

# Perencanaan Sistem *Loop* Jaringan 20 kV Menggunakan *Load Breaking Switch Motorized* di Penyulang Sawit, Jati dan Pala

<sup>1</sup>Fitriono,<sup>2</sup>Dasweptia,<sup>3</sup>Hamimi,<sup>4</sup>Muhammad Heryan,

<sup>1234</sup>Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Lampung  
<sup>1</sup>fitriono.umlampung@gmail.com  
<sup>2</sup>ddj\_ckm@yahoo.co.id  
<sup>3</sup>hamimi0867@gmail.com

**Abstrak** — Perencanaan Sistem *Loop* Jaringan 20 kV Menggunakan LBS (*Load Breaking Switch Motorized*) di Penyulang Sawit, Jati dan Pala. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Lampung. Setiap jaringan tegangan menengah 20 kV termasuk jaringan penyulang Sawit, Jati dan Pala pasti akan mengalami pemadaman untuk proses pemeliharaan secara berkala, selain itu dengan kondisi jaringan yang relatif panjang yaitu penyulang Sawit 78,4 KMS, penyulang Jati 45,8 KMS dan penyulang Pala 130,1 KMS maka potensi akan terjadi gangguan pada jaringan penyulang Sawit, Jati dan Pala cukup tinggi. Berdasarkan kondisi pemeliharaan dan potensi gangguan yang akan terjadi serta konfigurasi jaringan eksisting yang tidak memungkinkan untuk dimanuver maka penyaluran energi listrik ke pelanggan menjadi tidak handal. Untuk mendapatkan jaringan tegangan menengah yang handal tentunya perlu dilakukan analisis, evaluasi dan simulasi kehandalan jaringan dalam menghadapi kondisi-kondisi pemeliharaan dan gangguan. Karena tingginya ENS (*Energy Not Supplied*) yang ditimbulkan pada simulasi kondisi eksisting maka dilakukan perencanaan pemasangan LBSM pada titik manuver penyulang atau titik pertemuan penyulang yaitu LBSM *Dono Mulyo* (pertemuan penyulang Sawit dan Pala) dan LBSM *BD 8* (pertemuan penyulang Jati dan Pala), selain itu untuk mempercepat waktu pengusutan gangguan maka juga dilakukan resetting dan pengaktifan fungsi *sectionalizer* pada LBSM yang menjadi pembatas setiap *section* di penyulang.

**Kata kunci** — Sistem *Loop* Jaringan 20 kV, Sawit, Jati, Pala

**Abstract** — Every 20 kV medium voltage network including Sawit, Jati and Pala feeder networks will definitely experience a periodic blackout for maintenance processes, in addition to the relatively long network conditions, namely the Palm feeder 78.4 KMS, Teak feeder 45.8 KMS and Pala 130 feeders 1 KMS, the potential for disruption in the palm feeder tissue, teak and nutmeg is quite high. Based on the maintenance conditions and potential disruptions that will occur as well as the configuration of the existing network that does not allow for maneuvering, the distribution of electrical energy to customers becomes unreliable. To get a reliable medium voltage network, it is of course necessary to analyze, evaluate and simulate network reliability in dealing with maintenance and disruption conditions. Due to the high ENS (*Energy Not Supplied*) caused by the existing condition simulation, LBSM installation planning was carried out at the feeder maneuvering point or the feeder meeting point, namely LBSM *Dono Mulyo* (sawit and pala feeder meeting) and LBSM *BD 8* (jati dan pala feeder meeting), in addition to speeding up the investigation of disturbances, resetting and activating the function of the sectionalizer on LBSM are also limited to each section of the feeder.

**Keywords** — Medium Voltage Network, Palm feeder.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman yang begitu pesat membuat energi listrik menjadi salah satu kebutuhan pokok yang harus dipenuhi setiap waktu, oleh karena itu mengakibatkan tingkat konsumsi energi listrik yang menjadi

semakin tinggi. Melihat tingginya kebutuhan akan energi listrik maka kehandalan pasokan energi listrik ke setiap pelanggan perlu terus dijaga agar tidak mengalami pemadaman yang berdurasi lama dan berkali-kali.

Dalam upaya menjaga kehandalan pasokan energi listrik yang disalurkan ke pelanggan melalui jaringan tegangan

menengah (20kV) maka perlu di lakukan pemeliharaan pada jaringan secara berkala. Selain itu dengan kondisi jaringan yang relatif panjang (berdasarkan data PT. PLN ULP Blambangan Umpu panjang penyulang Sawit 78,4 KMS, panjang penyulang Jati 45,8 KMS dan panjang penyulang Pala 130,1 KMS) maka terdapat peluang terjadinya gangguan pada jaringan 20 kV. Kondisi pemeliharaan dan gangguan yang mengakibatkan jaringan 20 kV padam dan tidak dapat dimanuver akan mengurangi kehandalan pasokan energi kepada pelanggan, Karena tingginya ENS (*Energy Not Supplied*) yang ditimbulkan, sehingga perlu dilakukan perencanaan pembuatan sistem *loop* jaringan 20 kV dan pembagian *section* jaringan 20 kV untuk mengurangi daerah yang mengalami pemadaman.

