi 3 jenis sebagai berikut:

1. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)
2. Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)
3. Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM)

2.1.2. Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah

Konstruksi (SKTM) Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan Menengah merupakan jaringan distribusi tenaga listrik tegangan menengah (20 kV) yang memanfaatkan potensi konduktif berupa kabel yang dipasang / dialirkan dan ditanam di bawah tanah. Struktur SKTM ini merupakan struktur yang sangat aman dan handal untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah,

namun harga pembangunan relatif lebih mahal untuk mendistribusikan daya yang sama. Ini dimungkinkan melalui insulasi konduktor fasa-spesifik dan perlindungan mekanis yang diperlukan. Dalam kategori biaya yang dibutuhkan, penimbunan langsung merupakan yang paling murah dibandingkan dengan menggunakan pipa atau bahkan terowongan (terowongan beton).

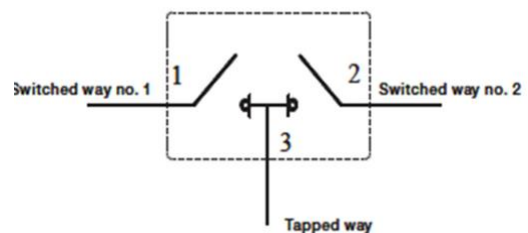
Penggunaan jaringan distribusi bawah tanah tegangan menengah (SKTM) sebagai jaringan utama distribusi tenaga listrik merupakan tujuan terpenting untuk meningkatkan distribusi. Dibandingkan SUTM, penggunaan SKTM meminimalkan risiko kegagalan dari faktor eksternal/meningkatkan keselamatan listrik. Secara umum, terdapat 2 jenis SKTM meliputi:

1. SKTM bawah tanah – *underground MV Cable*.
2. SKTM laut – *Submarine MV Cable*

Selain keamanan yang lebih tinggi, penggunaan SKTM dalam distribusi daya yang sama lebih mahal, karena konstruksi konduktor berinsulasi khusus fasa dan perlindungan mekanis yang diperlukan untuk keselamatan listrik.[3]-[7]

2.2. Load Break Switch Three Way (LBS 3 Way)

Load Break Switch (LBS) 3 Way adalah saklar pemutus beban yang berbeda dengan pemutus umumnya, yang membedakan *load break switch (LBS) 3 Way* dengan *load break switch (LBS)* pada umumnya. Bedanya adalah *LBS* ini menggunakan 3 *channel* atau 3 jalur.



Gambar 1 Skema *LBS 3 Way*

Peralatan Ini ditempatkan pada sambungan utama dalam jaringan distribusi, peralatan ini juga dapat digunakan sebagai kombinasi dua cabang, yang tujuannya adalah untuk mengarahkan arus ke jalur cabang lain jika terjadi gangguan, sehingga mengurangi daerah gangguan listrik (pemadaman).[8]

Pemasangan *LBS 3 Way* pada penelitian ini berlokasi di Mundam untuk Suplai ke Pulau Rupa dengan fisik seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 LBS 3 Way

2.3. Penyulang Pintar (Smart Feeder)

Pada Sistem Distribusi diperlukan kehandalan, yang memungkinkan sistem ini berperan saat terjadi gangguan, mulai dari mendeteksi lokasi gangguan hingga skema *Smart Feeder* yang mampu memulihkan diri. *Smart Feeder* berarti suatu sistem yang dapat mendeteksi gangguan dan memulihkan diri agar pasokan energi listrik tetap sampai ke konsumen dengan cara manuver ke penyulang lain dengan otomasi secara *remote* ataupun manual.

2.4. Kehandalan (Reliability)

Pada sistem distribusi Kehandalan pada jaringan distribusi merupakan ukuran seberapa tersedia/tingkat layanan jaringan yang diberikan kepada pengguna/pelanggan. Besarnya kehandalan dapat dinyatakan dalam seberapa sering terjadi pemadaman listrik pada sistem, durasi lama pemadaman listrik terjadi dan seberapa cepat diperlukan pemulihan keadaan setelah terjadi pemadaman listrik (pemulihan). Beberapa indeks telah dikembangkan untuk menilai keandalan sistem kelistrikan. Kehandalan sistem distribusi ialah indeks titik beban dan indeks sistem, yang memungkinkan pemahaman mendalam tentang semua kinerja. Keandalan meliputi: *SAIDI*, *SAIFI* dan *ENS*. [9], [10]

