

# Pengaruh Manuver Jaringan Distribusi 20 KV Terhadap Indeks Keandalan Penyulang PPS01 dan SLT06 Kuala Kapuas

Afdhal Bayu Pasha<sup>1</sup>, Saiful Karim<sup>2</sup>, Irfan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan  
[bayupasha21@gmail.com](mailto:bayupasha21@gmail.com)<sup>1</sup>, [ifulsuperindo@gmail.com](mailto:ifulsuperindo@gmail.com)<sup>2</sup>, [irfan9617@gmail.com](mailto:irfan9617@gmail.com)<sup>3</sup>

**Abstrak** – Keandalan sistem penyediaan tenaga listrik erat kaitannya dengan kualitas dan kontinuitas penyaluran tenaga listrik. Distribusi daya ditandai dengan pasokan terus menerus atau pemadaman listrik yang diminimalkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelangsungan penyaluran tenaga listrik adalah pemilihan jenis konfigurasi jaringan. Konfigurasi radial sederhana dianggap tidak mungkin memenuhi keandalan sistem distribusi, sehingga variasi diterapkan sebagai konfigurasi loop (SPLN No. 59, 1985). Topologi ring merupakan kombinasi dari dua topologi jaringan radial, dimana pada ujung kedua jaringan dipasang saklar Motorized atau LBS yang dapat digunakan untuk manuver jaringan. Grid Engineering memutuskan jaringan listrik dari operasi normal karena kegagalan/pekerjaan jaringan untuk mencapai kondisi catu daya maksimum. Saat menggerakkan jaringan, perhatian harus diberikan pada kapasitas peralatan jaringan sehubungan dengan beban maksimum yang dapat dibawanya, seperti PMT dan recloser. Untuk melakukan manuver, disarankan untuk memilih feeder dengan line loss terkecil sehingga area pemadaman listrik dapat diminimalkan dengan tetap memastikan kualitas daya. Untuk pemuat PPS01, alternatif yang berbeda untuk setiap bagian diberikan. Jika bagian di zona 1 atau zona sepanjang PMT ke penutup pertama dimatikan, urutan operasi alternatif akan melalui catu daya SLT06. Selama waktu ini, jika zona 2 padam, urutan operasi alternatif akan melalui pengumpulan SLT06. Oleh karena itu perlu dilakukan back up penyulang PPS01 dalam hubungannya dengan penyulang lainnya dan pengaruh pengoperasian penyulang

SLT06 terhadap perkembangan jaringan distribusi 20 kV dan keandalan jaringan distribusi dalam menghadapi kebisingan dihitung dari indeks saifi, rugi dan ENS (Energi Bukan Penjualan). Sistem loop sebagai uji coba yang mempertemukan beberapa penyulang melalui titik key point Motorized maupun Recloser penyulang PPS01 dan SLT06 saat dilakukan simulasi dapat menanggung pelimpahan beban yang akan berdampak terhadap peningkatan kehandalan jaringan, di ULP Pulang Pisau dan UP3 Kuala Kapuas.

**Kata Kunci** : *Manuver Jaringan, Indeks Keandalan*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan Kondisi kelistrikan di Wilayah Kalimantan Tengah saat ini terus mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Dengan adanya pertumbuhan tersebut, diharapkan kualitas sistem kelistrikan dapat meningkat, sehingga kehandalan ketersediaan pasokan listrik tetap dapat disalurkan kepada pelanggan selama 24 jam.

Penyulang PPS01 dan SLT06 masing – masing bersifat radial. Sehingga dengan ada rencana kedua penyulang akan dibuat looping dari sumber GI yang berbeda maka dapat di manuver. Hal ini dapat menurunkan System Average Interruption Duration Index (SAIDI), System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) untuk standar minimum dari SPLN 68-2: 1986 dengan nilai SAIFI = 3,2 kali/tahun dan nilai

SAIDI = 21,09 jam/tahun, ENS serta Susut Teknis. Dengan meningkatnya kehandalan pada penyulang PPS01 dan SLT06, maka PLN menjadi lebih siap dalam menyediakan energi listrik di daerah Belanti Siam dan Batanjung yang merupakan lokasi Food Estate dan Kawasan Industri, Kalimantan Tengah.

