

PERENCANAAN GARDU INDUK MUNTOK DAN REKONFIGURASI PENYULANG 20 KV PLN RAYON MUNTOK UNTUK PERBAIKAN TEGANGAN UJUNG DAN SUSUT

Muhammad Firdaus^{1,a}, Wahri Sunanda¹, Rudy Kurniawan¹

¹Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung,
Desa Balunijuk, Kec. Merawang, Kab. Bangka 33172

^ae-mail : mfirdaussss@gmail.com

ABSTRAK

PLN Rayon Muntok disuplai oleh pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD). PLTD memiliki keterbatasan dalam pengaturan tegangan kirim. Hal itu yang membuat drop tegangan pada ujung jaringan 20 kV dan mengakibatkan susut pada jaringan tersebut. Rayon Muntok memiliki susut teknis sebesar 6,9% atau 6,657,490 kWh dan tegangan yang rendah pada ujung penyulang 20 kV. Susut tersebut sangat berdampak pada kinerja Rayon Muntok dikarenakan energi yang hilang pada jaringan masih bisa diperkecil lagi. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan pembangunan Gardu Induk (GI) baru dan rekonfigurasi jaringan 20 kV dengan mempertimbangkan panjang jaringan, beban jaringan dan aspek kawasan yang tepat. Setelah adanya pembangunan Gardu Induk (GI) baru dan rekonfigurasi penyulang 20 kV, susut Rayon Muntok turun menjadi 3.67% atau 5,003,450 kWh.

Kata kunci : *Drop tegangan, Gardu Induk, Rekonfigurasi, Susut.*

PENDAHULUAN

PT PLN Unit Induk Wilayah (UIW) Bangka Belitung merupakan salah satu UIW PT.PLN (Persero) yang didalamnya memiliki dua Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (Area), yaitu Area Bangka dan Area Belitung. Area Bangka memiliki 5 Rayon (Unit Layanan Pelanggan) diantaranya yaitu Rayon Pangkalpinang, Rayon Sungailiat, Rayon Muntok, Rayon Toboali, dan Rayon Koba. Rayon terbesar ke-3 yang di Area Bangka adalah Rayon Muntok. Aset tersebut meliputi SUTM sepanjang 688,111 km-sirkuit, SKTM sepanjang 2,766 km-sirkuit, SUTR sepanjang 578,77600 km-sirkuit, gardu distribusi sebanyak 522 buah dengan daya 38.855 kVA. Lingkup kerja yang dimiliki Rayon Muntok cukup luas mempunyai 3 (tiga) kantor jaga yaitu Kelapa, Jebus dan Tempilang. Jumlah pelanggan yang dimiliki oleh Rayon Muntok mencapai ± 55.493 (Ikhtisar Teknik Bulanan, Februari 2018).

Dari segi teknis, Rayon Muntok memiliki aset jaringan tegangan menengah sebanyak 10 penyulang. Dalam menyalurkan 9 penyulang tersebut, Rayon Muntok mendapat suplai tenaga listrik dari tiga sumber, yaitu Gardu Induk (GI) Kelapa, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Muntok dan Independent Power Plant (IPP) Listrindo. Selain itu, Rayon Muntok memiliki tiga Gardu Hubung, yaitu Gardu Hubung (GH) Jebus, GH Kelapa, dan GH Listrindo. Saefulloh (2014) mengemukakan bahwa dengan semakin bertambahnya kebutuhan akan tenaga listrik maka penyediaan dan suplai tenaga listrik harus ditingkatkan. Untuk itu perlu adanya pembangunan

