

ANALISIS KEBUTUHAN GARDU INDUK UNTUK PERBAIKAN SISTEM DISTRIBUSI DAYA LISTRIK KABUPATEN PELALAWAN PROVINSI RIAU

Iham Akbar Sukmawan^{*)}, Karnoto, and Munawar Agus Riyadi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} Email: akbar_ilham1@yahoo.com

Abstrak

Kabupaten Pelalawan termasuk dalam Kabupaten dengan rasio elektrifikasi yang rendah, yaitu 37,11%, artinya masih lebih dari setengah wilayahnya belum teraliri listrik. Kabupaten Pelalawan hanya dihubungkan oleh Jaringan Tegangan Rendah (JTR 220V) dan Jaringan Tegangan Menengah (JTM 20 KV). Jauhnya jarak pembangkit terhadap letak beban membuat kualitas daya listrik pada beban tidak sesuai standar. Jatuh tegangan pada titik terjauh eksisting mencapai 40% dari batas minimum sesuai SPLN 5,5% pada jaringan tegangan menengah 20 kV.. 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, rekonduktor jarignan, serta penggunaan generator terdistribusi. Pada tugas ahir ini akan dikaji kebutuhan gardu induk sebagai solusi perbaikan kualitas sistem jaringan listrik untuk mengaliri seluruh Kabupaten Pelalawan. Penentuan kapasitas gardu induk pada Kab. Pelalawan membutuhkan perkiraan nilai beban puncak pada daerah tersebut. Pada tugas akhir kali ini, penentuan beban puncak dilakukan menggunakan metode DKL 3.2 hingga tahun 2030, serta menganalisis perbaikan sistem distribusi listrik pada jaringan tegangan menengah 20 kV dibangunnya gardu induk 150 kV untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit hingga desa terjauh. Keseluruhan sistem akan disimulasikan menggunakan software ETAP 7.5.0, sedangkan simulasi perkiraan beban menggunakan software LEAP.

Kata Kunci : rugi-rugi daya listrik, jatuh tegangan, gardu induk 150 kV

Abstract

Pelalawan regency included in the district with a low electrification ratio, ie 37.11%, meaning still more than half of its territory is not powered. The regency only connected by Low Voltage Network (JTR 220V) and Medium Voltage Network (JTM 20 KV). Extremely distance away from the power station make the load power quality on the load does not meet standards. The voltage drop at the furthest point reached 40%, whereas of the existing minimum limit according SPLN is 5,5% at medium voltage network. Electrical network existing simulation of Pelalawan regency show that the electrical losses transmission reach 12%. There were some method to fix the electrical distribution system such as, capacitor bank replacement, electrical network reconductor, distributed generator, and substation In this final project will be assessed needs of the substation as a quality improvement system solution to flow through the entire electrical network Pelalawan. Determining the capacity of substations in the district. Pelalawan requires estimates of the peak load value in the area. At the end of this task, the determination of the peak load is done using methods DKL 3.2 to 2030, as well as analyzing the electrical distribution system improvement at 20 kV medium voltage network construction of the 150 kV substation to supply electrical energy from the generator to the farthest village. The entire system will be simulated using ETAP software is 7.5.0, while the estimated load simulation using LEAP.

Keywords : electrical losses, voltage drop, substation 150 kV

1. Pendahuluan

Menurut data dari Dinas Pertambangan dan Energi (Distamben) Kab. Pelalawan, saat ini suplai daya yang dikelola oleh PLN untuk baru mencapai 18,3 MW dan

baru bisa melayani sekitar 34.260 rumah tangga atau rasio elektrifikasi sebesar 37,11%. Pelayanan penerangan di Kabupaten Pelalawan selain sumber penerangannya berasal dari PLN juga ada sumber penerangan yang dikelola oleh BUMD dan yang menggunakan sumber penerangan dengan sistim PLTD swadaya sekitar 24.805

rumah tangga atau ratio elektrifikasi sebesar 26,87%. Jika digabungkan maka secara keseluruhan masyarakat yang telah berlistrik di Kabupaten Pelalawan telah mencapai 63,98%.