Keberadaan penyulang PPS01 dan penyulang SLT06 yang terletak di ULP Pulang Pisau. Untuk Penyulang PPS01 disuplai melalui GI Pulang Pisau dan penyulang SLT06 disuplai melalui GI Selat, Kuala Kapuas. Penyulang PPS01 memiliki beban puncak sekitar 3.18 MW dan penyulang SLT06 memiliki beban puncak sekitar 2,21 MW. Kabel penampang dominan di kedua penyulang adalah AAAC 70 mm, penyulang SLT06 dengan jumlah pelanggan sebanyak 2.665 pelanggan, panjang penyulang 102 Kms sedangkan penyulang PPS01 memiliki pelanggan sebanyak 3242 pelanggan dan panjang penyulang 112 kms.

Jika terjadi gangguan, kerugian di pihak pemasok listrik, dalam hal ini PT PLN Unit Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas dan Pulang Pisau, tidak dapat dihindari, yang akan berdampak pada indeks keandalan pemasok listrik. Saidi dan saifi serta ENS (Energi Bukan Penjualan). Pada tahun 2020 bulan Oktober sampai Desember terjadi pemadaman listrik 20 kV untuk penyulang PPS01, 21 pemadaman listrik dengan waktu pemadaman 21 jam 0

menit (126 menit) dengan total beban, jika diakumulasikan, ENS dari pemadaman listrik ini adalah 39,06 mW sebagai rasio harga-kinerja atau Rp 393.918.868. Gangguan yang terjadi pada charger dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal, antara lain faktor eksternal yang mendominasi yaitu alam/petir, membuat charger kurang handal menurut SPLN 682: 1986. Gangguan ini tidak dapat diprediksi lokasi terjadinya, namun akibat terparah dari gangguan ini adalah putusnya jaringan

distribusi 20 kV ke gardu-gardu distribusi mengakibatkan padam pada pelanggan serta saat gangguan ini terjadi, perbaikan harus segera dilakukan secepatnya oleh petugas karena tidak adanya backup tegangan yang dapat mensupply.

Dengan konfigurasi jaringan distribusi penyulang PPS01 tanpa backup jaringan, maka saat terjadi gangguan dilokasi tertentu daerah lain yang disupply oleh penyulang PPS01 akan ikut padam yang akan berpengaruh pada keandalan jaringan distribusi penyulang PPS01. Salah satu cara untuk meningkatkan kontinuitas catu daya adalah dengan mengoptimalkan kemampuan jaringan catu daya untuk mendelegasikan beban, sehingga kondisi penyaluran daya maksimum selalu tercapai dan kehilangan daya dapat diminimalkan. Kapasitas penyulang yang dimaksud adalah kemampuan sistem grid untuk memperbaiki gangguan atau pemeliharaan, menyediakan minimal dua penyulang dalam keadaan siaga sehingga jika sewaktu-waktu terjadi kegagalan pada salah satu pengisi daya, pengisi daya lainnya dapat melakukan backup dengan tetap memperhatikan kualitasnya. tegangan layan sehingga tidak terjadi jatuh tegangan yang menyebabkan kerusakan pada peralatan distribusi dan juga pada peralatan pelanggan serta beban maksimum yang dimaksudkan oleh catu daya bantu dalam hal ini. Pengumpan PPS01 untuk mengatasi peningkatan beban.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen pada sistem distribusi pada wilayah kerja PLN ULP Pulang Pisau dan PLN UP3 Kuala Kapuas, tepatnya data primer dari pengukuran beban penyulang PPS01 dan SLT06. Penelitian dilakukan dengan membandingkan keandalan jaringan, losses dan drop tegangan sebelum dan sesudah adanya titk manuver yang menjadikan jaringan konfigurasi loop yang

baru. Data yang digunakan dalam analisa penelitian.

1. Single line diagram Penyulang PPS01 dan SLT06.
2. Data beban puncak penyulang.
3. Data tiap titik beban.
4. Data panjang penyulang.