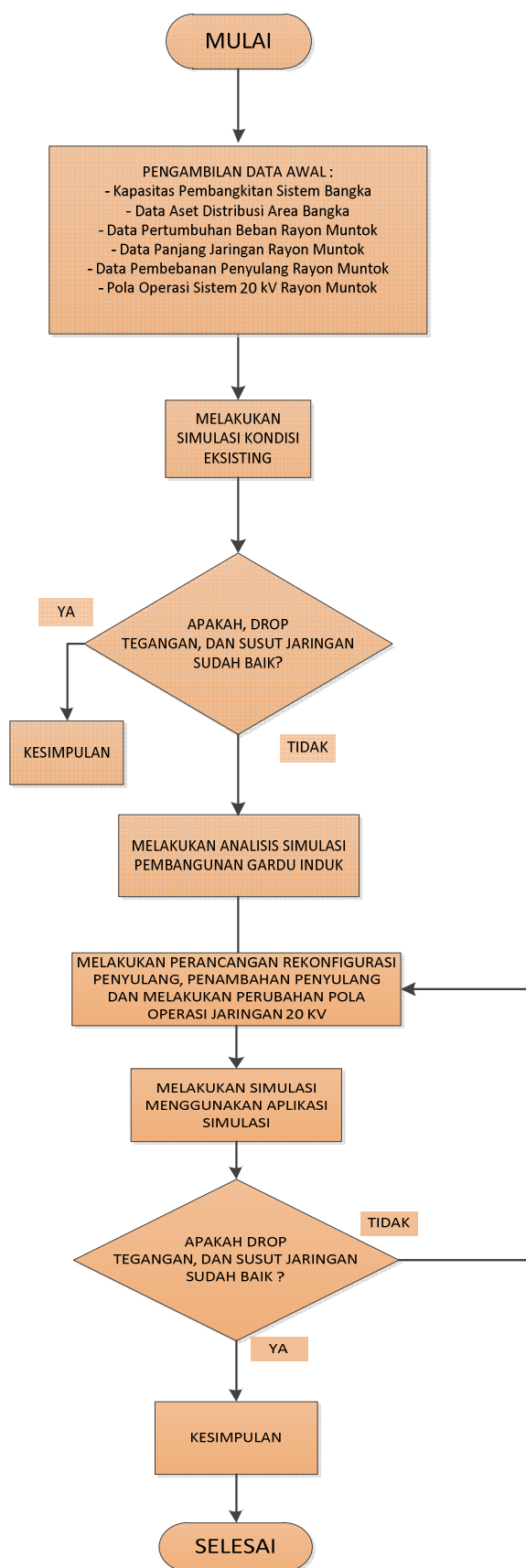
atau perluasan pusat-pusat pembangkit, jaringan transmisi, gardu induk dan jaringan distribusi guna meningkatkan kontinuitas pelayanan tenaga listrik kepada konsumen. Karena adanya peningkatan beban yang semakin bertambah, maka gardu induk sebagai salah satu komponen sistem tenaga listrik perlu dikembangkan kapasitasnya agar dapat melayani beban secara kontinyu.

Sukmawan (2015) mengemukakan bahwa Kabupaten Pelalawan memiliki jarak pembangkit terhadap letak beban yang sangat jauh sehingga membuat kualitas daya listrik pada beban tidak sesuai standar. Jatuh tegangan pada titik terjauh eksisting mencapai 40% dari batas minimum sesuai. Simulasi kondisi existing jaringan listrik Kab. Pelalawan memperlihatkan bahwa nilai rugi-rugi jaringan listrik mencapai 12%. Terdapat beberapa metode untuk memperbaiki sistem distribusi jaringan listrik, antara lain penggunaan kapasitor bank, rekondutor jaringan, serta penggunaan generator terdistribusi.

Indah Permatasari (2016) Susut dan drop tegangan merupakan permasalahan yang saat ini dihadapi oleh Rayon Pangkalpinang. Rayon Pangkalpinang memiliki susut teknik sebesar 9 % dan beberapa penyulang memiliki tegangan ujung yang rendah dan di bawah standar SPLN. Setelah pembangunan Gardu Induk dan rekonfigurasi jaringan terdapat perbaikan tegangan ujung dan penurunan susut sebesar 36.547.280 kWh atau 6,67%. Perencanaan tersebut membutuhkan biaya sebesar Rp 100.859.368.242 dan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 193.579.000.000. Dengan demikian pembangunan Gardu Induk dan rekonfigurasi jaringan ini layak secara ekonomis dan menguntungkan bagi PLN.