Tingginya biaya operasional PLTD swadaya, baik segi perawatan dan biaya bahan bakar serta rugi daya akibat jauhnya letak beban dari pembangkit membuat energi listrik menjadi tidak ekonomis dan tidak berkeuaitas. Diperlukan sebuah solusi untuk meningkatkan kualitas dan nilai ekonomis tenaga listrik.

Pada tugas akhir ini akan dikaji kebutuhan pembangunan gardu induk 150kV sebagai solusi perbaikan kualitas sistem jaringan listrik untuk mengaliri seluruh Kabupaten Pelalawan. Penelitian ini akan membahas seberapa efektif dan handal jaringan tegangan menengah (JTM) untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit hingga desa terjauh.

2. Metode

Pada metodologi penelitian akan dijabarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi proses pengumpulan data dan studi literatur, pembuatan model jaringan, serta perhitungan dan analisis. Pengerjaan tugas akhir ini dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu pra penelitian berupa studi pustaka dan pengumpulan data, baik melalui surveilapangan maupun instansi terkait. Tahapan kedua adalah pengolahan data berupa penghitungan perkiraan beban puncak untuk mengetahui kebutuhan dan kapasitas gardu induk, serta membagi wila kerja gardu induk. Tahapan ketiga adalah analisis data, hasil simulasi menggunakan *software* ETAP 7.5.0.

Tahapan pra penelitian dalam penulisan tugas akhir ini terdiri dari dua bagian, yaitu studi pustaka untuk mengumpulkan teori dan pengumpulan data. Data yang diperlukan pada tugas akhir ini adalah data *existing* jaringan listrik, data PDRB Kab. Pelalawan, data pertumbuhan jumlah pelanggan serta data pertumbuhan daya tersambung. Adapun datakosndisi *existing* jaringan listrik Kab. Pelalawan diperoleh melalui survei lapangan, untuk data lain diperoleh dari dinas-dinas terkait sepeeti halnya BPS, PLN Rayon Pangkalan Kerinci, serta Dinas Pertambangan dan Energi Kab. Pelalawan.

Pada tugas akhir kali ini akan menggunakan Gardu induk untuk memeperbaiki sistem distribusi. Penentuan kapasitas gardu induk Kab. Pelalawan ditentukan berdasarkan intensitas beban puncak pada daerah tersebut. Pengolahan dibagi menjadi dua tahap, yaitu memperkirakan beban puncak tahun 2030 menggunakan *software* LEAP sera simulasi sistem daya menggunakan *software* ETAP 7.5.0

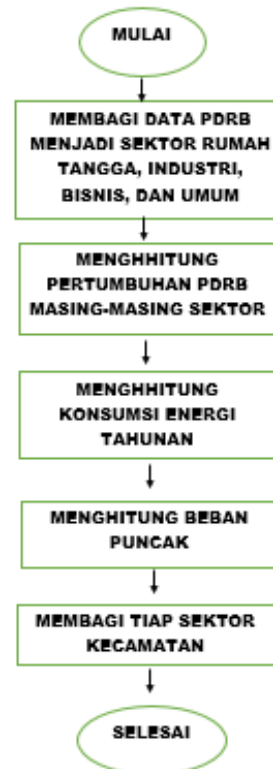
Perkiraan beban puncak dilakukan dengan mensimulasikan seluruh data PDRB (Product Domestic

Regional Bruto) sesuai dengan persamaan DKL pada *software* LEAP. Tujuan akhir dari perkiraan beban ini adalah mengetahui intensitas beban puncak Kabupaten Pelalawan sebagai dasar penentuan kapasitas minimum sistem daya listrik Kabupaten Pelalawan. Perhitungan beban puncak pada tahun 2030 memerlukan penghitungan nilai total konsumsi energi listrik Kab. Pelalawan dengan cara menjumlahkan keseluruhan konsumsi energi tiap sektor sektor pada tahun 2030. Tahapan Perkiraan beban puncak digambarkan pada **gambar 1**.

Simulasi sistem kelistrikan dilakukan dengan memasukkan data beban puncak pada desain jaringan listrik. Ketika hasil simulasi belum sesuai dengan standar maka diperlukan penempatan gardu induk. Penentuan letak gardu induk didasarkan pada pertimbangan berikut :

1. Konfigurasi sistem penyaluran dan kebutuhan daya distribusi secara keseluruhan
2. Potensi kesulitan penyaluran dan distribusi yang menuju atau keluar dari GI.
3. Luas lokasi GI, peruntukan lokasi/tanah GI.

