
ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA PENYULANG PANGKALBALAM GI AIR ANYIR DI PLN AREA BANGKA

Menak Alfreejan H, Asmar, Rika Favoria Gusa

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kabupaten Bangka, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

e-mail : menakalfreejanh97@gmail.com

ABSTRAK

PLN berusaha mensuplai energi listrik dengan seoptimal mungkin melalui perbaikan tegangan pelayanan, perbaikan keandalan, penurunan susut teknis jaringan dan rehabilitasi jaringan tua. Sistem distribusi 20 kV tidak lepas dari kemungkinan terjadinya gangguan-gangguan yang akan mempengaruhi keandalan. Nilai keandalan diperoleh dengan perhitungan secara terstruktur pada tiap-tiap *section* pada penyulang Pangkalbalam GI Air Anyir di PLN Area Bangka Tahun 2017. Nilai keandalan kondisi *eksisting* dengan perhitungan dan simulasi diperoleh SAIFI: 6,1174 kali/tahun, SAIDI: 21,1878 jam/tahun, CAIDI: 3,464 jam/gangguan pelanggan, ASAI: 0,9976 pu, ASUI: 0,00242 pu, EENS: 220,729 MWh/tahun dan AENS: 0,0267 MWh/pelanggan.tahun. Nilai keandalan kondisi *eksisting* pada penyulang Pangkalbalam melebihi standar SPLN No 59 tahun 1985. Peningkatan keandalan dengan penambahan *feeder express*, nilai keandalan terbaik terdapat pada skenario 9 yang masuk pada GD P469 dengan panjang saluran sebesar 19,45 kms diperoleh SAIFI: 1,6994 kali/tahun, SAIDI: 6,1129 jam/tahun, CAIDI: 3,597 jam/gangguan pelanggan, ASAI: 0,9993 pu, ASUI 0,00070 pu, EENS: 66,908 MWh/tahun dan AENS: 0,0077 MWh/pelanggan.tahun. Nilai evaluasi kelayakan investasi ekonomis untuk pembangunan *feeder express* dengan kondisi evaluasi kelayakan investasi terbaik terdapat pada skenario 5 masuk pada GD P241 dengan panjang saluran 10,3 kms dengan nilai BCR: 1,2159, NPV: Rp 422.624.608 dan IRR: 11,11%.

Kata kunci: Sistem distribusi, nilai keandalan, *feeder express*, evaluasi kelayakan

PENDAHULUAN

PLN berusaha mensuplai energi listrik dengan seoptimal mungkin melalui perbaikan tegangan pelayanan, perbaikan keandalan, penurunan susut teknis jaringan dan rehabilitasi jaringan tua. Dalam bidang distribusi keandalan jaringan harus ditingkatkan agar dapat memanfaatkan energi listrik secara maksimal, menjaga kualitas sistem penyaluran, mengurangi frekuensi dan lamanya pemadaman aliran listrik pada pelanggan. (Tim PLN, 2016). Sistem distribusi 20 kV tidak lepas dari kemungkinan terjadinya gangguan yang akan mempengaruhi keandalan suatu pembangkit dalam mendistribusikan aliran daya listrik ke pelanggan. (Bonar P, 2012).

Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap keandalan sistem pendistribusian aliran daya listrik pada penyulang Pangkalbalam GI Air Anyir PLN Area Bangka yang menyuplai daya kepada konsumen pada penyulang Pangkalbalam Gardu Induk Air Anyir di PLN Area Bangka dengan mengacu pada standar SPLN No 59 Tahun 1985 untuk mengetahui seberapa handal penyulang Pangkalbalam melalui nilai keandalan SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, ASUI, EENS, AENS dalam kondisi *eksisting*. Nilai peningkatan keandalan SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, ASUI, EENS, AENS terbaik dan titik masuk *feeder express*. Nilai evaluasi kelayakan investasi ekonomis yang terbaik untuk pembangunan *feeder express* dengan

menggunakan metode BCR, metode NPV dan metode IRR.