Untuk membagi *section* jaringan 20 kV dapat menggunakan beberapa tipe pemutus jaringan tegangan menengah. Salah satu pemutus yang disarankan adalah dengan menggunakan *Load Break Switch Motorized* (LBSM). Selain difungsikan sebagai pemutus atau saklar, LBSM dapat melakukan monitoring beban dan tegangan yang disalurkan dan dapat dikoordinasi dengan peralatan proteksi dengan mengfungsikan LBSM sebagai *sectionalizer* yaitu peralatan bekerja membuka secara otomatis ketika merasakan adanya kondisi hilang tegangan dan merasakan arus gangguan untuk mengisolasi *section* jaringan yang terganggu.

Berdasarkan latar belakang diatas maka diputuskan untuk melakukan Penelitian yang dilaksanakan berisi tentang perencanaan sistem *loop* jaringan 20 kV menggunakan *Load Break Switch Motorized* (LBSM) di penyulang sawit, jati dan pala.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai kekonsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah sebagai pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karenacatu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70kV, 150kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh salurandistribusi primer.

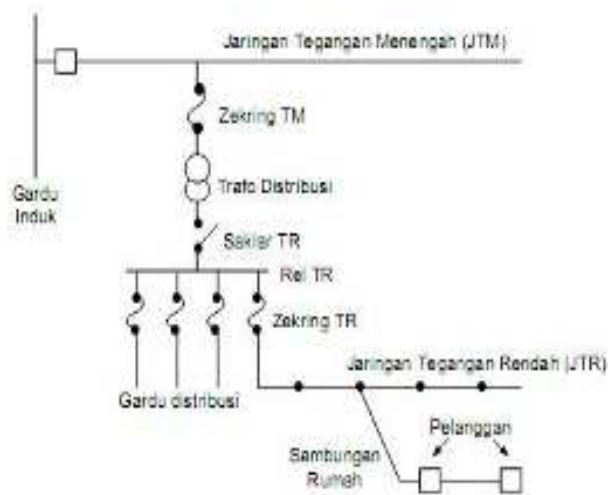
Dari salurandistribusi primer inilah gardu gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder kekonsumen-konsumen.

Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan. Dalam sistem distribusi primer (20 kV) dapat dilakukan perhitungan terhadap daya yang disalurkan pada pelanggan yaitu sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \theta \quad (1)$$

Keterangan :

- P : Daya Listrik dalam watt (kW)
- I : Arusbeban (A)
- V : Teganganline-line(kV)
- Cos  $\theta$  : Faktor daya listrik



Gbr. 1 Proses penyediaan listrik bagi para konsumen (Distribusi)

### B. Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan tegangan menengah 20 kV meliputi:

#### 1) Gardu Induk

Gardu induk berisikan ujung-ujung dari saluran transmisi/subtransmisi, transformator, peralatan proteksi peralatan kontrol dan pangkal saluran distribusi.

#### 2) Gardu Hubung (*Switch Substation*)

Gardu hubung merupakan gardu penghubung antara gardu induk dengan gardu trafo distribusi.

#### 3) Gardu Distribusi

Gardu Distribusi adalah gardu yang berisikan trafo distribusi dan merupakan daerah / titik pertemuan antar jaringan primer dan jaringan sekunder karena pada gardu ini tegangan menengah (TM) diubah ketegangan rendah (TR).

#### 4) *Feeder* (Penyulang)

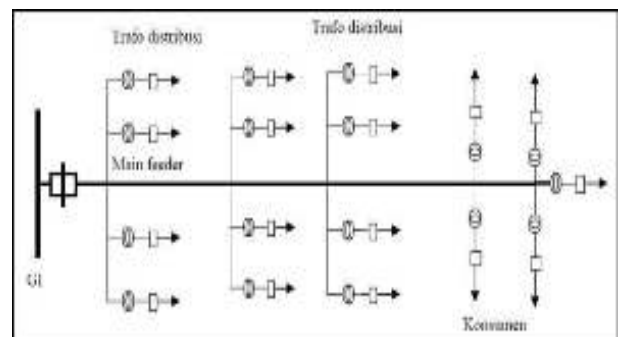
*Feeder* (Penyulang) dalam jaringan distribusi merupakan saluran yang menghubungkan gardu induk dengan gardu distribusi.

### C. Pola Dasar Jaringan.

Jumlah penyulang yang ada di suatu kawasan/daerah biasanya lebih dari satu. Semakin besar dan kompleks beban yang dilayani di suatu kawasan/daerah maka semakin banyak pula jumlah penyulang yang diperlukan. Gabungan beberapa penyulang dapat membentuk beberapa tipe sistem jaringan distribusi primer dapat dibagi menjadi empat yaitu:

#### 1) Pola Jaringan *Radial*

Sistem distribusi dengan struktur *radial* adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi tetapi penyulang ini tidak saling berhubungan. Kerugian tipe jaringan ini apabila jalur utama pasokan terputus maka seluruh penyulang akan padam. Kerugian lain mutu tegangan pada gardu distribusi yang paling akhir kurang baik, hal ini dikarenakan besarnya rugi-rugi pada saluran.