METODE PENELITIAN

A. LANGKAH PENELITIAN



Uraian langkah penelitian yang dilakukan antara lain :

- Merencanakan data yang diambil
Tahap ini melakukan pengumpulan informasi yang berasal dari studi literatur yaitu Mencari informasi dan teori yang mendukung dalam proses pemahaman dan penyelesaian Tugas Akhir baik melalui buku, modul, jurnal, maupun informasi di media internet dan Melakukan wawancara konsultasi mengenai kondisi gardu distribusi secara teori dan praktek yang mendukung proses penyelesaian Tugas Akhir dengan berbagai pihak, baik dosen maupun pembimbing dan rekan kerja di PLN serta mengolahnya dan menentukan data-data yang diperlukan sebagai penunjang penyelesaian Tugas Akhir.
- Melakukan Pengambilan Data Awal
 - a) Data Kapasitas Pembangkitan Sistem Bangka
 - b) Data Aset Distribusi Area Bangka
 - c) Data Pertumbuhan Beban Rayon Muntok
 - d) Data Single Line Diagram Penyulang Rayon Muntok
 - e) Data Pembebanan Penyulang Rayon Muntok
 - f) Data panjang Penyulang Rayon Muntok
 - g) Data Single Line Diagram Gardu Rayon Muntok
 - h) Pola Operasi Sistem 20 kV Rayon Muntok
- Melakukan simulasi kondisi eksisting sistem PLN
Rayon untuk Melakukan simulasi kondisi eksisting Rayon Muntok dan mengetahui tegangan ujung, susut jaringan dan pola operasi pada sistem jaringan tegangan menengah 20 kV Rayon Muntok.
- Menentukan Apakah Pola Operasi, Drop Tegangan dan Susut Jaringan
Dengan analisa data yang telah dilakukan dapat diputuskan apakah pola operasi, drop tegangan, dan susut jaringan sudah baik atau belum dan menentukan apakah perlu dilakukan rekonfigurasi sistem yang lebih baik untuk memperbaiki sistem yang lama.
- Melakukan perancangan rekonfigurasi penyulang, penambahan penyulang dan melakukan perubahan pola operasi jaringan 20 kV
Dengan melakukan analisa dan evaluasi sistem secara simulasi yang lama dan melakukan perancangan rekonfigurasi penyulang, penambahan penyulang dan melakukan perubahan pola operasi serta menentukan solusi permasalahan sistem yang lama.
- Melakukan pembuatan simulasi
Dari hasil perancangan sistem, akan dibuat simulasi.
- Analisa perbaikan drop tegangan dan Susut jaringan setelah pembangunan gardu induk dan rekonfigurasi jaringan
Setelah dibuat simulasi dengan pola operasi dan pembangunan Gardu Induk yang baru, disimulasikan dan dianalisa perbaikan tegangan dan penurunan susut jaringan yang terjadi.
- Membuat kesimpulan

Gambar 1. Flow chart Langkah Penelitian

Membuat kesimpulan yang berupa analisa manfaat dan efektifitas perubahan pola operasi dan pembangunan Gardu Induk baru serta perubahan pola operasi yang dilakukan pada sistem kelistrikan Rayon Muntok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Sistem PLN Wilayah Bangka Belitung

Tabel 1. Panjang Jaringan Penyulang Rayon Muntok (Sumber: ITB PLN Area Bangka Februari 2019)

No.	Uraian	Panjang SUTM	Panjang SKTM	JUMLAH
		(km)	(km)	
1	TANJUNG ULAR	60.997	0.256	61.253
2	AIR BELO	125.120	0.78	125.900
3	KUNDI	52.153	0.210	52.363
4	TELUK RUBIAH	18.890	0.210	19.100
5	AIR LIMAU	-	0.243	0.243
6	KOTA WARINGIN	83.131	0.13	83.261
7	PENYAMPAK	40.780	0.13	40.910
8	PARIT TIGA	159.260	0.52	159.780
9	BAKIK	83.927	0.56	84.487
10	MAYANG (GI - IBUL)	16.152	0.06	16.212
11	DALIL (GI - MO DALIL)	72.759	0.06	72.819
12	SIMPANG YUL	6.889	0.21	7.099
13	PELANGAS	58.5	0.08	58.580
TOTAL		778.558	3.449	782.007

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa Rayon Muntok memiliki 13 Penyulang yang terdiri dari 4 Penyulang di PLTD Muntok, 6 Penyulang di GI Kelapa dan 2 Penyulang dari PLBm listrindo. Dari beberapa penyulang tersebut terdapat beberapa penyulang dengan panjang jaringan yang cukup panjang yaitu Penyulang Tanjung Ular, Penyulang Air Belo, Penyulang Kundi, Penyulang Kotawaringin, Penyulang Parit 3, Penyulang Bakik, Penyulang Dalil dan Penyulang Pelangas.