- 1) *System Average Interruption Duration Index (SAIDI)* diartikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya gangguan untuk setiap konsumen yang umumnya selama satu tahun. Berikut definisi dari *SAIDI*:

$$SAIDI = \frac{\text{durasi padam kali pelanggan padam}}{\text{total pelanggan}}$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i \cdot N_i}{N_t} \text{ jam/pelanggan/tahun} \quad (1)$$

Keterangan :
 U_i = Durasai/lama Pemadaman (jam)
 N_i = Jumlah Pelanggan Padam (pelanggan)
 N_t = Jumlah Total pelanggan yang dilayani

- 2) *System Average Interruption Frekuensi Index (SAIFI)* diartikan sebagai nilai rata-rata dari kali gangguan untuk setiap konsumen yang umumnya selama satu tahun. Berikut definisi dari *SAIFI*:

$$SAIFI = \frac{\text{frekuensi padam kali pelanggan padam}}{\text{total pelanggan}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum F_i \cdot N_i}{N_t} \text{ kali/pelanggan/tahun} \quad (2)$$

Keterangan :
 F_i = Frekuensi Pemadaman (kali)
 N_i = Jumlah Pelanggan Padam (pelanggan)

- 3) *ENS (Energy Not Supply) & AENS (Average Energy Not Supply)* didefinisikan sebagai besaran daya yang tidak tersalurkan ke, *ENS & AENS* di definisikan sebagai berikut

$$ENS = \frac{\sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \cos \phi \cdot t}{1000} \text{ kWh} \quad (3)$$

$$AENS = \frac{\text{Energi tidak tersalurkan}}{\text{total pelanggan}} \text{ kWh} \quad (4)$$

- 4) Analisa Perhitungan *CAIDI* & *CAIFI* menggunakan persamaan berikut:

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \text{ Jam/Kali} \quad (5)$$

$$CAIFI = \frac{SAIFI}{\text{Total Jumlah pelanggan Padam}} \text{ Kali/Jam} \quad (6)$$

- 5) Analisa Perhitungan *FGTM* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FGTM = \frac{\text{frekuensi gangguan} \times 100 \text{ kms}}{\text{total panjang jaringan}} \quad (7)$$

3. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja PT. PLN (Persero) UP3 Dumai ULP Dumai Kota Saluran Kabel Tegangan Menengah Zona 1 Penyulang Bahrain yang melayani Pulau Rupa dengan panjang jaringan 1032,3 kms dan melayani 13761 pelanggan. Pengambilan data dilakukan melalui informasi dokumenter dari perusahaan dan perpustakaan seperti jurnal yang berkaitan dengan materi yang dibahas, kemudian sebagian besar informasi data dikumpulkan dari observasi di lapangan.

Menganalisa perhitungan-perhitungan data yang didapat dari lapangan, dan menganalisa hasil dari observasi yang dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan. Untuk mendapatkan hasil penelitian sesuai dengan kebutuhan

3.1. Standar IEEE 1366-2003 Dan Target Kinerja ULP Dumai Kota

Pemasangan LBS 3 Way ini guna meningkatkan indeks kehandalan terutama SAIDI & SAIFI yang telah disepakati dengan target seperti pada tabel 1.

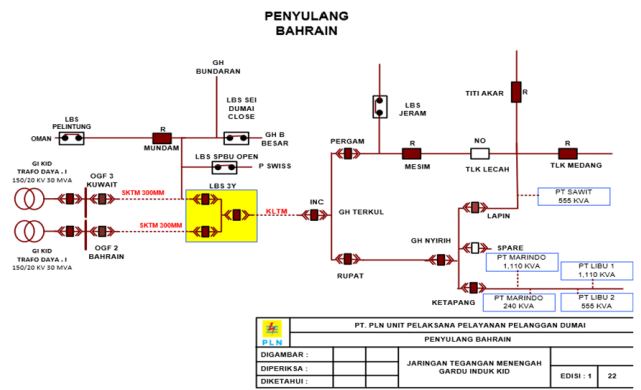
Tabel 1 Standar IEEE 1366 -2003 Dan Target Kinerja

NO.	INDIKATOR KINERJA	IEEE 1366-2003	TARGET
1.	SAIDI	2,30 Jam	5,99 Jam
2.	SAIFI	1,45 Kali	3,98 Kali

Data pada tabel 1 adalah Standar IEEE 1366 - 2003 dan target SAIDI & SAIFI untuk ULP Dumai Kota dalam 1 tahun dimana di unit ini terdapat 23 Penyulang aktif

3.2. Diagram Satu Garis

Pada gambar 3 menunjukkan Diagram Satu Garis penyulang Bahrain dengan 2 Suplai sebagai dasar dari penelitian ini