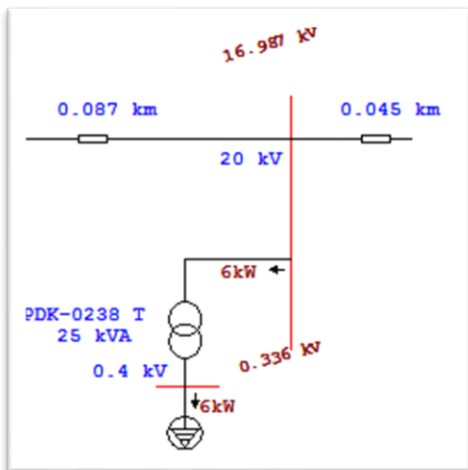
### III. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi ETAP untuk simulasi. Pada aplikasi tersebut dibuat *single line diagram* penyulang PPS01 dan SLT06 untuk mengetahui indeks keandalan dari manuver jaringan penyulang PPS01 dan SLT06.

#### 1. Simulasi Sebelum Manuver

##### a. Simulasi PPS01 Radial

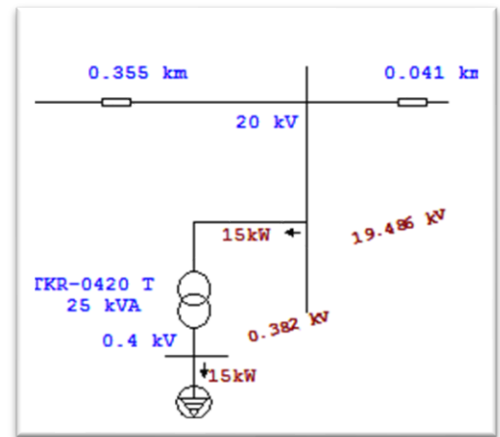
Pada kondisi ini tegangan ujung penyulang adalah 16.98 kV dan yang tercatat di EVM Barunai adalah 16.90 kV dengan tegangan kirim sebesar 20.95 kV.



Gambar 1. Simulasi Tegangan Ujung PPS01 Sebelum Manuver

##### b. Simulasi SLT06 Radial

Pada kondisi ini tegangan ujung penyulang adalah 19.48 kV dan yang tercatat di EVM Terusan Karya adalah 20.95 kV dengan tegangan kirim sebesar 20.95 kV.



Gambar 2. Simulasi Tegangan Ujung SLT06 Sebelum Manuver

##### c. Simulasi PPS01 Radial dan SLT06 radial

Dari hasil simulasi *ETAP* diketahui bahwa penyulang PPS01 pada saat kondisi sebelum dimanuver mempunyai susut sebesar 459 kW dan susut untuk penyulang SLT06 pada saat sebelum dimanuver sebesar 100 kW. Adapun tabel hasil simulasi adalah sebagai berikut:

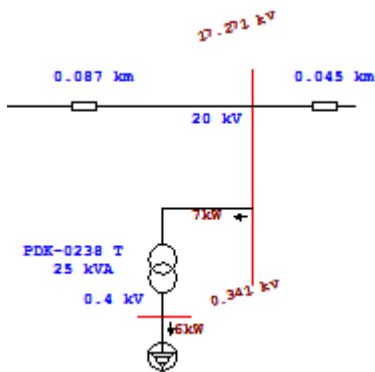
Study ID	Normal	PPS01 Only	SLT06 Only
Study Case ID	LF	LF	LF
Data Revision	Base	Base	Base
Configuration	Normal	PPS01 Only	SLT06 Only
Loading Cat	MLM SM2 2020	MLM SM2 2020	MLM SM2 2020
Generation Cat	Design	Design	Design
Diversity Factor	Normal Loading	Normal Loading	Normal Loading
Buses	648	355	295
Branches	646	353	294
Generators	0	0	0
Power Grids	2	2	1
Loads	210	117	93
Load-MW	5.52	3.271	2.249
Load-Mvar	1.865	1.347	0.519
Generation-MW	5.52	3.271	2.249
Generation-Mvar	1.865	1.347	0.519
Loss-MW	0.559	0.459	0.1
Loss-Mvar	0.314	0.423	-0.108
Mismatch-MW	0	0	0
Mismatch-Mvar	0	0	0