Penentuan letak dan wilayah Gardu Induk juga didasarkan pada perencanaan jaringan listrik secara lebih luas, dalam hal ini adalah RUPTL Nasional di samping harus memenuhi kirteria jatuh tegangan distribusi sesuai SPLN no 72 tahun 1987. Tahapan simulasi sistem akan dijelaskan pada **gambar 2**.



Gambar 1. Diagram alir prakiraan beban



Gambar 2 Diagram alir simulasi sistem kelistrikan

3. Hasil dan pembahasan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sumber 3 fasa dengan menggunakan humptden dengan tegangan yang tetap untuk setiap metoda pengereman, motor yang digunakan adalah motor induksi 3 fasa bertenaga 1hp dengan kecepatan maksimal 1500 rpm. Dengan kondisi sumber dan karakteristik motor yang sama nantinya akan diketahui perbedaan performa pengereman dan dapat diketahui karakteristik pengereman dari hasil simulasi.

3.1 Analisis kondisi existing kelistrikan Kab. Pelalawan

Analisis kondisi existing dilakukan dengan memasukkan seluruh parameter jaringan berupa generator (Langgam Power), trafo daya (pada Langgam Power), panjang jaringan, tipe konduktor, penyulang, bus tiap daerah, dan trafo distribusi. Pada simulasi ini transformator distribusi diasumsikan bekerja maksimal sehingga kapasitas transformator merepresentasikan beban yang terhubung pada bus tersebut.

Tabel 1. Menjelaskan panjang dan lokasi jaringan listrik hasil survey existing jaringan listrik.

Tabel 4 Panjang jaringan Listrik Kabupaten Pelalawan

Feeder	Lokasi	Panjang (km)
OGF 1	GH Baru	13
OGF 2	GH Baru	13
OGF Sorek	Pkl Kerinci - Bunut	46
	Bunut - Kerumutan	33
	Kerumutan - Indragiri Hulu	7,5
	Pangkalan Kuras	18,6
	Bunut	20
	Ukui	22
	Kerumutan	22
OGF Cemara Gading	Sei Kijang	8,9
OGF Langgam	Langgam	11
OGF Simpang	Pkl Kerinci	13,4
Incoming GH Lama	Pkl Kerinci	8
OGF Satya Insani	Pkl Kerinci	5,6

Sumber : Hasil survey tahun 2014

Persebaran beban tiap daerah menjadi dasar utama simulasi jaringan listrik Kabupaten Pelalawan. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui nilai jatuh tegangan pada existing jaringan listrik Kabupaten Pelalawan. Simulasi diawali dengan membuat diagram garis tunggal sistem keistrikan lengkap dengan data beban dan panjang pada software ETAP. Simulasi dapat dipilih menggunakan metode iterasi Newton Raphson, Fast Decouple, dan Gauss Seidel. Pada tugas akhir kali ini menggunakan metode iterasi Fast Decouple. Hasil dari simulasi ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 5 Hasil simulasi jaringan listrik Kab. Pelalawan menggunakan ETAP

	MW	Mvar	MVA	%PF
Source (swing buses)	18,672	11,621	21,993	84,9 Lag
Source (non swing buses)	0	0	0	
Total demand	18,672	11,621	21,993	84,9 lag
Total Motor load	0	0	0	0
Total Static Load	16,404	7,945	18,226	90 lag
Total constant Load	0	0	0	
Total generic load	0	0	0	
Apparent Losses	2,268	3,676		
System mismatch	0,002	0		

Tabel 6 Simulasi Voltage Drop jaringan listrik Kabupaten Pelalawan

Feeder	Lokasi	Tegangan Ujung (kv)	ΔV (kv)
OGF 1	GH Baru	19,3	7%
OGF 2	GH Baru	18,8	9%
OGF Sorek	Pkl Kerinci - Bunut	14,8	28%
	Bunut - Kerumutan	12,6	39%
	Kerumutan	-	
	Indragiri Hulu	12,5	40%
	Pangkalan Kuras	14,7	29%
	Bunut	14,2	31%
	Ukui	12,5	40%
	Kerumutan	12,3	41%
OGF Cemara Gading	Sei Kijang	18,8	9%
OGF Langgam	Langgam	20,6	0,2%
OGF Simpang	Pkl Kerinci	19,2	7%
Incoming GH Lama	Pkl Kerinci	19	8%
OGF Satya Insani	Pkl Kerinci	18,7	10%