Gbr. 2 Pola Jaringan *Radial*

Adapun keunggulan dan kelemahan dari sistem saluran radial antara lain adalah :

#### 1. Keunggulan :

- Bentuknya sederhana
- Biaya investasi relatif murah

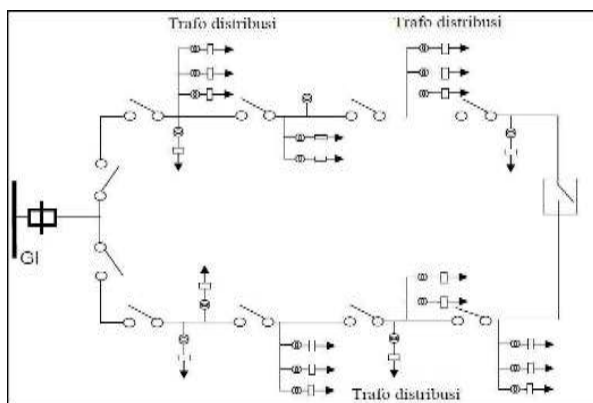
#### 2. Kelemahan :

- Kualitas pelayanannya kurang baik karena rugi tegangan dan rugi daya pada daya relatif besar.
- Kontinuitas pelayanan daya tidak terjamin sebab antara titik sumber dan titik beban hanya ada satu alternatif saluran.

Bila saluran tersebut mengalami gangguan, maka seluruh rangkaian setelah gangguan akan mengalami pemadaman total.

## 2) Sistem Lingkar (*Loop/Ring*)

Sistem Sistem jaringan distribusi primer tipe lingkar (*loop/ring*) merupakan gabungan atau perpaduan dari dua buah sistem radial. Secara umum operasi normal sistem ini hampir sama seperti sistem radial. Hal ini dikarenakan jumlah sumber dan penyulang yang ada pada suatu jaringan adalah lebih dari satu buah. Bagan sistem jaringan distribusi primer tipelingkar ditunjukkan pada gambar.



Gbr.3 Pola Jaringan Hantaran Penghubung (*Tie Line*)

Keunggulan dan kelemahan dari sistem saluran ini adalah :

1. Keunggulan :
  - a. Kontinuitas penyaluran daya listrik cukup tinggi.
  - b. Stabilitas tegangan sistem yang mantap.
  - c. Tingkat keamanan dan kehandalan yang cukup tinggi.
2. Kelemahan :
  - a. Biaya pemasangan relatif mahal.
  - b. Biaya pemeliharaan relatif tinggi.

## 3) Sistem *Spindel*

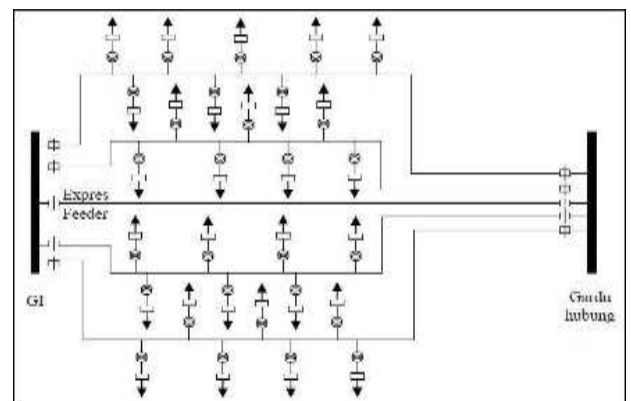
Sistem jaringan distribusi primer tipe spindel merupakan modifikasi dari sistem lingkar (*loop/ring*) yang terdiri dari beberapa penyulang, masing-masing penyulang berpangkal pada satu gardu induk dan ujung-ujungnya akan terhubung di gardu hubung. Penyulang tersebut dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- Penyulang kerja (*working feeder*)

Adalah penyulang yang dioperasikan untuk mengalirkan daya listrik dari sumber pembangkit sampai kepada konsumen, sehingga penyulang ini dioperasikan dalam keadaan bertegangan dan sudah dibebani. Operasi normalnya hampir sama seperti sistem *radial*.

- Penyulang cadangan (*express feeder*)

Adalah penyulang yang menghubungkan gardu induk langsung ke gardu hubung dan tidak dibebani gardu-gardu distribusi. Pada operasi normal penyulang ini tidak berbeban dan hanya berfungsi sebagai penyulang cadangan untuk mensuplai penyulang tertentu yang mengalami gangguan melalui gardu hubung. Bagan sistem jaringan distribusi primer tipe *spindel* terlihat pada gambar.



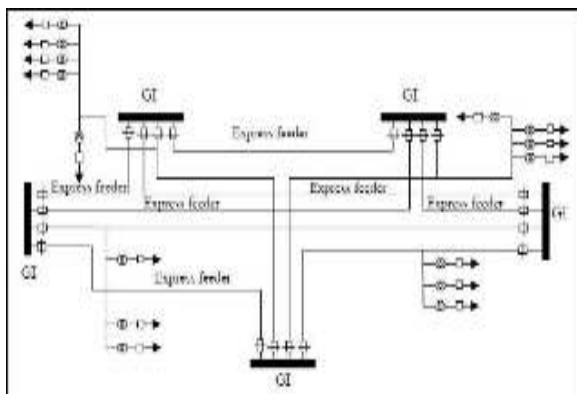
Gbr.4 Pola Jaringan Lingkar (*Loop*)

Keunggulan dan kelemahan dari sistem ini adalah :

1. Keunggulan :
  - a. Mempunyai kehandalan sistem yang lebih tinggi
  - b. Rugi tegangan dan daya relatif kecil
2. Kelemahan :
  - a. Beban setiap penyulang terbatas
  - b. Biaya sangat mahal
  - c. Harus mempunyai tenaga lapangan yang terampil.

