



ANALISIS ALIRAN DAYA SETELAH PENGHANTAR PASIR PUTIH - GARUDA SAKTI BEROPERASI PADA PT. PLN (PERSERO) UNIT PELAYANAN TRANSMISI (UPT) PEKANBARU

POWER FLOW ANALYSIS AFTER TRANSFER OF WHITE SAND - GARUDA SAKTI OPERATES AT PT. PLN (PERSERO) TRANSMISSION SERVICE UNIT (UPT) PEKANBARU

Abrar Tanjung

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning

E-mail: abrar@unilak.ac.id

INFO ARTIKEL

Koresponden

Abrar Tanjung

abrar@unilak.ac.id

Kata kunci:

aliran daya, gauss seidel, digsilent

Website:

<http://idm.or.id/JSCR>

hal: 33 - 41

ABSTRAK

Analisa aliran daya Gauss Seidel merupakan analisa aliran daya untuk memperoleh tegangan terima bus, kondisi aliran daya serta rugi-rugi daya pada saluran di sistem yang ditinjau saat operasi puncak. Sebagai sasaran dapat dijadikan sebagai dasar untuk membuat keputusan, juga sangat berperan penting dalam perencanaan, pembangunan dan perawatan sistem tenaga listrik karena operasi sistem yang optimal tergantung pada pengetahuan mengenai pengaruh interkoneksi dengan sistem yang lain, penambahan pembangkit, penambahan beban baru, pembangunan jaringan dan perbaikan serta perawatan peralatan tenaga listrik. Aliran daya pada sistem penyaluran di UPT Pekanbaru sendiri yaitu dari Gardu Induk Koto Panjang sampai ke Gardu Induk Kota Pinang. Berdasarkan hasil pembahasan menggunakan program Digsilent Power Factory diperoleh aliran daya terbesar terjadi pada rel GI Balai Pungut ke GI Duri yaitu sebesar 207,99 MVA. Sedangkan total rugi-rugi daya pada sistem Riau sebesar 19,31 MW dan 77,83 MVAR. Besar aliran daya yang mengalir dari Gardu Induk Pasir Putih ke Gardu Induk Garuda Sakti dengan menggunakan Matlab yaitu daya Aktif 39,51 MW dan daya reaktif -1,78 MVAR. Untuk hasil dari program digsilent sebesar 59,63 MW dan 24,09 MVAR dan untuk program ETAP sebesar 41,56 MW dan -15,75 MVAR..

Copyright © 2021 JSCR. All rights reserved.

ARTICLE INFO

Correspondent:

Abrar Tanjung
abrar@unilak.ac.id

Key words:

*power flow, gauss seidel,
 digsilent*

Website:

<http://idm.or.id/JSCR>

page: 33 - 41

ABSTRACT

Gauss Seidel power flow analysis is a power flow analysis to obtain bus reception voltage, power flow conditions and power losses in the line in the system under review during peak operation. As a target, it can be used as a basis for making decisions, it also plays an important role in planning, building and maintaining electric power systems because optimal system operation depends on knowledge of the effects of interconnection with other systems, adding power plants, adding new loads, network construction and repairs. and maintenance of electrical power equipment. The power flow in the distribution system at UPT Pekanbaru itself is from the Koto Panjang Substation to the Kota Pinang Substation. Based on the results of the discussion using the Digsilent Power Factory program, it was found that the largest power flow occurred on the GI Balai Pungut rail to GI Duri, which was 207.99 MVA. Meanwhile, the total power losses in the Riau system are 19.31 MW and 77.83 MVAR. The amount of power that flows from the Pasir Putih Substation to the Garuda Sakti Substation using Matlab is 39.51 MW of Active power and -1.78 MVAR of reactive power. The results from the digsilent program are 59.63 MW and 24.09 MVAR and for the ETAP program it is 41.56 MW and -15.75 MVAR.

Copyright © 2021 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik bagi masyarakat dan industri dapat terjaga dengan baik, dibutuhkan suatu perusahaan listrik yang dapat mengelola kebutuhan listrik tersebut. Di Indonesia, PT. PLN (Persero) adalah satu-satunya perusahaan listrik milik negara dan juga merupakan satu-satunya perusahaan di Indonesia yang membidangi penyaluran dan pendistribusian energi listrik ke masyarakat dan industri. Keandalan dalam penyaluran sistem tenaga listrik, diperlukan satu analisis yang dapat dilakukan pada sistem itu sendiri pada saat keadaan normal atau mantap (steady state) yaitu dengan cara studi aliran daya. Adapun metode penyelesaian aliran daya adalah Gauss-seidel, Newton-rapshon dan Fast Decoupled. Informasi-informasi yang diperoleh dari studi aliran daya adalah arah aliran daya, tegangan bus, daya aktif, dan daya reaktif. Hasil studi aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besar rugi transmisi, alokasi daya reaktif, kemampuan sistem untuk memenuhi pertumbuhan beban dan penambahan suplai pembangkit (Tanjung, 2021).