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah :
Studi literatur

Pada tahapan ini meteri pendukung yang digunakan pada penelitian yaitu tinjauan pustaka dan dasar teori. Pengumpulan alat dan bahan

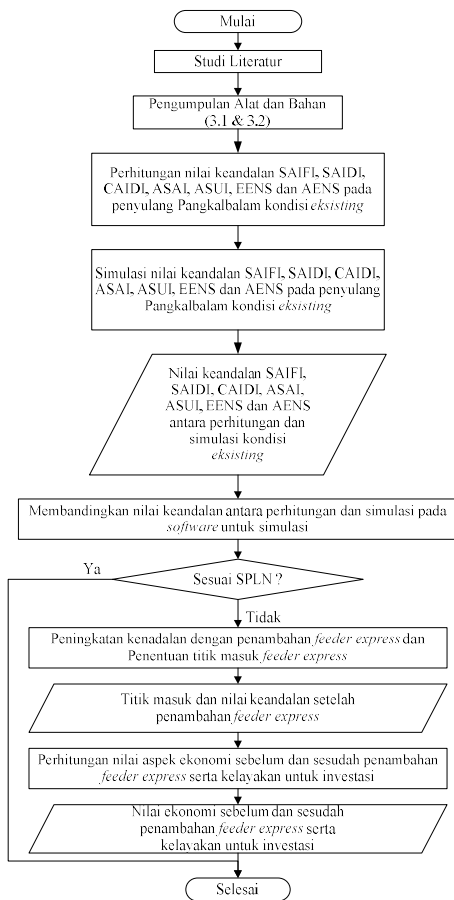
Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan alat yang dibutuhkan yaitu *single line* jaringan distribusi 20 kV penyulang Pangkalbalam, *single line* diagram GD dan spesifikasi GD, data aset saluran dan panjang jaringan distribusi 20 kV, data kapasitas beban yang terpasang dan data pelanggan tiap *load point*.

Perhitungan nilai keandalan dilakukan melalui tahapan yaitu perhitungan jumlah pelanggan tiap *load point*, menentukan efek kegagalan suatu *section* terhadap sistem, perhitungan laju kegagalan dan waktu perbaikan, menghitung nilai keandalan SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, ASUI, EENS dan AENS kondisi *eksisting*.

Simulasi pada dilakukan melalui tahapan yaitu pembuatan *single line* diagram GD di lembar kerja *software* untuk simulasi, memasukkan parameter-parameter laju kegagalan, waktu perbaikan, jarak penghantar antar *load point* dan parameter beban (jumlah pelanggan dan kapasitas daya), menjalankan proses simulasi dengan *running reliability assessment*

dan mendapatkan nilai keandalan SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI, ASUI, EENS, AENS pada kondisi eksisting.

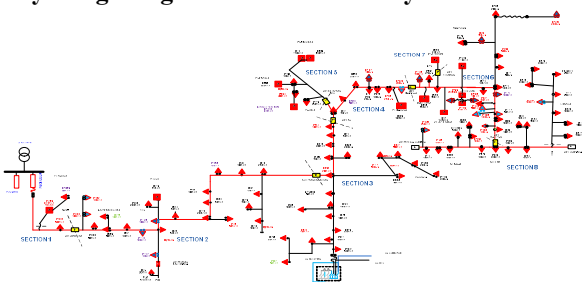
Membandingkan hasil perhitungan dan simulasi keandalan dengan standar yang ditetapkan oleh PLN pada SPLN No 59 Tahun 1985, untuk mengetahui kondisi penyulang Pangkalbalam apakah dalam kondisi handal (sesuai standar) atau tidak handal. Apabila tidak sesuai dengan SPLN No 59 Tahun 1985 dilakukan peningkatan dengan penambahan *feeder expres* dengan menggunakan *software* untuk simulasi dan menentukan titik masuk *feeder expres*. Setelah diketahui titik lokasi masuk *feeder expres* akan dilakukan perhitungan nilai kelayakan investasi ekonomis pembangunan *feeder expres* dengan menggunakan metode *benefit cost ratio (BCR)*, *net present value (NPV)* dan *internal rate of return (IRR)*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyulang Pangkalbalam GI Air Anyir