#### 4) Sistem Gugus (*Mesh*)

Sistem jaringan distribusi primer gugus (*mesh*) ini merupakan variasi dari sistem *spindel express feeder*). Pada sistem ini penyulang cadangan diberi beban sebagai mana halnya penyulang kerja. Sistem ini mempunyai tingkat kehandalan dan kontinuitas yang lebih baik di bandingkan dengan sistem lingkaran (*loop/ring*) ataupun *radial*. Sistem ini jarang dipergunakan pada sistem distribusi primer tegangan menengah. Pada umumnya sistem ini diterapkan pada sistem transmisi tegangan tinggi yang sering disebut sebagai sistem interkoneksi. Bagan sistem jaringan distribusi primer tipe *mesh* terlihat pada gambar.



Gbr. 5 Pola Jaringan Spindel

Keunggulan dan kelemahan dari sistem saluran ini adalah :

1. Keunggulan :
  - a. Mempunyai kehandalan sistem yang lebih tinggi
  - b. Dapat mengikuti pertumbuhan dan perkembangan beban.
  - c. Kualitas tegangan baik dan rugi daya kecil
2. Kelemahan :
  - a. Cara pengoperasian sulit
  - b. Biaya sangat mahal

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Metodologi

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Penelitian ini meliputi :

- 1) Studi Pustaka dan Pembelajaran Kasus
 

Studi Pustaka dan Pembelajaran Kasus yaitu dengan mempelajari teori dan mengumpulkan data SLD (*Single Line Diagram*), data pembebanan penyulang, dan referensi-referensi ilmiah yang mendukung.
- 2) Permodelan Sistem
 

Berdasarkan data yang terkumpul kemudian digunakan untuk memodelkan kondisi sistem eksisting. Permodelan ini bertujuan untuk mengetahui titik-titik pembagian *section* dan beban setiap penyulang eksisting.
- 3) Analisa Sistem
 

Berdasarkan data yang terkumpul kemudian digunakan untuk memodelkan kondisi sistem eksisting. Permodelan ini bertujuan untuk mengetahui titik-titik pembagian *section* dan beban setiap penyulang eksisting.
- 4) Perancangan sistem
 

Pada tahap ini dilakukan perencanaan untuk merancang sistem *loop* dengan menempatkan LBSM pada posisi yang optimal dan maksimal untuk menjaga kehandalan penyaluran energi listrik.
- 5) Perhitungan energi tidak tersalurkan
 

Membuat laporan sehingga menambah dari hasil analisis dan perancangan sistem *loop* kemudian dilakukan perbandingan ENS untuk kondisi sebelum digunakan sistem *loop* dan setelah digunakan sistem *loop*.
- 6) Penyusunan hasil Penelitian
 

Hal ini bertujuan sebagai bentuk pertanggung jawaban dan agar nantinya hasil Penelitian ini dapat menjadi referensi analisis permasalahan serupa dan menambah pengetahuan dalam bidang IPTEK. Karena itulah

#### B. Waktu dan Tempat Penelitian

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang tepat dan akurat maka proses penelitian ini dibagi menjadi dua proses utama dalam pelaksanaannya. Proses yang pertama terkait diskusi kondisi sistem eksisting dan

pengambilan data-data pendukung seperti data metering setiap penyulang dan pemutus yang akan menjadi bahan evaluasi dan perencanaan *loop* penyulangnya. Agar didapatkan data yang paling sesuai dengan kondisi sebenarnya maka proses yang pertama akan dilakukan di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Blambangan Umpu.

Setelah selesai mendapatkan data-data kondisi eksisting beserta pemodelannya maka kemudian dilanjutkan dengan proses yang kedua yaitu terkait penyusunan Penelitian, pengumpulan teori-teori pendukung serta pelaksanaan penulisan Penelitian dan pembimbingan dengan dosen pembimbing Penelitian. Untuk proses ini akan dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Lampung.

Agar proses penelitian Penelitian ini mendapatkan hasil yang maksimal maka waktu pelaksanaan direncanakan akan terlaksana selama tiga bulan yang terdiri dari satu bulan awal untuk melaksanakan proses yang pertama dan dua bulan selanjutnya untuk melaksanakan proses yang kedua. Untuk waktu pelaksanaan Penelitian yaitu pada tanggal 1 November 2018 sampai dengan 31 Januari 2019.