Analisa aliran daya adalah studi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang tegangan terima bus, kondisi aliran daya serta rugi-rugi daya pada saluran di sistem yang ditinjau saat operasi puncak. Sebagai sasaran dapat dijadikan sebagai dasar untuk membuat keputusan, juga sangat berperan penting dalam perencanaan, pembangunan dan perawatan sistem tenaga listrik karena operasi sistem yang optimal tergantung pada pengetahuan mengenai pengaruh interkoneksi dengan sistem yang lain, penambahan pembangkit, penambahan beban baru, pembangunan jaringan dan perbaikan serta perawatan peralatan tenaga listrik (Efrizal, 2010). Tegangan yang

diperoleh pada setiap rel, nilai ini dipakai lagi untuk tegangan yang dibetulkan pada rel berikutnya. Proses ini diulangi untuk setiap rel berturut-turut untuk seluruh jaringan (kecuali pada rel berayun) untuk menyelesaikan iterasi pertama. Kemudian keseluruhan proses ini dilakukan lagi berulang-ulang sehingga besarnya pembetulan tegangan setiap rel kurang dari suatu indeks ketepatan yang sebelumnya telah ditetapkan. (Stevenson, 1996) (Tanjung, 2021)

Proses pemecahan persamaan aljabar linier semacam ini dikenal sebagai metoda iterasi Gauss-Seidel. Jika himpunan yang sama dari nilai tegangan digunakan untuk suatu iterasi lengkap (bukannya dengan langsung memasukkan setiap nilai baru yang diperoleh untuk menghitung tegangan pada rel berikutnya), maka proses itu disebut metoda iterasi Gauss Seidel. (Stevenson, 1996).

Konvergensi pada suatu penyelesaian yang salah mungkin terjadi jika tegangan aslinya sangat jauh berbeda dengan nilai yang benar. Konvergensi yang salah ini biasanya dapat dihindarkan jika nilai aslinya mempunyai besar yang pantas dan fasanya tidak berbeda terlalu jauh. Setiap penyelesaian yang tidak diinginkan biasanya dapat diketahui dengan mudah melalui pemeriksaan hasilnya karena tegangan sistem biasanya tidak mempunyai daerah fasa yang lebih lebar dari 45° dan selisih antara dua rel yang berdekatan kurang dari 10° atau lebih kecil. (Stevenson, 1996) (Tanjung, 2017).

Sistem penyaluran PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Transmisi (UPT) Pekanbaru sendiri menyuplai sistem transmisi dari Gardu Induk (GI) Koto Panjang hingga Gardu Induk Kotapinang. Akan tetapi dengan energinya Gardu Induk baru, membuat perubahan penyaluran sistem tenaga listrik pada sistem penyaluran UPT Pekanbaru. Adapun Gardu Induk baru yang sudah beroperasi untuk saat ini ialah Gardu Induk Pasir Putih. Gardu Induk Pasir Putih sendiri disuplai dari Gardu Induk Tenayan Raya, namun dalam beberapa waktu kedepan sistem kelistrikan Gardu Induk Pasir Putih akan dihubungkan dengan Gardu Induk Garuda Sakti melalui saluran transmisi guna memperkuat keandalan sistem penyaluran tenaga listrik di ruang lingkup UPT Pekanbaru. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk Menentukan parameter-parameter pada sistem penyaluran UPT Pekanbaru, Menentukan aliran daya pada sistem penyaluran UPT Pekanbaru setelah penghantar Pasir Putih-Garuda Sakti beroperasi dalam keadaan normal.