Berdasarkan hasil simulasi pada software ETAP pada tabel 5, maka dapat dicari total rugi jaringan melalui perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{LOSSES} &= \frac{\sum \text{APPARENT LOSSES}}{\sum \text{TOTAL DEMAND}} \times 100 \% \\
 &= \frac{2.268}{18.672} \times 100\% = 12,14 \%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan hasil simulasi di dapatkan bahwa total rugi daya pada jaringan *existing* sebesar 12,14%. Tabel 6 memperlihatkan bahwa nilai jatuh tegangan titik terjauh adalah 40% pada Kecamatan Kerumutan.. Nilai jatuh tegangan tersebut sangat jauh dari nilai yang diizinkan PLN sesuai SPLN no 72. Tahun 1987 adalah 5,5%.

3.2 Perkiraan Beban Puncak

Melihat jauhnya jarak serta besarnya daya yang harus di trasnmisikan, gardu induk merupakan solusi yang cocok untuk perbaikan sistem distribusi daya listrik Kabupaten Pelalawan. Penentuan kapasitas gardu induk memerlukan perkiraan nilai intensitas beban puncak agar sistem di nilai mampu memenuhi kebutuhan daya listrik. Pada tugas akhir ini akan disimulasikan perkiraan beban puncak hingga tahun 2030 untuk menentukan kapasitas minimum gardu induk.

Perkiraan beban puncak memerlukan beberapa variabel, antara lain jumlah konsumsi energi dan energi terproduksi. Untuk energi terproduksi dan nilai beban puncak tersebut dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Energi yang diproduksi} \\
 = \frac{\text{Total kebutuhan konsumsi energi}}{1-Lt} \dots\dots\dots (14)
 \end{aligned}$$

Lt (losses transmission) berdasarkan simulasi kondisi *existing*) = 0,12

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Puncak} &= \frac{\text{Total Energi yang diproduksi}}{8760 \times LF} \dots\dots\dots(15) \\
 \text{Lf (load factor)} &= 0,68
 \end{aligned}$$

Nilai losses transmission atau rugi-rugi transmisi didapatkan dari penghitungan simulasi kondisi *existing* jaringan listrik Kab. Pelalawan, yaitu 12,14%. Nilai load factor didapatkan dari perbandingan antara beban rata-rata terhadap beban puncak pada daerah tersebut. keseluruhan hasil penghitungan menjadi asumsi kunci pada perhitungan menggunakan *software* LEAP.

Setelah melakukan simulasi menggunakan *software* LEAP akan ditampilkan berbagai macam data sesuai dengan persamaan/ skenario yang digunakan. Tabel 2

akan memperlihatkan hasil running LEAP berupa beban puncak Kabupaten Pelalawan

Tabel 7 Data beban puncak Kabupaten Pelalawan

Tahun	Konsumsi Energi (GWH)	Energi Terproduksi (GWH)	Beban Puncak (MW)
2012	92,13517	104,6991	17,57639
2013	97,45153	110,7404	18,59058
2014	103,0856	117,1427	19,66538
2015	109,057	123,9284	20,80452
2016	115,3866	131,1212	22,01201
2017	122,0967	138,7463	23,29208
2018	129,2109	146,8306	24,64924
2019	136,7544	155,4028	26,0883
2020	144,754	164,4932	27,61435
2021	153,2381	174,1342	29,23284
2022	162,2371	184,3603	30,94956
2023	171,7833	195,2083	32,77066
2024	181,911	206,717	34,7027
2025	192,6569	218,9283	36,75266
2026	204,0598	231,8862	38,92798
2027	216,1614	245,638	41,23656
2028	229,0057	260,2338	43,68685
2029	242,6399	275,7272	46,2878
2030	257,1141	292,1751	49,049

Tabel 7 merepresentasikan intensitas konsumsi energi, energi terproduksi dan beban puncak pada Kabupaten Pelalawan. Hasil tersebut diperoleh dari simulasi menggunakan *software* LEAP dengan memperhitungkan berbagai faktor pada asumsi kunci yang ada pada Kabupaten Pelalawan.