Gambar 3. Simulasi Susut Penyulang PPS01 dan SLT06 sebelum manuver

## 2. Simulasi Setelah Manuver

### a. Simulasi PPS01 Manuver

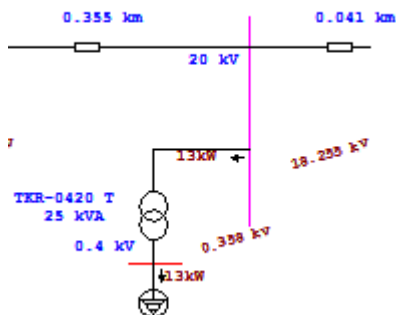
Pada kondisi ini tegangan penyulang PPS01 setelah dilakukan manuver jaringan dari hasil simulasi ETAP setelah manuver bahwa penyulang PPS01 yang diambil Sebagian bebannya oleh SLT06 tegangan ujung yang awalnya 16.98 kV naik menjadi 17.27 kV.



Gambar 4. Simulasi Tegangan ujung PPS01 setelah manuver

### b. Simulasi SLT06 Manuver

Pada kondisi ini posisi tegangan penyulang SLT06 setelah dilakukan manuver jaringan dari hasil simulasi ETAP setelah manuver bahwa penyulang SLT06 yang menanggung sebagian beban PPS01 tegangan ujung 19.48 kV turun menjadi 18.25 kV.



Gambar 5. Simulasi Tegangan Ujung SLT06 Setelah Manuver

### c. Simulasi Susut PPS01 dan SLT06 manuver

Dari hasil simulasi ETAP diketahui bahwa penyulang PPS01 pada saat kondisi setelah dimanuver mempunyai susu sebesar 105 kW dan susut untuk penyulang SLT06 pada saat setelah dimanuver sebesar 418 kW. Adapun tabel hasil simulasi adalah sebagai berikut:

Study ID	PPS01 Only	SLT06 Only	PPS1 & SLT6	SLT6 & PPS1	PPS01 Mvnr	SLT06 Mvnr
Study Case ID	LF	LF	LF	LF	LF	LF
Data Revision	Base	Base	Base	Base	Base	Base
Configuration	Normal	PPS01 Only	SLT06 Only	PPS1 & SLT6	SLT6 & PPS1	PPS01 Mvnr
Loading Car	MLM SHZ 2020	MLM SHZ 2020	MLM SHZ 2020	MLM SHZ 2020	MLM SHZ 2020	MLM SHZ 2020
Generation Cat	Design	Design	Design	Design	Design	Design
Diversity Factor	Normal Loading	Normal Loading	Normal Loading	Normal Loading	Normal Loading	Normal Loading
Branches	648	395	295	648	648	165
Generators	646	393	294	646	646	164
Power Grids	0	0	0	0	0	0
Loads	210	117	93	210	210	52
Load MVA	5.52	3.271	2.249	5.575	5.265	1.694
Load Mvnr	1.865	1.347	0.919	1.868	1.974	0.99
Generation MVA	5.52	3.271	2.249	5.575	5.265	1.694
Generation Mvnr	1.865	1.347	0.919	1.868	1.974	0.99
Loss MVA	0.599	0.459	0.1	0.522	0.725	0.105
Loss Mvnr	0.314	0.423	-0.109	0.281	0.953	0.099
Mismatch MVA	0	0	0	0	0	0
Mismatch Mvnr	0	0	0	0	0	0

Gambar 6. Simulasi Susut Penyulang PPS01 dan SLT06 Setelah Manuver

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan maka didapatkan data sebagai berikut:

NO	Melimpahkan Beban	Menerima Beban	Titik Manuver	Drop Tegangan (KV)	Sebelum Manuver (MW)	Setelah Manuver (MW)	Max Losses Sistem Sebelum	Max Losses Sistem Sesudah
1			RCL BUNTOI	17.27	3.271	1.694	0.459	0.105
2	PPS 01	SLT 06	MTRZ PANGKOH 03	17.27	3.271	1.694	0.459	0.105
3			MTRZ PERAWAN KECIL	17.27	3.271	1.694	0.459	0.105