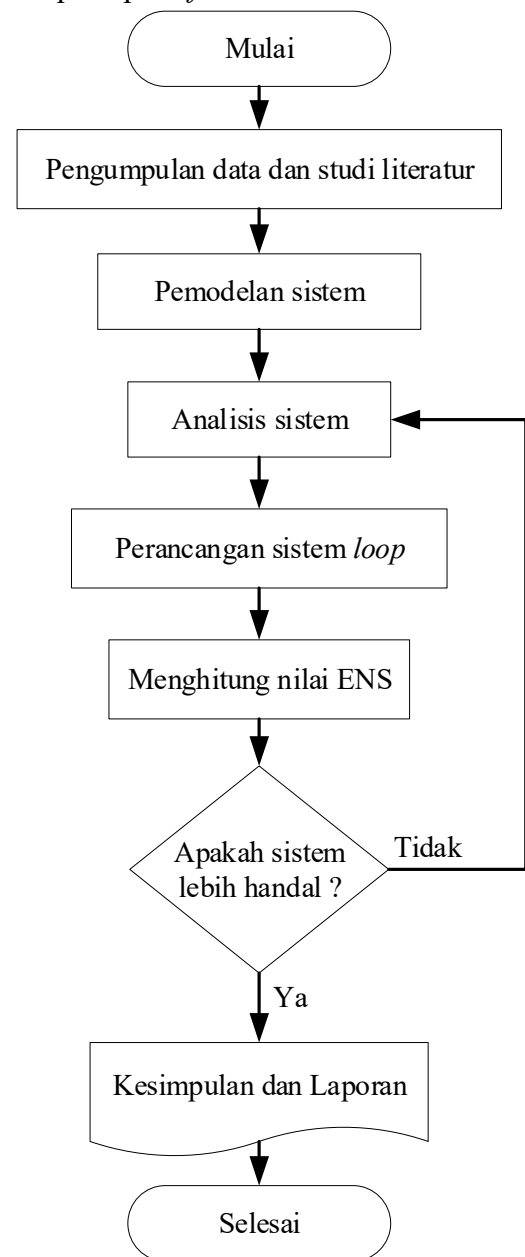
### C. Jenis Penelitian

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal maka digunakan metode evaluasi dengan melakukan pemodelan sistem pembebanan penyulang 20 kV sesuai kondisi sebenarnya dan penyulang - penyulang dalam kondisi pembebanan maksimum. Kemudian dilakukan rekayasa atau simulasi secara kuantitatif dengan terdapat kondisi penyulang yang sedang mengalami gangguan atau pemeliharaan.

Berdasarkan hasil evaluasi secara kuantitatif maka dilakukan perancangan perbaikan kondisi sistem dengan menambahkan LBSM pada simulasi kondisi sistem pembebanan penyulang 20 kV agar didapatkan kondisi paling optimal.

### D. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam pelaksanaan Penelitian maka untuk pengumpulan dan pengolahan data digunakan alur seperti pada *flow char* berikut ini :



Gbr. 6 *Flow chart* perancangan sistem loop penyulang

### E. Pengumpulan data dan studi literatur

Melakukan pengumpulan data dan studi literatur yang berhubungan dengan sistem kelistrikan Distribusi 20 kV Penyulang yang akan direncanakan dalam sistem *loop*. Data yang diperlukan antara lain data *Single Line Diagram* (SLD) penyulang, Pembebanan setiap penyulang, pembagian *section-section* penyulang, dll.

### 1) Pemodelan sistem

Melakukan pemodelan sistem dengan menyesuaikan kondisi eksisting dan melakukan perhitungan untuk memperoleh kondisi pembagian beban pada setiap section untuk setiap penyulang.

### 2) Analisis sistem

Menganalisis kondisi energi yang tidak tersalurkan ketika terjadi aktifitas gangguan atau pemeliharaan pada *section-section* yang terdapat di setiap penyulang.

### 3) Perencanaan sistem *loop*

Melakukan perancangan sistem *loop* dengan mengoptimalkan fungsi *sectionalizer* pada LBSM dan merancang pembagian beban per-*setion* yang optimal untuk dilakukan manuver jaringan 20kV.

### 4) Menghitung ENS

Melakukan perbandingan kondisi sistem sebelum dan sesudah dengan melihat nilai *Energy not supplied* (ENS) yang dihasilkan, agar didapatkan rancangan sistem yang handal.

### 5) Kesimpulan dan laporan

Memberikan kesimpulan dari hasil perencanaan dan melakukan penulisan laporan yang menunjukkan hasil akhir yang optimal.

## D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 1) Penyulang Sawit, Jati dan Pala Kondisi Eksisting.

Penyulang Sawit, Jati dan Pala merupakan jaringan tegangan menengah 20kV dengan frekuensi sistem 50 Hz dan mempunyai jaringan yang relatif panjang.

Penyulang Sawit dan Jati di *supply* dari Gardu Induk Blambangan Umpu dan penyulang Pala di *supply* dari Gardu Induk Bukit Kemuning. Untuk data setiap penyulang sebagai berikut :

Untuk beban setiap penyulang tidak konstan secara terus menerus selama 24 jam akan tetapi berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan dari pelanggan-pelanggan yang di-*supply* dari penyulang sawit, jati dan pala.