Gambar 2. Single line diagram gardu distribusi penyulang Pangkalbalam

Penyulang Pangkalbalam terdiri dari 7 *recloser* yang terbagi menjadi 8 *section*. Penyaluran energi listrik pada penyulang Pangkalbalam dimulai dari gardu distribusi P1263 sampai dengan gardu distribusi P519 dengan total panjang saluran pada penyulang Pangkalbalam 46.518 kms.

Tabel 1. Pelanggan Penyulang Pangkalbalam

Sec	LP	N _{LP}	Sec	LP	N _{LP}	Sec	LP	N _{LP}
	1	38		38	122		75	76
1	2	1		39	76		76	38
	3	38		40	122		77	38
	4	38		41	153		78	122
	5	76	3	42	153		79	38
	6	76		43	122		80	191
	7	38		44	153		81	1
	8	76		45	153	6	82	76
	9	76		46	38		83	122
	10	76		47	76		84	76
	11	38		48	122		85	76
	12	76		49	38		86	38
	13	76		50	153		87	76
	14	153		51	1		88	76
2	15	1	4	52	1		89	76
	16	38		53	76	7	90	1
	17	153		54	191		91	76
	18	38		55	1		92	153
	19	38		56	153		93	76
	20	76		57	1		94	76
	21	76		58	76		95	76
	22	76		59	1		96	38
	23	191	5	60	153		97	122
	24	76		61	1		98	122
	25	122		62	1		99	76
	26	76		63	1		100	191
	27	191		64	122	8	101	76
	28	38		65	1		102	122
	29	122		66	1		103	76
	30	76		67	122		104	122
	31	76		68	1		105	122
3	32	38	6	69	1		106	76
	33	122		70	1		107	76
	34	38		71	1		108	1
	35	76		72	1		109	1
	36	38		73	1		110	153
	37	38		74	76		111	153
Total jumlah pelanggan							8.261	

Jumlah keseluruhan pelanggan pada penyulang Pangkalbalam GI Air Anyir adalah 8.261 pelanggan.

Penentuan Efek Kegagalan Pada Penyulang Pangkalbalam

Tabel 2. Efek kegagalan penyulang Pangkalbalam

Letak kegagalan	Section yang mempengaruhi
Section 1	-
Section 2	Section 1
Section 3	Section 1 dan 2
Section 4	Section 1, 2 dan 3
Section 5	Section 1, 2,3 dan 4
Section 6	Section 1, 2, 3 dan 4
Section 7	Section 1, 2, 3, 4 dan 6
Section 8	Section 1, 2, 3, 4 dan 6

Pada Tabel 2. menjelaskan bagaimana pengaruh apabila terjadi kegagalan pada suatu seksi terhadap seksi lain pada penyulang Pangkalbalam. Penentuan efek kegagalan berdasarkan *single line* diagram gardu distribusi penyulang Pangkalbalam pada Gambar 2.

Laju Kegagalan dan Laju Perbaikan Penyulang Pangkalbalam

Tabel 3 Laju kegagalan dan laju perbaikan peralatan penyulang Pangkalbalam

Peralatan	Laju kegagalan (kali/tahun)	Laju perbaikan (jam/tahun)
Section 1	1,327	4,170
Section 2	2,123	7,370
Section 3	1,111	4,250
Section 4	0,604	2,260
Section 5	0,452	1,650
Section 6	2,569	8,950
Section 7	0,086	0,300
Section 8	1,706	6,000

Nilai laju kegagalan (MTTF) dan laju perbaikan (MTTR) peralatan pada Tabel 3. diperoleh berdasarkan penjumlahan laju kegagalan dan laju perbaikan peralatan-peralatan yang terpasang berdasarkan SPLN No 59 Tahun 1985.