Tabel 2. Beban Penyulang Rayon Muntok (Sumber: ITB PLN Area Bangka Februari 2019)

No.	Penyulang	Sumber	Arus Fasa R	Arus Fasa S	Arus Fasa T	Rata-Rata	Beban (kW)
1	Tanjung ular	PLTD Muntok	37	37	36	37	1080
2	Air Belo		47	46	47	47	1374
3	kundi		41	40	39	40	1178
4	Teluk Rubiah		79	76	76	77	2267
5	Air Limau	PLTBm listrindo	62	15	15	31	903
6	Penyampak		60	53	53	55	1629
7	Kotawaringin		52	54	54	53	1570
8	Dalil		53	54	54	54	1580
9	Mayang	GI Kelapa	24	24	25	24	716
10	Parit 3		77	79	81	79	2326
11	Bakik		82	81	87	83	2454
12	Simpang Yul		62	59	58	60	1757
13	Pelangas	63	16	14	31	913	

Dari tabel diatas penyulang dengan beban paling besar yang bersumber dari PLTD Muntok adalah Penyulang Teluk Rubiah dan penyulang terbesar yang bersumber dari GI kelapa adalah Penyulang Bakik dan Penyulang Parit 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Susut Eksisting Menggunakan Aplikasi Simulasi

Parameter	Rumus	Nilai	Satuan
Load Factor (LFd)		0.8700	

Load Loss Factor (LSF)	$0,3 \times Ldf + 0,7 \times Ldf^2$	0.79	
Beban Puncak	ETAP	12.60	MW
Energi Rata-Rata	BP x 8760 x LDF	96,049.98	MWh
Susut	ETAP	0.961	MW
Energi Susut	Susut x 8760 x LSF	6,650.50	MWh
% Susut	Energi Susut / Energi Beban	6.9%	%

B. Penentuan Lokasi Gardu Induk Muntok

Perkembangan beban Rayon Muntok cukup tinggi, dari data dapat dilihat bahwa perkembangan beban rata – rata Rayon Muntok pada tahun 2014 sampai dengan 2018 adalah sebesar 8,09%. Penentuan lokasi pembangunan GI harus menganalisa lokasi – lokasi tertentu yang berpotensi mengalami perkembangan beban dan berpotensi meningkatkan penjualan PT. PLN (Persero). Berikut daerah-daerah yang berpotensi dalam peningkatan penjualan PLN :

a. Unit Metalurgi PT Timah



Gambar 2. Peta Kawasan Unit Metalurgi PT Timah Muntok (Sumber : Google Maps)

PT Timah, Tbk mempunyai rencana mengoperasikan unit metalurgi di Bangka Barat dengan daya kontrak 7,6 MW. Unit metalurgi akan disuplai langsung oleh GI Muntok dan suplai cadangan oleh PLTD Muntok. Jaringan tegangan menengah 20 kV yang menyuplai unit metalurgi adalah jaringan ekspres, dimana suplai hanya digunakan untuk pasokan tenaga listrik ke unit metalurgi saja. Jaringan ekspres ini membantu kemudahan dalam mengatur tegangan dan meningkatkan kehandalan ke pelanggan. Selain unit metalurgi, ada RS Bakti Timah Muntok dan pusat pembelian yang merupakan pelanggan dengan penggunaan energi listrik yang cukup tinggi.

b. Kawasan Perkantoran Pemerintahan Daerah Bangka Barat



Gambar 3. Peta Kawasan Pemerintahan daerah Bangka Barat (Sumber : Google Maps)

Kawasan pemerintah daerah di Bangka Barat merupakan kawasan yang didalamnya sudah terpadu kantor-kantor dinas pemerintahan. Ini merupakan keuntungan bagi PLN karena tidak perlu melakukan pembangunan jaringan terlalu jauh dan mudah dalam melakukan meningkatkan kehandalan karena terkonsentrasi dalam satu kawasan. Sehingga, investasi pembangunan juga menjadi efisien dan penjualan kWh sangat besar

C. Perencanaan Pembangunan Outgoing GI Muntok

Pembangunan Outgoing yang rencana akan dibangun untuk GI Muntok ada sejumlah 7 Outgoing Penyulang. Penggunaan outgoing penyulang dari GI Muntok direncanakan akan dibangun dengan fungsi yang ditunjukkan pada tabel berikut