METODE PENELITIAN

Sistem kelistrikan yang ada di Riau merupakan wilayah kerja dari UPT Pekanbaru, dimana merupakan sub sistem dari sistem kelistrikan Sumatera. Adapun sistem kelistrikan Riau yaitu dari Gardu Induk (GI) Koto Panjang yang berbatasan dengan sistem kelistrikan Sumatera Barat hingga GI Kota Pinang yang berbatasan dengan sistem kelistrikan Sumatera Utara. UPT Pekanbaru memiliki 2 unit Transmisi dan Gardu Induk (TRAGI). TRAGI Teluk Lembu membawahi 7 unit gardu induk yakni, GI Koto Panjang, GI Bangkinang, GI Garuda Sakti, GI Teluk Lembu, GI Pasir Putih, GI Tenayan Raya, dan GI Pangkalan Kerinci. TRAGI Duri membawahi 5 unit gardu induk yaitu GI Balai Pungut, GI Duri, GI Dumai, GI Baganbatu, dan GI Kota Piang. Semua gardu induk tersebut tersambung dengan beberapa unit pembangkit yakni, PLTA Koto Panjang, PLTG Teluk Lembu, PLTU Tenayan Raya, PLTG dan PLTMG Balai Pungut. Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini diperlukan data-data yang dapat

menunjang demi kelancaran penelitian yang dilakukan. Adapun data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data primer adalah data yang diperoleh langsung terhadap objek penelitian. Hal ini dilakukan dengan observasi atau survei langsung ke lokasi penelitian. Data yang diperoleh yaitu: data beban masing-masing Gardu Induk.
2. Data sekunder ini diperoleh melalui pengumpulan referensi jurnal-jurnal tentang studi aliran daya dan wawancara dengan pegawai di PT. PLN (Persero) UPT Pekanbaru. Data yang diperoleh yaitu: data aliran daya dari unit pembangkit yang ada di Pekanbaru.

Tabel 1. Data Saluran Transmisi 150 kV Sistem Riau (PLN P3BS, 2017)

No	Penghantar 150 kV	Data Saluran					
		Jenis	mm ²	Kond. / Ph	Jml . Ph	Panjang (Kms)	Inom (Amp)
1	Koto Panjang – Garuda Sakti	ACSR	435	1	3	64,01	911
2	Koto Panjang – Bangkinang	ACSR	435	1	3	17,91	911
3	Bangkinang – Garuda Sakti	ACSR	435	1	3	46,07	911
4	Garuda Sakti – Teluk Lembu	ACSR	240	1	3	19,98	635
5	Tenayan – Teluk Lembu	ACSR	2x240	2	3	9,17	1270
6	Garuda Sakti – Pasir Putih	ACSR	2x240	2	3	31,60	1270
7	Garuda Sakti – Balai Pungut	ACCC	360	1	3	77,11	1408
8	Pasir putih – Tenayan Raya	ACSR	2x40	2	3	19,87	1290
9	Pasir Putih – Kerinci	ACSR	2x240	2	3	37,26	1290
10	Balai Pungut – Duri	ACCC	310	1	3	41,86	1275
11	Duri – Dumai	ACCC	310	1	3	56,75	1275
12	Duri – Bagan Batu	ACSR	240	1	3	110,16	635
13	Bagan Batu – Kota Pinang	ACSR	240	1	3	44,64	635

Tabel 2 Data Impedansi Saluran Transmisi Sistem Riau (PLN P2BS, 2017)