Tabel 4. Laju kegagalan dan laju perbaikan per *section* penyulang Pangkalbalam

Section	Laju kegagalan (kali/tahun)	Laju perbaikan (jam/tahun)
Section 1	1,327	4,170
Section 2	3,450	11,540
Section 3	4,561	15,790
Section 4	5,165	18,050
Section 5	5,617	19,700
Section 6	7,761	27,000
Section 7	7,847	27,300
Section 8	9,467	33,000

Nilai laju kegagalan (MTTF) dan laju perbaikan (MTTR) per *section* pada Tabel 4. diperoleh berdasarkan penjumlahan laju kegagalan dan laju perbaikan peralatan-peralatan dengan memperhatikan pengaruh efek kegagalan peralatan pada *section* lainnya berdasarkan penentuan efek kegagalan pada Tabel 2.

Perhitungan Nilai Keandalan Penyulang Pangkalbalam

Pada LP1, GD P1035 dengan kapasitas GD 50 kVA dengan jumlah pelanggan sebanyak 38 pelanggan.

$$SAIFI_{LP1} = \frac{\lambda_{LP1} \times \sum N_{LP1}}{\sum N} = \frac{1,327 \times 38}{8.261}$$

$$SAIFI_{LP1} = 0,0061 \text{ kali/tahun}$$

$$SAIFI = \sum_{LP1}^{111} SAIFI = 6,1174 \text{ kali/tahun}$$

$$SAIDI_{LP1} = \frac{\mu_{LP1} \times \sum N_{LP1}}{\sum N} = \frac{4,17 \times 38}{8.261}$$

$$SAIDI_{LP1} = 0,01918 \text{ jam/tahun}$$

$$SAIDI = \sum_{LP1}^{111} SAIDI = 21,1879 \text{ jam/tahun}$$

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{21,1879}{6,1174}$$

$$CAIDI = 3,464 \text{ jam/gangguan pelanggan}$$

$$ASAI_{LP1} = \frac{\sum N_{LP} \times 8.760 - \mu_{LP} N_{LP}}{N \times 8.760}$$

$$ASAI_{LP1} = \frac{38 \times 8.760 - 4,17 \times 38}{8.261 \times 8.760} = 0,00460 \text{ pu}$$

$$ASAI = \sum_{LP1}^{111} ASAI = 0,9976 \text{ pu}$$

$$ASUI = 1 - ASAI = 0,00242 \text{ pu}$$

$$EENS = \sum L_{avg,i} \times r_i \times \lambda_{ij}$$

$$EENS_{LP1} = (1,3 \times 0,85) \times 4,17 = 4,60785 \text{ MWh/Tahun}$$

$$EENS = \sum_{LP1}^{111} EENS = 220,729 \text{ MWh/Tahun}$$

$$AENS = \frac{EENS}{\sum N} = \frac{220,729}{8.261}$$

$$AENS = 0,0267 \text{ MWh/pelanggan.tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai keandalan pada penyulang Pangkalbalam dalam kondisi *eksisting* diperoleh SAIFI sebesar 6,1174 kali/tahun, SAIDI sebesar 21,1878 jam/tahun, CAIDI sebesar 3,464 jam/gangguan pelanggan, ASAI sebesar 0,9976 pu, ASUI sebesar 0,00242 pu, EENS sebesar 220,729 MWh/tahun dan AENS sebesar 0,0267 MWh/pelanggan.tahun.