Dalam pelaksanaan penelitian Penelitian ini akan digunakan data beban tertinggi untuk setiap penyulang dengan kondisi tegangan normal. Berikut adalah data rekapitulasi metering setiap pemutus di penyulang sawit, jati dan pala :

Setiap penyulang memiliki peralatan proteksi untuk mengamankan peralatan-peralatan yang terkoneksi dengan jaringan 20 kV. Peralatan proteksi tersebut sangat penting untuk diperhatikan terutama terkait setting proteksi yang mempunyai pengaruh pada saat proses pelaksanaan manuver beban antar penyulang. Jika setting proteksinya terlalu kecil maka beban tidak bisa dimanuver secara maksimal akan tetapi jika settingnya terlalu besar maka potensi kegagalan proteksi akan semakin besar. Selain itu untuk LBSM yang bisa diaktifkan sebagai sectionalizer saat ini belum dapat bekerja secara optimal, dimana data setting peralatan pemutus baik yang bersifat proteksi atau sectionalizer adalah sebagai berikut :

Dalam menjaga kehandalan penyaluran energi listrik maka yang dapat menjadi indikatornya adalah terkait jumlah padam penyulang baik akibat dari gangguan atau pemeliharaan. PT PLN (Persero) mempunyai data monitoring dan evaluasi aktivitas setiap penyulang dalam sistem tegangan menengah 20kV. Untuk data rekapitulasi aktivitas dan evaluasi ENS (*Energy Not Supplied*) penyulang sawit, jati dan pala adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data jaringan penyulang Sawit, Jati dan Pala

No	Penyulang	Gardu Induk (GI)	Trafo GI	Panjang Penyulang	Jumlah Pemutus	Penyulang Backup	Pemutus Manuver
1	Sawit	Blambangan Umpu	Trafo 1, 30 MVA	78,4 KMS	5	Pala	Sikuan TM 5
2	Jati	Blambangan Umpu	Trafo 2, 30 MVA	45,8 KMS	3	Pala	LBS Manual
3	Pala	Bukit Kemuning	Trafo 1, 30 MVA	130,1 KMS	6	Jati, Sawit	LBS Manual, Sikuan TM 5

Sumber : data PT. PLN (Persero) ULP Blambangan Umpu

Tabel 2. Rekapitulasi metering penyulang Sawit, Jati dan Pala

No	Penyulang	Pemutus	Beban (A)	Tegangan (kV)	Cos Phi (PF)	MW
1	Sawit	GI (Pangkal Penyulang)	125	21.14	0.92	4.21
		PMCB Talang Komerling	107	21.14	0.92	3.60
		Recloser Talang Mangga	66	21.14	0.92	2.22
		LBSM Tanjung Tiga	24	21.14	0.92	0.81
		LBSM Sukajadi	7	21.14	0.92	0.24
2	Jati	GI (Pangkal Penyulang)	123	20.99	0.95	4.25
		Recloser Bumi Ratu	116	20.99	0.95	4.01
		LBSM Gunung Katun	95	20.99	0.95	3.28
3	Pala	GI (Pangkal Penyulang)	98	21.03	0.93	3.32
		Recloser Sp. Belungun	91	21.03	0.93	3.08
		Recloser Kubota	31	21.03	0.93	1.05
		LBSM Nekki	20	21.03	0.93	0.68
		LBSM Gunung Labuhan	33	21.03	0.93	1.12
LBSM Negeri Mulyo	21	21.03	0.93	0.71		

Sumber : Data monitoring PT. PLN (Persero)UP2D Lampung

Tabel 3. Rekapitulasi data setting peralatan pemutus penyulang

No	Penyulang	Pemutus	Setting OCR					Setting GFR				
			I >	t >	Kurva	I >>>	t >>>	I >	t >	Kurva	I >>>	t >>>
1	Sawit	GI (Pangkal Penyulang)	400	0.37	SI	2400	0	40	0.12	SI	240	0.15
		PMCB Talang Komerling	300	0.15	SI	1000	0	25	0.1	SI	100	0.05
		Recloser Talang Mangga	150	0.05	SI	600	0	13	0.05	SI	80	0
2	Jati	GI (Pangkal Penyulang)	360	0.135	SI	1200	0	27.9	0.12	SI	240	0.15
		Recloser Bumi Ratu	250	0.05	SI	900	0	25	0.1	SI	100	0.05
3	Pala	GI (Pangkal Penyulang)	300	0.12	SI	2400	0	30	0.1	SI	240	0.15
		Recloser Sp. Belungun	200	0.08	SI	1000	0	20	0.08	SI	140	0.05
		Recloser Kubota	150	0.05	SI	600	0	13	0.05	SI	80	0
No	Penyulang	Pemutus	Setting Sectionalizer									
			Status	I (A)	Counter	t	Reset Time					
1	Sawit	LBSM Tanjung Tiga	Off	-	-	-	-					
		LBSM Sukajadi	Off	-	-	-	-					
2	Jati	LBSM Gunung Katun	Off	-	-	-	-					
3	Pala	LBSM Nekki	Off	-	-	-	-					
		LBSM Gunung Labuhan	Off	-	-	-	-					
		LBSM Negeri Mulyo	Off	-	-	-	-					

Sumber : Data PT. PLN (Persero)UP2D Lampung



Tabel 4. Rekapitulasi aktivitas dan ENS penyulang

No	Penyulang	Keterangan	Gangguan								
			Oktober 2018			November 2018			Desember 2018		
			Kali	Menit	ENS (MWh)	Kali	Menit	ENS (MWh)	Kali	Menit	ENS (MWh)
1	Sawit	Gangguan	29	322	12.02	30	531	25.53	27	252	8.21
		Pemeliharaan	3	577	17.50	1	265	6.75	3	245	7.00
		Total	32	899	29.52	31	796	32.28	30	497	15.21
2	Jati	Gangguan	6	88	3.70	4	133	5.50	5	5	0.18
		Pemeliharaan	3	504	18.33	2	203	7.43	2	441	14.87
		Total	9	592	22.03	6	336	12.93	7	446	15.05
3	Pala	Gangguan	29	195	4.35	15	116	4.05	26	34	1.57
		Pemeliharaan	3	397	4.98	3	686	9.28	2	342	4.62
		Total	32	592	9.33	18	802	13.33	28	376	6.19