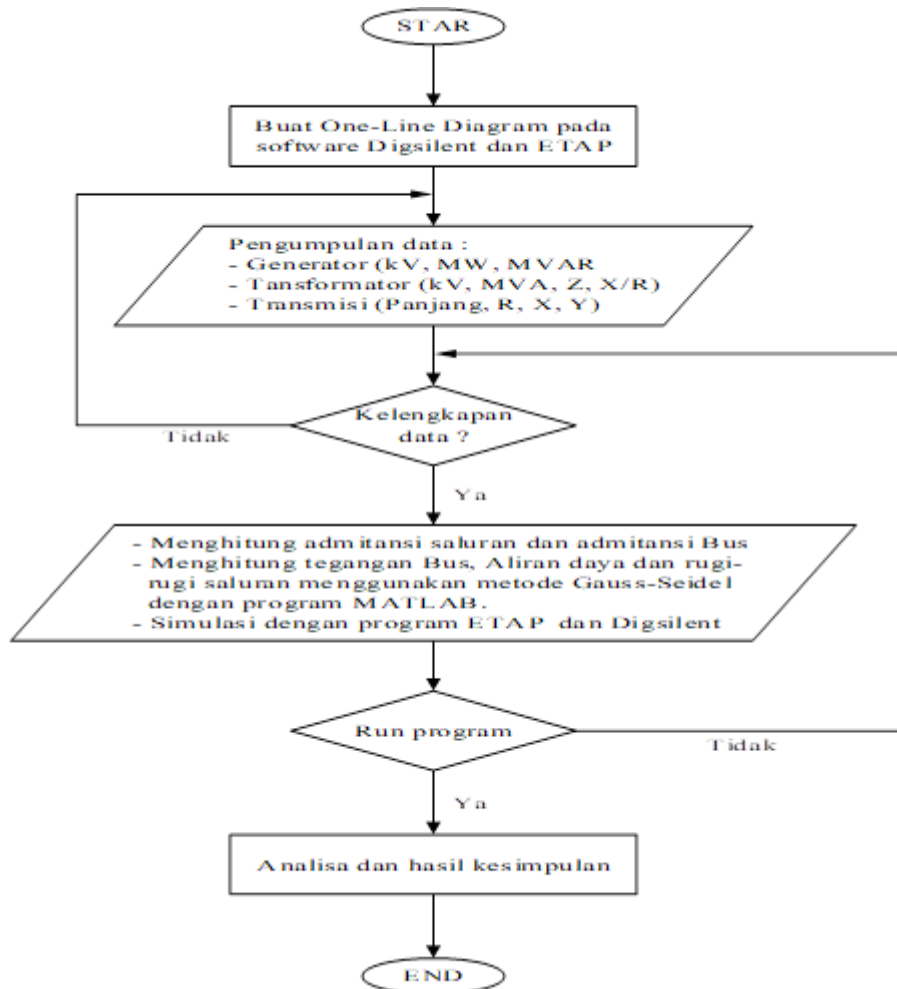
No	Penghantar 150 kV	Impedansi Saluran		
		Z	R	Jx
1	Koto Panjang – Garuda Sakti	0.41318650	0.0665	0.4078
2	Koto Panjang – Bangkinang	0.41318650	0.0665	0.4078
3	Bangkinang – Garuda Sakti	0.41318650	0.0665	0.4078
4	Garuda Sakti – Teluk Lembu	0.88542433	0.2366	0.8532
5	Tenayan – Teluk Lembu	0.48425530	0.136	0.41
6	Garuda Sakti – Pasir Putih	0.48425530	0.136	0.41
7	Garuda Sakti – Balai Pungut	0.81845744	0.1676	0.801
8	Pasir putih – Tenayan Raya	0.4842553	0.1275	0.4672
9	Pasir Putih – Kerinci	0.4842553	0.1275	0.4672
10	Balai Pungut – Duri	0.87086295	0.1954	0.801
11	Duri – Dumai	0.87086295	0.1954	0.801
12	Duri – Bagan Batu	0.88542433	0.2366	0.8532
13	Bagan Batu – Kota Pinang	0.88542433	0.2366	0.8532

Metoda dan langkah-langkah pembahasan yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data Generator yang tersambung dengan sistem, kapasitas daya terpasang dalam MW dan MVAR dan daya mampu dari masing-masing

pembangkit dalam satuan MW dan MVAR Membuat diagram 1 garis (one line diagram) sistem tenaga listrik di Riau

2. Mengumpulkan data Transformator disetiap Gardu Induk
3. Mencari admitansi sendiri dan admitansi bersama pada masing-masing rel
4. Membuat diagram 1 garis (*one line diagram*) sistem tenaga listrik di Pekanbaru
5. Memulai percobaan menggunakan *software DIgSilent*



Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Impedansi Saluran dalam Per Unit (p.u)

Untuk menghitung impedansi saluran dalam p.u terlebih dahulu harus ditentukan impedansi dasar (Z_{base}) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Z_{base} = \frac{(kV_{base})^2}{MVA_{base}}$$

$$kV_{base} = 150 \text{ kV}$$

$$MVA_{base} = 100 \text{ MVA}$$

$$Z_{base} = \frac{(150000)^2}{100000000} = 225 \text{ ohm}$$

Impedansi masing-masing saluran dapat ditentukan dengan mengalikan impedansi konduktor (Z) pada Tabel 2 dengan panjang saluran (l) pada Tabel 1 dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Impedansi Saluran Sistem 150 kV Riau