Keandalan Penyulang Pangkalbalam Dengan Software Simulasi

Tabel 5. Perbandingan nilai keandalan penyulang Pangkalbalam

Parameter keandalan	SPLN No 59 1985	Nilai keandalan	
		Perhitungan	Simulasi
SAIFI	3,21	6,1174	6,1174
SAIDI	21,094	21,18787	21,1878
CAIDI	-	3,464	3,464
ASAI	-	0,9976	0,9976
ASUI	-	0,00242	0,00242
EENS	-	220,729	220,729
AENS	-	0,0267	0,0267

Perbandingan nilai keandalan kondisi *eksisting* dengan standar yang ditetapkan pada SPLN No 59 Tahun 1985 adalah nilai keandalan pada penyulang Pangkalbalam telah melebihi standar yang ditetapkan yaitu SAIFI sebesar 3,21 kali/tahun dan SAIDI sebesar 21,094 jam/tahun. Oleh karena itu pada kondisi saat ini penyulang Pangkalbalam dikategorikan pada jaringan distribusi yang tidak handal, sehingga perlu dilakukan peningkatan keandalan dengan cara penambahan *feeder express* (mengubah jaringan menjadi paralel).

Peningkatan Nilai Keandalan Penyulang Pangkalbalam

Tabel 6. Hasil simulasi keandalan setelah penambahan *feeder express*

Sken.	P. Saluran	Nilai Keandalan							
		SAIFI	SAIDI	CAIDI	ASAI	ASUI	EENS	AENS	
1	3,7	4,8207	17,2354	3,575	0,9980	0,00197	182,203	0,0221	
2	8,6	4,8207	17,2354	3,575	0,9980	0,00197	182,203	0,0221	
3	8,95	3,1687	11,4936	3,627	0,9987	0,00131	114,650	0,0139	
4	9,9	3,1687	11,4936	3,627	0,9987	0,00131	114,65	0,0139	
5	10,3	2,5753	9,2162	3,579	0,9989	0,00105	75,807	0,0092	
6	12,3	2,5753	9,2162	3,579	0,9989	0,00105	75,807	0,0092	
7	12,5	2,3237	8,2712	3,559	0,9991	0,00094	64,714	0,0078	
8	19,1	2,3237	8,2712	3,559	0,9991	0,00094	64,714	0,0078	
9	19,45	1,6994	6,1129	3,597	0,99930	0,00070	63,908	0,0077	
10	22,3	1,6994	6,1129	3,597	0,9993	0,00070	63,908	0,0077	
11	23,3	1,6994	6,1129	3,597	0,9993	0,00070	63,908	0,0077	

Penurunan nilai-nilai keandalan pada Tabel 6. untuk penambahan jaringan baru (*feeder express*) disebabkan oleh tidak adanya pengaruh saluran terhadap laju kegagalan dan laju perbaikan (MTTR) sistem keseluruhan. Konsep perhitungan yang digunakan pada *software* untuk simulasi berbeda dengan konsep secara teoritis yang digunakan untuk perhitungan nilai keandalan. Konsep yang digunakan pada *software* untuk simulasi yaitu jika ada saluran yang gagal, masih ada saluran lainnya dengan peluang sukses yaitu 1. Jika penyulang utama Pangkalbalam gagal dalam menyuplai energi, masih ada penyulang yang akan menyuplai energi yaitu jaringan baru (*feeder express*).

Nilai keandalan yang terbaik terdapat pada skenario 9 dengan titik masuk *feeder express* pada gardu distribusi P469 dengan panjang saluran sepanjang 19,45 kms dengan nilai SAIFI sebesar 1,6994 kali/tahun, SAIDI sebesar 6,1129 jam/tahun, CAIDI sebesar 3,597 jam/gangguan pelanggan, ASAI sebesar 0,9993 pu, ASUI sebesar 0,00070 pu, EENS sebesar 66,908 MWh/tahun dan AENS sebesar 0,0077 MWh/pelanggan.tahun.