Tabel 4. Rencana Penggunaan Penyulang di GI Muntok

NO	PENYULANG	RENCANA PENGGUNAAN
1	OG 1	Pelanggan premium Saribumi dan Kantor Timah
2	OG 2	Pecah Beban Penyulang Tanjung Ular 1 PLTD Muntok
3	OG 3	Pecah Beban Penyulang Tanjung Ular 2 PLTD Muntok
4	OG 4	Pecah Beban Penyulang Teluk Rubiah PLTD Muntok
5	OG 5	Beban Penyulang Kundi PLTD Muntok
6	OG 6	Beban Penyulang Air Belo PLTD Muntok
7	OG 7	Pelanggan premium Unit Metalurgi

Tabel 5. Rencana Pembebanan Penyulang di GI Muntok

NO	TRAFO	KAPASITAS (MVA)	RENCANA PEMBEBANAN		OUTGOING PENYULANG	BEBAN PENYULANG		PANJANG PENYULANG (kms)
			MVA	MW		(A)	MW	
1					OG 1	74.04	2.18	20.6
2					OG 2	38.04	1.12	30.2
3					OG 3	70.30	2.07	26.9
4	TRAFO 1	30	22.5	17	OG 4	40.07	1.18	30
5					OG 5	96.79	2.85	56.8
6					OG 6	86.60	2.55	94.3
7					OG 7	199.36	5.87	8.7
TOTAL						605.20	17.82	267.50

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat perubahan pola operasi dan rekonfigurasi penyulang 20 kV dengan mengoperasikan 7 penyulang keluaran dari GI Muntok. Total beban dari 7 penyulang tersebut adalah 17.82 MW.

Tabel 6. Perhitungan Losses setelah Pembangunan GI dari Aplikasi Simulasi

Parameter	Rumus	Nilai	Satu
Load Factor (Lfd)		0.8700	
Load Loss Factor (LSF)	$0,3 \times Ldf + 0,7 \times Ldf^2$	0.79	
Beban Puncak	ETAP	17.91	MW
Energi Rata-Rata	$BP \times 8760 \times LDF$	136,503.31	
Susut	ETAP	0.723	
Energi Susut	$Susut \times 8760 \times LSF$	5,003.45	
% Susut	$Energi Susut / Energi Beban$	3.67%	%

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai energi susut adalah sebesar 5,003.45 MWh / tahun dan Energi Rata - Rata sebesar 136,503.31 MWh / tahun sehingga dapat dibandingkan dan dihitung nilai susut adalah sebesar 3.67 %. Terjadi penurunan sebesar 1,654.04 MWh / pertahun. Nilai ini jika dirupiahkan akan sangat besar dan akan menghasilkan keuntungan yang besar bagi PT. PLN (Persero).

D. Analisa Perbaikan Drop Tegangan dan Susut Jaringan

Dari hasil aplikasi simulasi baik dari sistem eksisting maupun kondisi sistem setelah pembangunan GI Muntok akan didapatkan nilai tegangan ujung dan susut lalu dapat dibandingkan nilai perbaikan tegangan ujung dan susut pada sebelum dan setelah pembangunan GI Muntok.

Tabel 7. Perbandingan Tegangan Ujung Setelah Pembangunan GI Muntok

NO PENYULANG	TEGANGAN PANGKAL (KV)	TM UJUNG (KV)		TR UJUNG (V)		% DROP		
		SEBELUM	SESUDAH	SEBELUM	SESUDAH	SEBELUM	SESUDAH	
1	Tj Ular	20.8	18.684	20.763	363	415	10.2%	0.2%
2	Air Belo	20.8	18.032	20.605	350	400	13.3%	0.9%
3	Kundi	20.8	18.609	19.917	367	387	10.5%	4.2%
4	Teluk Rubiah	20.8	18.623	20.651	362	407	10.5%	0.7%

Tabel 8. Perbandingan Susut Setelah Pembangunan GI Muntok

No	ITEM	SATUAN	NILAI		
			SEBELUM	SESUDAH	SELISIH
1	SUSUT	%	6.90%	3.67%	3.23%
2	ENERGI SUSUT	MWh	6,650.50	5,003.45	1,647.05
3	RUPIAH (x Rp.1.466	Rp (dalam ribuan)	9,749,633.00	7,335,057.70	2,414,575.30