Penghantar 150 kV	Impedansi Saluran				
	Panjang	R/km	jX/km	R	jX
KTP-GS	64,01	0,0665	0,4078	4,256665	26,1033
KTP-BKG	17,91	0,0665	0,4078	1,191015	7,3037
BKG-GS	46,07	0,0665	0,4078	3,063655	18,7873
GS-TL	19,98	0,2366	0,8532	4,727268	17,0469
TNY-TL	9,17	0,136	0,41	1,24712	3,7597
TNY-PPT	19,87	0,1275	0,4672	2,533425	9,28326
PPT-KRC	37,26	0,1275	0,4672	4,75065	17,4079
GS-PPT	31,6	0,136	0,41	4,2976	12,956
GS-BLPGT	77,11	0,1676	0,801	12,92364	61,7651
BLPGT-DURI	41,86	0,1954	0,801	8,179444	33,5299
DURI-DUMAI	56,75	0,1954	0,801	11,08895	45,4568
DURI-BBT	110,16	0,2366	0,8532	26,06386	93,9885
BBT-KTPNG	44,64	0,2366	0,8532	10,56182	38,0868

$$Z_{p.u} = \frac{Z}{Z_{base}}$$

Impedansi saluran Koto Panjang – Bangkinang (Z_{12}):

$$Z_{12} = \frac{4,2566 + j26,1033}{225}$$

$$Z_{12} = 0.0053 + j0.0325 \text{ p.u}$$

Selanjutnya impedansi saluran dalam p.u dapat dilihat seperti pada Tabel 4

Tabel 4. Impedansi Saluran dalam p.u

No	Saluran	$Z_{p.u}$
1	Koto Panjang – Bangkinang	$z_{12} = 0.0053 + j0.0325$
2	Koto Panjang – Garuda Sakti	$z_{13} = 0.0189 + j0.1160$
3	Bangkinang – Garuda Sakti	$z_{23} = 0.0136 + j0.0835$
4	Garuda Sakti – Teluk Lembu	$z_{34} = 0.0210 + j0.0758$
5	Garuda Sati – Pasir Putih	$z_{35} = 0.0191 + j0.0576$
6	Garuda Sakti – Balai Pungut	$z_{38} = 0.0574 + j0.2745$
7	Teluk Lembu – Tenayan Raya	$z_{46} = 0.0055 + j0.0167$
8	Pasir Putih – Tenayan Raya	$z_{56} = 0.0113 + j0.0413$
9	Pasir Putih – Pangkalan Kerinci	$z_{57} = 0.0211 + j0.0774$
10	Balai Pungut – Duri	$z_{89} = 0.0364 + j0.1490$
11	Duri – Dumai	$z_{910} = 0.0493 + j0.2020$

12	Duri – Bagan Batu	$z_{911} = 0.1158 + j0.4177$
13	Bagan Batu – Kota Pinang	$z_{1112} = 0.0469 + j0.1693$

Simulasi Menggunakan Digsilent

Untuk mengisi data saluran transmisi dengan cara *double click* blok *line – Type – New Project Type – Line Type (TypLne)*, seperti pada Gambar 2.

Gambar 2. Data Saluran Transmisi

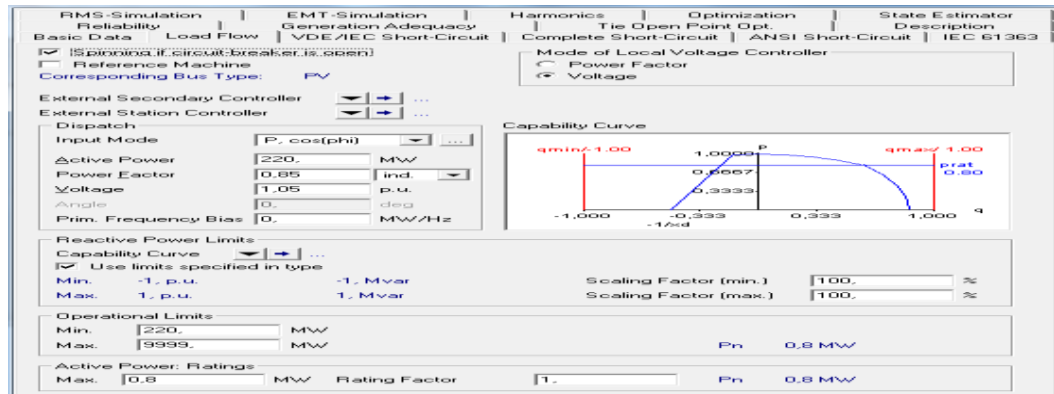
Untuk mengisi data beban pada setiap gardu induk yaitu dengan cara *double click* blok *general load – Type – New Project Type – General Load Type (TypLod)* lalu memilih tipe beban seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Data Tipe Beban

Setelah memilih tipe beban, lalu klik *load flow* lalu mengisi data beban pada masing masing gardu induk seperti pada Gambar 4.