Analisis Kelayakan Investasi Ekonomis

Nilai *annual benefit* (keuntungan) diperoleh dari selisih energi total yang tidak disalurkan oleh sistem (EENS) kondisi *eksisting* dengan kondisi peningkatan keandalan dengan penambahan jaringan baru (*feeder express*) pada penyulang Pangkalbalam Gardu Induk Air Anyir PLN Area Bangka.

Besar energi total yang tidak disalurkan selama satu tahun sebesar 220,729 MWh/Tahun, maka nilai rupiah energi yang tidak disalurkan sebesar Rp.323.871.792 per tahun. Sedangkan setelah peningkatan nilai keandalan, besar nilai energi total yang tidak disalurkan selama satu tahun sebesar 63,908 MWh/tahun, maka nilai rupiah energi yang tidak

disalurkan sebesar Rp.93.770.930 per tahun. Selisih energi total yang tidak disalurkan oleh sistem kondisi *eksisting* dengan kondisi keandalan terbaik (skenario 9) sebesar Rp. 230.100.861.

Tabel 7. *Annual benefit* kondisi *eksisting* dan skenario *feeder express*

Kondisi	EENS (MWh/thn)	Harga EENS (Rp.)	Selisih Rupiah
Eksis.	220,729	323.871.247	-
Sken.3	114,65	168.223.652	155.647.595
Sken. 5	75,807	111.230.095	212.641.152
Sken. 7	64,714	94.953.558	228.917.689
Sken. 9	63,908	93.770.930	230.100.317

Tabel 8. Rekap perhitungan NPV, BCR dan IRR skenario 3, 5, 7, 9

	Skenario 3 (INC P095)	Skenario 5 (INC P241)	Skenario 7 (INC P1086)	Skenario 9 (INC P469)
Investasi	1.301.668.909	1.511.682.315	1.822.441.194	2.804.156.744
<i>Annual benefit</i>	155.647.595	212.641.152	228.917.689	230.100.861
<i>Operasi & Maintenance</i>	39.050.067	45.350.469	54.673.236	84.124.702
Umur investasi	20 tahun	20 tahun	20 tahun	20 tahun
Suku bunga	8%	8%	8%	8%
Penyusutan	130.166.891	151.168.232	182.244.119	280.415.674
Residu	1.171.502.018	1.360.514.084	1.640.197.075	2.523.741.070
P/A, i, n	9,8181	9,8181	9,8181	9,8181
P/F, i, n	0,2145	0,2145	0,2145	0,2145
BCR	1,05601	1,2159	1,1018	0,7717
NPV (Rp)	94.384.462	422.624.608	240.130.546	-829.605.758
IRR	8,77%	11,11%	9,43%	5,14%
Kelayakan	Feasible	Feasible	Feasible	Unfeasible

Rekomendasi evaluasi ekonomi untuk pembangunan jaringan baru (*feeder express*) yang terbaik berdasarkan terdapat pada skenario 5 dengan titik masuk pada GD P241 panjang pembangunan sepanjang saluran 10,3 kms dengan nilai *benefit cost ratio* (BCR) sebesar 1,2159, nilai *net present value* (NPV) sebesar Rp 422.624.608 dan nilai *internal rate of return* (IRR) sebesar 11,11%.