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi Perencanaan Pembangunan Gardu Induk Muntok dan Rekonfigurasi Jaringan 20 kV Rayon Muntok, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil simulasi kondisi eksisting tahun 2018 menggunakan aplikasi simulasi didapatkan beberapa penyulang Rayon Muntok yang memiliki tegangan ujung yang rendah dan didapatkan bahwa losses jaringan sebesar 6,93 % atau sebesar 6,657,490 kWh
2. Dengan pembangunan Gardu Induk Baru dan Pembangunan 7 Penyulang serta dilakukannya

rekonfigurasi penyulang, tegangan ujung penyulang naik serta losses jaringan turun menjadi 3,67 % atau sebesar 5,003,450 kWh

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Orang tua dan keluarga di kota Bandar Lampung – Lampung yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam setiap proses penyelesaian jurnal ini.
2. Istri saya Reksa Alviona yang selalu memberikan dukungan dan menemani di rumah dalam proses penyusunan jurnal ini.
3. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng. dan Rudy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan jurnal.
4. Bapak Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T. dan Bapak M. Yonggi Puriza, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan evaluasi dan masukan dalam penyusunan jurnal.
5. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung (UBB) khususnya kelas Alih Jenjang PLN atas kerjasamanya dan dukungannya yang telah membantu tenaga, pikiran maupun memberikan semangatnya.
7. Rekan- rekan kerja di PT. PLN Area Bangka yang selalu memberi semangat dan masukan dalam penyelesaian jurnal ini.
8. Serta beberapa pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan, baik secara langsung maupun yang tidak langsung dalam pelaksanaan Penelitian maupun penyusunan jurnal ini.

pada Penyulang PT. PLN (Persero) Area Semarang Rayon Tegowanu, diakses pada tanggal 12 November 2018.

2. Referensi Buku:

- Gonen, Turan. 1986. *Electric distribution system engineering*. Mc Graw Hill. New York.
- Iskandar, Dadang. 2013. Sistem Informasi Gardu Induk dan Gardu Distribusi berbasis Web, Jurnal Ilmiah, ISSN 2301 – 4156, diakses pada tanggal 19 November 2018.
- Marsudi, Djiteng. 2006. Operasi Sistem Tenaga Listrik. Graha Ilmu. Jakarta.
- Pabla, A.S. 1990. Sistem Distribusi Daya Listrik, Erlangga, Jakarta.
- PLN Area Bangka 2019. Data Laporan Kondisi Listrik (Konlis).
- PLN Area Bangka 2019. Single Line Diagram Transmisi Sistem Bangka, Buku Operasi Sistem.
- PLN Area Bangka 2019. Data Asset Distribusi, Laporan Iktisar Teknik Bulanan.
- PLN Area Bangka 2019. Laporan Monitoring Penambahan Pelanggan.
- SPLN-72-1987. Spesifikasi Desain Jaringan Tegangan Menengah
- SPLN-1-1995. Tegangan- Tegangan Standar

REFERENSI

1. Referensi Jurnal:

- Ariyani, Khairul. 2008. *Inspeksi Jaringan Distribusi Dan Pemetaan Gardu Rayon Kenten*. Palembang, 2014. diakses pada tanggal 18 Desember 2018.
- Sari, I.P, Wahri Sunanda, dan Asmar Asmar. 2018. *Analisis Perencanaan Pembangunan Gardu Induk Pangkalpinang dan Rekonfigurasi Jaringan 20 kV pada Rayon Pangkalpinang*, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, ISSN 978-602-61545-0-7, diakses pada tanggal 20 Desember 2018.
- Saeffulloh. 2014. *Perencanaan Pengembangan Gardu Induk Untuk 10 Tahun Kedepan*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Sukmawan, Iham Akbar, Kartono, dan Munawar Agus Riyadi. 2015. Analisis Kebutuhan Gardu Induk Untuk Perbaikan Sistem Distribusi Daya Listrik Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Winardi, Bambang, Heru Winarno, dan Kurnanda Rizky Aditama. Pindahkan Beban Penyulang Untuk Mengatasi Drop Tegangan dan Rugi Daya