Sumber : Data monitoring PT. PLN (Persero) UP2D Lampung

Berdasarkan data rekapitulasi aktivitas dan ENS diatas dapat diketahui jika gangguan yang terjadi di penyulang masih cukup banyak dan pelaksanaan pemeliharaan pasti selalu dilakukan setiap bulan dengan durasi yang lama. Melihat kondisi jaringan yang tidak mampu mengakomodir manuver secara cepat dan tepat serta tidak diaktifkannya fungsi sectionalizer pada LBSM maka ENS yang seharusnya mampu menjadi potensi penjualan tidak dapat dimaksimalkan.

## 2) Simulasi Sistem Tenaga Listrik Penyulang 20 kV Kondisi Eksisting.

Untuk mengetahui kondisi eksisting sistem tenaga listrik 20 kV penyulang Sawit, Jati dan Pala maka akan dilakukan analisis dalam kondisi normal, terdapat gangguan dan terdapat pemeliharaan berikut adalah hasil simulasi kondisi penyulang eksisting Ketika terjadi gangguan dan pemeliharaan.

Tabel 5. Hasil Simulasi Kondisi Eksisting

No	Kondisi	Keterangan	Lama Padam (menit)	ENS (MWh)	Status Jaringan	Keandalan Jaringan
1	Pemeliharaan	P. Sawit section 1	180	<b>12.63</b>	tidak manuver	belum andal
2		P. Jati section 1	180	<b>12.74</b>	tidak manuver	belum andal
3		P. Pala section 1	180	<b>9.96</b>	tidak manuver	belum andal
4	Gangguan	Trafo 1 GI BU	150	<b>11.54</b>	<b>manuver</b>	belum andal
5		P. Pala section 2	150	<b>7.71</b>	tidak manuver	belum andal
6		P. Jati section 3	210	<b>12.21</b>	tidak manuver	belum andal

## 3) Simulasi Sistem Tenaga Listrik Pada Konfigurasi yang Direncanakan

Untuk mengetahui kehandalan sistem yang direncanakan untuk penyulang Sawit, Jati dan Pala maka akan dilakukan analisis kembali dalam kondisi normal, terdapat gangguan dan terdapat pemeliharaan pada konfigurasi dan pola yang direncanakan.

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi dari simulasi kondisi sistem yang direncanakan ketika dilakukan pemeliharaan atau ketika terjadi gangguan maka secara ringkas hasil perhitungan ENS yang ditimbulkan dari tiga simulasi kondisi pemeliharaan dan tiga simulasi kondisi gangguan seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 6. ENS simulasi pemeliharaan dan gangguan kondisi yang direncanakan

No	Kondisi	Keterangan	Lama Padam (menit)	ENS (MWh)	Status Jaringan	Keandalan Jaringan
1	Pemeliharaan	P. Sawit section 1	184	2.06	manuver	andal
2		P. Jati section 1	184	0.99	manuver	andal
3		P. Pala section 1	184	0.92	manuver	andal
4	Gangguan	Trafo 1 GI BU	62	0.73	manuver	andal
5		P. Pala section 2	154	5.15	manuver	andal
6		P. Jati section 3	151	8.27	manuver	andal

Untuk melihat hasil perencanaan sistem *loop* jaringan 20 kV penyulang Sawit, Jati, dan Pala sudah memberikan hasil yang optimal atau belum maka akan dilakukan perbandingan total ENS yang ditimbulkan saat simulasi pada

kondisi eksisting dan kondisi yang direncanakan. Secara detail hasil perbandingan adalah sebagai berikut ini :

Tabel 7. ENS hasil simulasi kondisi eksisting dan yang direncanakan

No	Kondisi	Keterangan	ENS Eksisting (MWh)	ENS Sistem Rencana (MWh)	Selisih ENS (MWh)	Keterangan
1	Pemeliharaan	P. Sawit section 1	12.63	2.06	-10.57	Turun
2		P. Jati section 1	12.74	0.99	-11.75	Turun
3		P. Pala section 1	9.96	0.92	-9.04	Turun
4	Gangguan	Trafo 1 GI BU	11.54	0.73	-10.82	Turun
5		P. Pala section 2	7.71	5.15	-2.56	Turun
6		P. Jati section 3	12.21	8.27	-3.94	Turun

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan jika terjadi penurunan ENS yang signifikan dari kondisi eksisting ke kondisi sistem yang direncanakan. Oleh karena itu perencanaan sistem *loop* jaringan 20 kV pada penyulang Sawit, Jati, dan Pala dengan menggunakan LBS *Motorized* dan dengan mengaktifkan fungsi *sectionalizer* pada LBSM yang menjadi pemutus pembatas setiap *section*-nya sangat direkomendasikan karena membuat sistem dapat berjalan secara optimal dan andal.