KESIMPULAN

1. Nilai keandalan dari perhitungan dan simulasi dalam kondisi *eksisting* pada penyulang Pangkalbalam Gardu Induk Air Anyir Tahun 2017 diperoleh nilai SAIFI: 6,1174 kali/tahun, SAIDI: 21,1878 jam/tahun, CAIDI: 3,464 jam/gangguan pelanggan, ASAI: 0,9976 pu, ASUI: 0,00242 pu, EENS: 220,729 MWh/tahun dan AENS: 0,0267 MWh/pelanggan.tahun. Nilai keandalan pada penyulang Pangkalbalam melebihi standar yang ditetapkan oleh PLN pada SPLN No 59 Tahun 1985 yaitu SAIFI: 3,21 kali/tahun dan SAIDI: 21,094 jam/tahun.
2. Titik masuk jaringan baru (*feeder express*) untuk peningkatan nilai keandalan yang terbaik untuk penyulang Pangkalbalam terdapat pada skenario 9 yang masuk di GD P469 dengan panjang jaringan 19,45 kms dengan nilai keandalan SAIFI: 1,6994 kali/tahun, SAIDI: 6,1129 jam/tahun, CAIDI: 3,597 jam/gangguan pelanggan, ASAI: 0,9993 pu, ASUI: 0,00070 pu, EENS: 66,908 MWh/tahun dan AENS: 0,0077 MWh/pelanggan.tahun yang telah memenuhi standar SPLN No 59 Tahun 1985 yaitu SAIFI: 3,21 kali/tahun dan SAIDI: 21,094 jam/tahun.
3. Nilai evaluasi kelayakan investasi ekonomi untuk pembangunan jaringan baru (*feeder express*)

dengan kondisi kelayakan investasi terbaik masuk pada GD P241 dengan nilai *benefit cost ratio* (BCR): 1,2159, *net present value*(NPV): Rp 422.624.608 dan *internal rate of return* (IRR): 11,11%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT.PLN (Persero) Area Bangka atas izin untuk melakukan penelitian pada penyulang Pangkalbalam GI Air Anyir.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, Rizki. 2017. *Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Pada Penyulang SL 4 Dengan Menggunakan Metode Section Technique Di PLN Area Bangka*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung. Balunijuk.
- Bahri, Samsul. 2016. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Metode Section Technique (Studi Kasus pada PLN Rayon Koba Bangka Tengah)*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung. Balunijuk.
- Giatman, M. 2006. *Ekonomi Teknik*. PT.Raja Grafindo Perkasa. Jakarta.
- Gonen, Turan. 2014. *Electric Power Distribution Engineering-3th Edition*. CRC Press: Francis.
- Hery. 2013. *Akuntansi Keuangan Menengah*. PT. Buku Seru. Jakarta.
- Jufrizel dan Hidayatullah, Rahmat. 2017. *Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode Section Technique dan Ria-Section Technique pada Penyulang Adi Sucipto Pekanbaru*. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) FST UIN SUSQA: Pekanbaru.
- Kadir, Abdul. 2000. *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Panjaitan, Bonar. 2012. *Praktik-praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Prasetyo, T D. 2017. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Pada Penyulang Jamaika PLN Area Bangka*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung. Balunijuk.
- Pratama, Latif. 2017. *Perencanaan Penambahan Penyulang Express 20 kV Di Desa Puding Besar Menggunakan software DigSilent 14.1.3 (Studi Kasus Pada PT.Sinar Baturusa Prima)*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung. Balunijuk.
- Santoso R, Nurhalim. 2016. *Evaluasi tingkat keandalan Jaringan Distribusi 20 kV pada Gardu Induk Bangkinang dengan menggunakan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis)*. Jurnal Jom FTEKNIK Vol 3 N0.2: Pekanbaru.
- Sari, Indah P. 2017. *Analisis Perencanaan Pembangunan Gardu Induk dan Rekonfigurasi Jaringan 20 kV pada PLN Rayon Pangkalpinang*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung. Balunijuk.
- Suhayati, E., Anggadini, S D. 2013. *Akuntansi Keuangan*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- 2018. *Data Single line jaringan distribusi 20 kV, Single line gardu distribusi 20 kV, daya aset saluran/panjang jaringan, distribusi 20 kV, Kapasitas beban dan jumlah pelanggan penyulang Pangkalbalam 2017*. PT.PLN (Persero) Area Bangka, Jl. Jendral Sudirman No 180 Selindung Baru Pangkalpinang.
- SPLN No. 59. 1985, *Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV*. PT Perusahaan Listrik Negara. Jakarta.
- 2016. *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara Tahun 2016 S.D 2025*. PT Perusahaan Listrik Negara. Jakarta.