3.3 Simulasi Perbaikan Sistem

Lokasi gardu induk dipilih menggunakan pertimbangan ketersediaan lahan, persebaran beban, dan rencana tata wilayah. Perencanaan jaringan tegangan tinggi (JTT) drancang berdasarkan RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) Nasional. Sesuai dengan RUPTL, JTT 150 kV akan melewati Kab. Pelalawan melalui lintas Timur.

Lokasi pembangunan gardu induk akan ditempatkan pada Kec. Pangkalan Kerinci dan Kec. Ukui. Adapun kapasitas masing-masing GI adalah 30 MVA berdasarkan pada besar beban puncak pada tahun 2030 sebesar 49,049 MW. Pangkalan Kerinci dan Ukui dipilih sebagai lokasi pembanguna GI karena terdapat pusat-pusat beban yang berpotensi bertambah. Sedangkan Teluk Meranti dipiilh sebagai lokasi dibangunnya GI karena direncanakan sebagai kawasan wisata serta berfungsi untuk mengaliri listrik sampai pada Kecamatan Kuala Kampar. Tabel 7 merupakan hasil dari simulasi ETAP setelah pembangunan GI.

Tabel 8 Hasil simulasi jaringan listrik Kab. Pelalawan setelah pembanguna GI menggunakan ETAP

	MW	Mvar	MVA	%PF
Source (swing buses)	25,708	5,740	2,6341	97,7 Lag
Source (non swing buses)	0	0	0	
Total demand	25,708	5,740	26,341	97,6 lag
Total Motor load	0	0	0	0
Total Static Load	24,596	11,912	27,329	90 lag
Total constant Load	0	0	0	
Total generic load	0	0	0	
Apparent Losses	1,11	-6,173		
System mismatch	0,002	0		

Tabel 9 Voltage Drop jaringan listrik Kabupaten Pelalawan setelah pembangunan GI

Feeder	Lokasi	Tegangan Ujung (kv)	ΔV
OGF Sorek	P. Kuras	18,29	8,55%
	Simpang Bunut	18,37	8,15%
	Kerumutan	18,6	7,00%
OGF Cemara Gading	Sei Kijang	19,81	0,95%
OGF Langgam	Langgam	19,85	0,75%
OGF Simpang	Pkl Kerinci	19,12	4,40%
Incoming GH Lama	Pkl Kerinci	18,91	5,45%
OGF Satya Insani	Pkl Kerinci	19,93	0,35%

Tabel 8 memperlihatkan hasil simulasi kondisi jaringan listrik Kab. Pelalawan. Berikut penghitungan nilai rugi dayanya

$$\begin{aligned}
 \text{LOSSES} &= \frac{\sum \text{APPARENT LOSSES}}{\sum \text{TOTAL DEMAND}} \cdot 100\% \\
 &= \frac{1,11}{25,708} \cdot 100\% = 4,317\%
 \end{aligned}$$

Didapatkan melalui perhitungan bahwa nilai rugi-rugi dayasetelah dibagnaun gardu induk dapat ditekan menjadi 4,31%. Namun dari tabel 9 tampak bahwa pada P. Kuras, Simpang Bunut, dan Kerumutan masih terdapat daerah dengan nilai jatuh tegangan melebihi 5,5%. Akaan dilakukan penambahan jumlah feeder untuk mengurangi intensitas arus yang mengalir pada jaringan tersebut. hasil dari simulasi penambahan feeder dan gardu induk ditampilkan pada tabel 10.