Gambar 3 Diagram Satu Garis Penyulang Bahrain

(1)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Trip Sebelum Dan Sesudah Pemasangan LBS 3 Way

Untuk menentukan nilai dari Index Kehandalan penyulang Bahrain di perlukan data Trip sebelum dan sesudah pemasangan LBS 3 Way pada Zona 1 yang ditunjukkan oleh tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2 Data Gangguan Penyulang Bahrain zona 1 sebelum Pemasangan LBS 3 Way

No.	Tanggal Padam	Tanggal Nyala	Beban Sebelum Padam	Durasi Padam (menit)	Durasi (jam)	Pelanggan P. Bahrain	Pelanggan Dumai Kota
1	2021-03-11	2021-03-11	210	228,07	3,8	13761	126568
2	2021-04-14	2021-04-14	210	59,22	1,0	13761	126568
3	2021-04-28	2021-04-28	210	205,55	3,4	13761	126568
4	2021-07-25	2021-07-25	210	86,27	1,4	13761	126568
5	2021-08-29	2021-08-29	210	52,50	0,9	13761	126568
6	2021-09-03	2021-09-03	210	112,97	1,9	13761	126568
7	2021-11-09	2021-11-09	210	87,75	1,5	13761	126568
8	2022-01-28	2022-01-28	210	127,03	2,1	13761	126568
9	2022-04-04	2022-04-04	210	91,35	1,5	13761	126568
10	2022-06-26	2022-06-26	210	113,23	1,9	13761	126568

Tabel 3 Data Gangguan Penyulang Bahrain zona 1 setelah Pemasangan *LBS 3 Way*

No.	Tanggal Padam	Tanggal Nyala	Beban Sebelum Padam	Durasi Padam (menit)	Durasi (jam)	Pelanggan P. Bahrain	Pelanggan Dumai Kota
1	2022-07-11	2022-07-11	210	0,01	0,000083	13761	126568
2	2022-09-28	2022-09-28	210	0,01	0,000083	13761	126568

4.2. Hasil Perhitungan Sebelum Dan Sesudah Pemasangan *LBS 3 Way*

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1) – (7) untuk SAIDI, SAIFI, ENS, AENS, CAIDI, CAIFI dan FGTM sebelum dan sesudah pemasangan *LBS 3 Way*, sehingga didapat hasil pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Sebelum Dan Sesudah Pemasangan *LBS 3 Way*

NO.	KINERJA	SEBELUM	SESUDAH
1	SAIDI (Jam/Plg/Thn)	2,11	0,00002
2	SAIFI (Kali/Plg/Thn)	1,09	0,22

NO.	KINERJA	SEBELUM	SESUDAH
3	ENS (kWh)	119.809,48	1,03
4	AENS (kWh)	0,95	0,00001
5	CAIDI (Jam/Kali)	1,94	0,0001
6	CAIFI (Kali/ Plg)	0,00008	0,00002
7	FGTM (Kali)	0,97	0,19

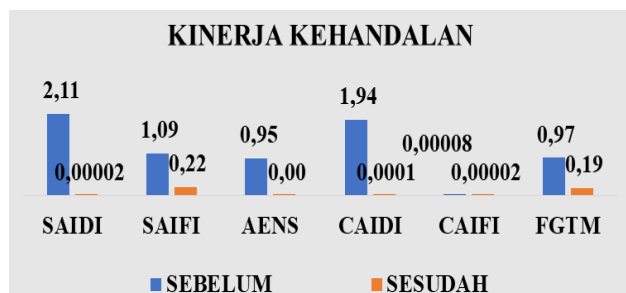
4.3. Hasil Perbandingan Pemasangan *LBS 3 Way*

Tabel 5 adalah realisasi sebelum dan sesudah pemasangan *LBS 3 Way* dimana perbandingan hasil indeks kinerja merupakan perbaikan dari peningkatkan index kehandalan jaringan Distribusi.