#### IV. PENUTUP

##### A. Kesimpulan

Penyulang Sawit, Jati dan Pala untuk kondisi eksisting dalam menyalurkan energi listrik kepada pelanggan dapat dikatakan

belum andal karena saat terjadi gangguan atau sedang dilakukan pemeliharaan beban penyulang harus mengalami pemadaman yang meluas.

Selain itu beban pada *section-section* yang tidak terganggu atau tidak sedang dipelihara tidak direkomendasikan untuk dimanuver karena proses manuvernya membutuhkan pemadaman penyulang yang lain dan nilai ENS yang ditimbulkan menjadi lebih besar. Agar peyaluran energi listriknya menjadi andal maka diperlukan perencanaan sistem *loop* jaringan 20 kV dan mengaktifkan fungsi *sectionalizer* pada LBSM.

Hasil simulasi, analisis, evaluasi dan perencanaan sistem *loop* jaringan 20 kV menggunakan *Load Breaking Switch*

*Motorized* (LBSM) di Penyulang Sawit, Jati dan Pala adalah ebagai berikut :

- 1) Sebelum adanya perencanaan Pemasangan *loop* jaringan 20 kV ketika terjadi gangguan ataupun saat pemeliharaan di penyulang sawit, jati dan pala angka ENS yang di timbulkan sangat tinggi dan menyebabkan pemadaman penyulang meluas yang berakibat pelayanan terhadap pelanggan menurun.
- 2) ENS yang ditimbulkan saat kondisi pemeliharaan yaitu untuk pemeliharaan pada penyulang Sawit *section 1* berhasil diturunkan dari 12,63 MWh menjadi 2,06 MWh, kemudian untuk pemeliharaan pada penyulang Jati *section 1* berhasil diturunkan dari 12,74 MWh menjadi 0,99 MWh, dan untuk pemeliharaan pada penyulang Pala *section 1* juga berhasil diturunkan dari 9,96 MWh menjadi 0,92 MWh.
- 3) ENS yang ditimbulkan saat kondisi gangguan yaitu untuk gangguan pada trafo 1 GI Blambangan Umpu berhasil diturunkan dari 11,54 MWh menjadi 0,73 MWh, kemudian untuk gangguan pada penyulang Pala *section 2* berhasil diturunkan dari 7,71 MWh menjadi 5,15 MWh, dan untuk gangguan pada penyulang Jati *section 3* juga berhasil diturunkan dari 12,21 MWh menjadi 8,27 MWh.
- 4) Dalam mempercepat waktu pengusutan gangguan atau penentuan lokasi *section* yang terganggu maka dilakukan pengaktifan fungsi *sectionalizer* pada LBSM yang menjadi pemutus pembatas setiap *section* di penyulang.
- 5) Sistem *loop* jaringan 20 kV direncanakan dengan cara melakukan pemasangan LBSM dengan kondisi terbuka (*normally open*) pada titik-titik pertemuan penyulang yaitu LBSM Dono Mulyo (pertemuan penyulang Sawit dan Pala) dan LBSM BD 8 (pertemuan penyulang Jati dan Pala).

### B. Saran

Berdasarkan hasil Penelitian yang telah diselesaikan ini maka saran untuk kedepannya adalah sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi pada simulasi pada kondisi sistem eksisting dan sistem yang direncanakan maka dapat disarankan agar proses pemasangan LBSM dan resetting fungsi *sectionalizer* pada LBSM dapat segera dilaksanakan.
- 2) Setelah dilakukan analisis dan evaluasi terhadap sistem penyaluran energi listrik penyulang Sawit, Jati dan Pala maka perlu dilakukan kajian terhadap penyulang-penyulang lain yang mempunyai konfigurasi berdekatan dan disarankan untuk mengaktifkan fungsi *sectionalizer* pada LBSM.

### REFERENSI

- [1] Affandi, Syahrul. 2015. Analisis Keandalan Sistem Distribusi tenaga Listrik di Gardu Induk Indramayu. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2] Al Aroffi, Muhammad Rusydi. 2017. Analisis keandalan berbasis sistem dan EENS (*Expected Energy Not Supplied*) pada jaringan distribusi 20 kV berdasarkan gangguan operasi pada PT. PLN (Persero). Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [3] Arismunandar, Artono. 1975. Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid I dan II. Jakarta: PT Pradnya Pramita.
- [4] Didit. 2012. Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique. Surabaya: Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [5] J.A. Momoh. 2008. Electric Power Distribution, Automation, Protection, and Control, 1st ed. Washington DC, USA: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- [6] Pabla, AS & Abdul Hadi, Ir. 1994. Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- [7] R. Billinton, R.N. Allan. 1994. Reliability Evaluation Of Power Systems, 2nd ed. London: Plenum Publishing Corporation.
- [8] SPLN 59 : 1985. Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV.
- [9] Surya Adi Arto, Wahyu. 2017. Instruksi Kerja Perhitungan ENS dan PVO Jaringan Distribusi 20 kV. Lampung: PT. PLN (Persero) APD Lampung.
- [10] Vena, Okta Arsy. 2015. Pemasangan Motorized Load Break Switch Untuk Peningkatan Kinerja Sistem Distribusi Listrik 20 kV PT PLN APJ Jember. Jember: Universitas Jember.