Gambar 7. Hasil Simulasi Manuver Penyulang PPS01 dan SLT06

Hasil simulasi manuver penyulang PPS01, beban penyulang yang menerima pelimpahan beban dari penyulang PPS01 terjadi beberapa penurunan pada titik manuver. Sedangkan pada drop tegangan terendah sebesar 17.27 KV pada ujung jaringan, Losses pada jaringan SUTM juga mengalami penurunan dari kondisi awal 459 kW sebelum manuver menjadi 105 kW dalam waktu berjalan, dari hasil simulasi ini apabila dilakukan manuver dalam waktu lama akan memperbaiki nilai losses di penyulang PPS01. Manuver yang terjadi pada penyulang PPS01 dapat menyesuaikan dengan trafo distribusi pelanggan untuk perkembangan beban kedepannya karena apabila terjadi gangguan, penyulang ini siap

melakukan manuver pelimpahan beban ke penyulang SLT06.

Kemudian dilakukan Analisa Saidi, Saifi dan ENS (*Energy Not Sales*) dari data yang telah didapat. Adapun perhitungan data tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. Saidi

$$a) \quad d(okt) = \left(\frac{388}{60}\right) \times \frac{4818}{30628} \quad d = 6.47 \times 0.16 = 1.04$$

$$b) \quad d(nov) = \left(\frac{368}{60}\right) \times \frac{23732}{30628} \quad d = 6.13 \times 0.77 = 4.72$$

$$c) \quad d(des) = \left(\frac{508}{60}\right) \times \frac{13510}{30628} \quad d = 8.46 \times 0.44 = 3.72$$

#### 2. Saifi

$$a) \quad f(okt) = 3 \times \frac{4818}{30628} = 0.48$$

$$b) \quad f(nov) = 10 \times \frac{23732}{30628} = 7.7$$

$$c) \quad f(des) = 8 \times \frac{13510}{30628} = 3.52$$

#### 3. ENS (*Energy Not Sales*)

$$Ens (Kwh) = \text{Beban} \times \text{Lama padam}$$

$$Ens (Rp) = Ens (Kwh) \times 1444$$

$$a) \quad \text{Ens PPS01 Okt} = 5.81 \times \frac{388}{60} \times 1000 = 37590 \text{ kWh}$$

$$\text{Ens Rp} = 37590 \times 1444 = 54.280.970,-$$

$$b) \quad \text{Ens PPS01 Nov} = 19.78 \times \frac{368}{60} \times 1000 = 121251 \text{ kWh}$$

$$\text{Ens Rp} = 121251 \times 1444 = 175.087.021,-$$

$$c) \quad \text{Ens PPS01 Des} = 13.47 \times \frac{508}{60} \times 1000 = 113956 \text{ kWh}$$

$$\text{Ens Rp} = 113956 \times 1444 = 164.552.752,-$$

Data di atas menampilkan hasil saidi, saifi dan ENS yang terjadi dari bulan oktober sampai desember, dimana saidi tertinggi terjadi pada bulan november sebesar 4.72 Jam dan saifi tertinggi juga pada bulan november dengan ENS (*Energy not sales*) sebesar 121.251 kWh dan 175.087.021,- Gangguan ini belum dapat untuk dilakukan manuver. Dikarenakan belum adanya jaringan loop dari skenario manuver backup jaringan sehingga potensi index keandalan tidak tercapai diantaranya tingginya saidi saifi dan ENS.

Perbandingan dilakukan pada data sebelum dan sesudah manuver pada hasil saidi, saifi, dan ENS. apabila peran manuver loop dioptimalkan maka apabila terjadi gangguan pada Zona 1, Zona 2 tetap dapat mengalirkan energi karena beban pada zona 2 di manuver melalui penyulang SLT6.