Tabel 5 Hasil Perbandingan Pemasangan *LBS 3 Way*

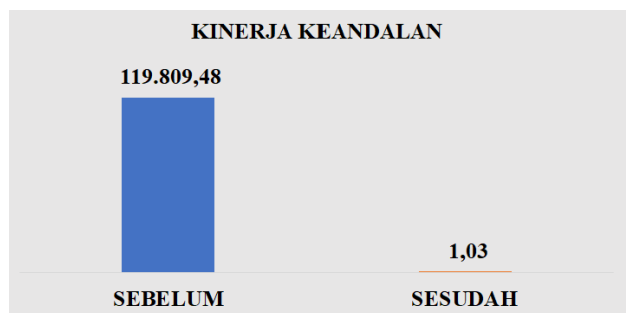
No	Kinerja	IEEE 1366-2003	Target	Sebelum	Sesudah	Selisih	Realisasi Sebelum	Realisasi Sesudah	Indeks Perbaikan
1	SAIDI	2,3	5,99	2,11	0,00002	-2,11	35%	0,0003%	99,999%
2	SAIFI	1,45	3,98	1,09	0,22	-0,87	27%	5%	80,000%
3	ENS	-	-	119.809,48	1,03	-119808,45	-	-	99,999%
4	AENS	-	-	0,95	0,00001	-0,95	-	-	99,999%
5	CAIDI	-	-	1,94	0,0001	-0,94	-	-	99,999%
6	CAIFI	-	-	0,00008	0,00002	0,00	-	-	80,000%
7	FGTM	-	-	0,97	0,19	-0,77	-	-	80,000%

Hasil perbandingan tabel 5 dari pemasangan *LBS 3 Way* sangat berdampak positif dan signifikan, terlihat dari indeks perbaikan nilainya diatas 80 %. Gambar 5 menunjukkan grafik kinerja pemasangan *LBS 3 Way*



Gambar 5 Kinerja Keandalan SAIDI, SAIFI, AENS, CAIDI, CAIFI & FGTM

Gambar 5 menunjukkan grafik kinerja keandalan yang menjelaskan nilai untuk SAIDI, SAIFI, AENS, CAIDI, CAIFI & FGTM setelah pemasangan LBS 3 Way nilai indeks kinerja menurun drastis, hal ini dapat dilihat pada tabel 5 salah satu contoh nilai SAIDI sebelumnya 2,11 dan sesudah pemasangan LBS 3 Way nilainya menjadi 0,00002 mengalami penurunan sebesar 99,99% yang artinya untuk Indeks keandalan menjadi naik.



Gambar 6 Kinerja Keandalan ENS

Dari gambar 6 grafik kinerja keandalan dapat dilihat nilai untuk ENS atau daya yang tidak tersalurkan turun sangat signifikan dimana nilai sebelumnya 119.809,48 kWh menjadi 1,03 kWh sesudah pemasangan LBS 3Way

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pengambilan data, perhitungan, analisa dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan durasi pemadaman menurun drastis dari rata-rata 3 Jam menjadi 0,3 Detik. Nilai indikator kinerja SAIDI, SAIFI, ENS, AENS, CAIDI, CAIFI DAN FGTM sebelum dan sesudah pemasangan LBS 3 Way mengalami perubahan penurunan yang sangat signifikan, yang mana hal ini membuktikan bahwa tingkat keandalan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Syufrijal & M. Readysal, "Jaringan distribusi tenaga listrik," 2014, vol. 1, p. 203.
 [2] Pius alberth sihotang, "Studi Pemeliharaan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Penyulang Ls-7 Daerah Kerja Pt Pln (Persero)

Ulp Medan Baru Pius Alberth Sihotang Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Medan," 2019.

[3] S. E. Arbain , Titi Andriani , Muhammad Hidayatullah, "Pemeliharaan jaringan distribusi di pt. pln ulp 2 mawasangka," 2021, vol. 2, pp. 73–76.
 [Online].Available:http://www.jurnal.uts.ac.id/index.php/hexagon/article/view/880.
 [4] R. Wibowo *et al.*, "Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik," *PT. PLN*, 2010, pp. 3–4.
 [5] (PERSERO) PT PLN, "Materi Standarisasi Konstruksi Sistem Distribusi Tenaga listrik." .
 [6] (PERSERO) PT PLN, "Materi Standarisasi Konstruksi JTM-SUTM." .
 [7] (PERSERO) PT PLN, "EDARAN DIREKSI PT PLN (PERSERO) NOMOR : 0018.E/DIR/2014," no. 3, 2020, pp. 23–25.
 [8] I Kadek Hery Samudra, I Gede Dyana Arjana, I Wayan Artha Wijaya, " Studi Peningkatan Kualitas Pelayanan Penyulang Menggunakan Load Break Switch (LBS) Three Way", *Teknologi Elektro*, Vol 15, No. 1, Januari – Juni 2016.
 [9] Alen Tri Maliky, Subuh Isnur Haryudo, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Pada Penyulang Pejangkungan Di PT. PLN Pasuruan Menggunakan Metode RIA (Reliability Index Assesment)", *Jurnal Teknik Elektro*, Vol 9 No.1, Januari 2020, 835 – 843.
 [10] Samudra, I. K. Studi Peningkatan Kualitas Pelayanan Penyulang. *Studi Peningkatan Kualitas Pelayanan Penyulang*, 2016,.48.