Tabel 10 Jatuh tegangan jaringan listrik Kabupaten Pelalawan setelah pembangunan GI

Feeder	Lokasi	Tegangan Ujung (kv)	ΔV
OGF Sorek	P. Kuras	19,19	4,25%
	Simpang Bunut	19,19	4,05%
	Kerumutan	19,43	0,60%
OGF Cemara Gading	Sei Kijang	19,88	0,95%
OGF Langgam	Langgam	19,85	0,75%
OGF Simpang	Pkl Kerinci	19,12	4,40%
Incoming GH Lama	Pkl Kerinci	18,91	5,45%
OGF Satya Insani	Pkl Kerinci	19,93	0,35%

Tabel 10 memperlihatkan nilai tegangan ujung masing-masing jaringan. Tampak bahwa seuruh ujung jaringan telah memenuhi standar SPLN. Pada jaringan GI Ukui yaitu Kerumutan, nilai tegangan mencapai 19,43 di mana sebelumnya bernilai 18,6 kV, begitu pula pada simpang bunut jaringan GI Kerinci, nilai tegangan mencapai 19,15 kV di mana sebelumnya hanya mencapai 18,37 kV.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa rugi-rugi daya listrik pada jaringan *existing* Kabupaten Pealawan di tahun 2014 mencapai 12,14%. Pada tahun 2030, Kabupaten Pelalawan diperkirakan mengkonsumsi konsumsi sebesar 257,114 GWH. Untuk menenuhi permintaan energi tersebut, produksi energi Kabupaten Pelalawan minimal sebesar 292,1751 GWH. Diperkirakan nilai beban puncak pada tahun tersebut mencapai 49,049 MW. Melihat besarnya nilai rugi-rugi daya pada penyaluran daya listrik serta pertumbuhan permintaan energi listrik, maka Kabupaten Pelalawan memerlukan penambahan Gardu Induk sebanyak 2 buah yaitu di Kecamatan Pangkalan Kerinci, Ukui, untuk memperbaiki sistem distribusi daya listrik *existing* jaringan listrik Kab. Pelalawan. Selain itu untuk menunjang kualitas tegangan penyaluran, diperlukan penambahan feeder (penyulang) dari GI Ukui menuju Kecamatan Ukui dan Kerumutan. Adapun kapasitas GI Kecamatan Pangkalan Kerinci adalah 30 MVA, GI Ukui adalah 30 MVA. Sesuai hasil simulasi, pembangunan Gardu Induk mampu mengurangi nilai rugi daya pada jaringan hingga 4,31%. Untuk pengembangan Tugas Akhir ini, maka diperlukan beberapa pengembangan. Tugas akhir ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk perancangan komponen gardu induk dan JTT dengan melakukan studi lebih lanjut baik dari segi teknis maupun non teknis. Metode perkiraan beban dapat dilakukan dengan lebih memperhatikan perkembangan tiap kecamatan bahkan desa untuk akurasi perkiraan yang lebih baik.

Referensi

Reports:

- [1]. ---, 2013, *Pelalawan dalam angka*. Badan Pusat Statistik. Kab. Pelalawan
- [2]. Survei lapangan Kabupaten Pelalawan 2014

Texbooks:

- [3]. Marsudi Djiteng, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006
- [4]. Suhadi , *SMK Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional , 2008
- [5]. Gonen, Turan, “*Electric Power Distribution System Engineering*”, Mcgraw-hill book company., Colombia, 1986.

[6]. Saadat Hadi, “*Powers System Analysis*”, McGraw-Hill Series in Electrical and Computer Engineering, New York, 1994.

Journal:

- [7]. Suhono. 2010. Kajian Perencanaan Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik di Wilayah Kabupaten Sleman Menggunakan Perangkat Lunak LEAP. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada
- [8]. Hermawan, Karnoto, *Buku Manual Perencanaan Pengembangan Sistem Tenaga Listrik*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang, Maret 2008.

Standards:

[9]. SPLN 72 1987 , *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*

[10]. SPLN 64 1985 , *Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*

[11]. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007

[12]. SPLN 1 1995 , *Tegangan-Tegangan Standar*

[13]. P.T. PLN Rayon Pangkalan Kerinci Kab. Pelalawan tahun 2013

[14]. Syariffudin. M. Ir., M.Eng. *Perencanaan Jaringan Trasnisi Tegangan Tinggi*, 1999

[15]. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) P.T. PLN Persero tahun 2013

[16]. Sulasno, *Teknik dan Sistem Tenaga Distribusi Tenaga Listrik Edisi I*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.

[17]. RTRW Kabupaten Pelalawan tahun 2000