## IV. KESIMPULAN

1. Back up penyulang PPS01 melalui motorized contact point atau recloser ke penyulang SLT06 saat simulasi dilakukan dapat mendukung transmisi yang diluncurkan oleh penyulang PPS01, jika terjadi gangguan pada zona 1 penyulang PPS01 maka recloser buntui membuka dan menempatkan kebisingan sehingga zona 2 dapat mendelegasikan beban ke pengumpulan SLT06. Drop tegangan yang terjadi pada penyulang PPS01 mengalami peningkatan naik dari 16.98 kV menjadi 17.27 kV, losses pada jaringan SUTM juga mengalami penurunan dari kondisi awal 459 kW sebelum manuver menjadi 105 kW dalam waktu berjalan, dari hasil simulasi ini apabila dilakukan manuver dalam waktu lama akan memperbaiki nilai losses di penyulang PPS01.
2. Optimalisasi titik manuver pada jaringan SUTM di penyulang PPS01 dapat mempercepat proses lokalisasi lokasi padam dan evakuasi daya sedangkan beban serta tegangan kirim dapat ditanggung dari pelimpahan beban penyulang SLT06 sehingga saidi saifi dan potensi kehilangan ENS dapat ditekan, dengan membandingkan data gangguan bulan Oktober sampai Desember dari nilai rata-rata, maka saidi sebelum manuver sebesar 3.16 Jam dapat turun menjadi 0.65 jam, nilai saifi mengalami penurunan dari 3.9 kali perpelanggan menjadi 0.53 kali perpelanggan dan nilai ENS kWh serta rupiah mengalami penurunan dari 90.932 kWh menjadi 29.067 kWh atau

Rp 131.306.289,- menjadi Rp 41.972.267,-.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, (2015). Evaluasi Penggunaan Pemutus Tenaga (PMT) Pada Gardu Induk Sungai Juaro Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Afianto, (2019). Rancang Bangun Simulator Manuver Beban Ratio 4 Keypoint Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Tampilan Human Machine Interdace (HMI) Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV. Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Gunawan, M., S. (2013). Analisa Perancangan Gardu Induk Sistem Outdoor 150 KV di Tallasa, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Jurnal Dimensi Teknik Elektro Vol. 1, No. 1, 37-42.
- Jamaah. (2013). Analisa Beban Section Untuk Menentukan Alternatif Manuver Jaringan Distribusi 20 KV Penyulang BRG-3 PT PLN (Persero) Untul Layanan Salatiga. JTET ISSN: 2252-4908 Vol. 2 No. 3.
- Hay, S., Wijaya, R., Mustamin. (2018). Analisa Daya Pada Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Menggunakan ETAP 12.6. Seminar Nasional. Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal. ISSN: 978-602-71928-1-2. Universitas Halu Oleo. Sulawesi Tenggara.
- Kadir. (2006). Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik. Jakarta: UI Press. Hal 5
- Penangsang, O., Hernandi, I. G. N. S., & Wicaksono, P. H. (2012). Analisa Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelitrikan Transien dan Metode Section Technnique. Jurnal Teknik ITS Vol. 1. No 1. ISSN: 2301-9271.
- P Indra, G. T., Arjana, I. G. D., & Wigun, I. G. N. (2019). Analisa Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Berawa Untuk Menurunkan Losses dan Drop Tegangan Penyaluran Tenaga Listrik. Jurnal Spektrum Vol 6. No 2.
- PT PLN (Persero). (2010). Kriteria Disain Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Hal 20. Jakarta Selatan.
- Rokhmawati, R, I., Ramdani, F., Hawi, F., H. (2018). Evaluasi Tampilan ANtarmuka QGIS Dan ArcGIS Menggunakan Pendekatan User-Centered Desigh (UCD): Studi Kasus Fungsi Geoprocessing Tools. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol.2, No.9. Universitas Brawijaya.
- Sari, P., S. (2019). Pengembangan Trainer-Kit Transmision Line Model TM 199 Sebagai Medi Pembelajaran Pada Mata Kuliah Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2017). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from [http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd/istbeban/beban\\_penyalang\\_2017/index.html](http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd/istbeban/beban_penyalang_2017/index.html)

Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2018). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from [http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd\\_istbeban/beban\\_penyulang\\_2018/index.html](http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd_istbeban/beban_penyulang_2018/index.html)

Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2019). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from [http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd\\_istbeban/beban\\_penyulang\\_2019/index.html](http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd_istbeban/beban_penyulang_2019/index.html)

Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2020). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from [http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd\\_istbeban/beban\\_penyulang\\_2020/index.html](http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd_istbeban/beban_penyulang_2020/index.html)