Gambar 4. Data Beban Gardu Induk

Untuk mengisi data pembangkit yaitu dengan cara *double click* blok *Synchronous Machine – Type – New Project Type* lalu klik OK. Setelah itu pilih *load flow* dan mengisi data pembangkit seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Data Pembangkit

Data-data yang telah di *input* kan kedalam program apabila di jalan kan hasilnya, dengan hasil seperti pada Gambar 6.

```
DigSI/info - The calculation results have been deleted by the user.
DigSI/info - Element 'PLTG&PLTMG BLPGT' is local reference in separated area of 'bus gen bp'
DigSI/info - Grid split into 2 isolated areas
DigSI/info - Calculating load flow...
DigSI/info - -----
DigSI/info - Start Newton-Raphson Algorithm...
DigSI/info - load flow iteration: 1
DigSI/info - load flow iteration: 2
DigSI/info - load flow iteration: 3
DigSI/info - load flow iteration: 4
DigSI/info - load flow iteration: 5
DigSI/info - load flow iteration: 6
DigSI/info - load flow iteration: 7
DigSI/info - Newton-Raphson converged with 7 iterations.
DigSI/wrng - 'Grid\PLTG&PLTMG BLPGT.ElmSym':
DigSI/wrng - Maximum Reactive Power Limit exceeded (301,57 Mvar > 213,00 Mvar)
DigSI/wrng - 'Grid\PLTG&PLTMG BLPGT.ElmSym':
DigSI/wrng - Minimum Active Power Limit exceeded (-39,15 MW < 213,00 MW)
DigSI/wrng - 'Grid\PLTG&PLTMG TL.ElmSym':
DigSI/wrng - Maximum Active Power Limit exceeded (103,20 MW > 93,50 MW)
DigSI/wrng - 'Grid\PLTU TMY.ElmSym':
DigSI/wrng - Maximum Active Power Limit exceeded (220,00 MW > 200,00 MW)
DigSI/info - Load flow calculation successful.
```

Gambar 6. Hasil Program Digsilent

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil run software disilent didapatkan hasil bahwa iterasi selesai pada iterasi ke tujuh, dengan aliran daya dari Gardu Induk Pasir Putih ke Garuda Sakti sebesar 59,63 MW dan 24,09 MVAR.

DAFTAR PUSTAKA

- Tanjung, Akbar. 2017, Reconstruction of Power Supply System 20 kV Distribution to Compare Power Rate and Fall Voltage PT. PLN (Persero) Area Dumai, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 97 (1), 012048.
- Tanjung, Akbar., Zulfahri, 2021, Performance Analysis Of Electrical System Postgraduate University Of Lancang Kuning, Human Sustainability Procedia 1 (1), 45-53

- Aslimeri. (2008). Teknik Transmisi Tenaga Listrik (jilid 3). Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Cekdin, C. (2007). Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Cekdin, C. (2013). Transmisi Daya Listrik. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Efrizal. (2010). Studi Aliran Daya Untuk Menentukan Lokasi Optium Pembangkit Tenaga Listrik Menggunakan Metoda Gauss-Seidel Pada Feeder 20 kV Gardu Induk Koto Panjang-Daludalu. Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning.
- Jusmedy, F. M. (2009). Studi Aliran Daya Sistem 115 kV PT. Chevron Pacific Indonesia Studi Aliran Daya Sistem 115 kV PT. Chevron Pacific Indonesia.
- PLN (Persero), P. (2014). Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi Dan Ekstra Tinggi (Sutt/Sutet).
- Stevenson. (1996). Analsa System Tenaga Listrik. Erlangga.
- Suryadi B. (2010). Studi Aliran Daya Untuk Pengembangan Trafo Daya Pada Jaringan Distribusi 20 kV Gardu Induk Duri - PT. PLN (Persero) Ranting Duri Menggunakan Metoda Iterasi Gauss-Seidel. Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning.
- Syeflaizar. (2010). Analisis Aliran Daya Untuk Memperbaiki Sistem 115 kV PT. CHEVRON PACIFIC INDONESIA Menggunakan Gauss-Seidel. Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning.
- Zuhal. (2015). Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya (6th ed.). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.