

ANALISIS SISTEM “SMART GRID” PADA PEMBANGKIT LISTRIK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S1 Teknik Elektro



Oleh:

Efraimy Ruth Sinaga

(1605528)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2019

ANALISIS SISTEM SMART GRID PADA TENAGA LISTRIK

Oleh
Efraimy Ruth Sinaga
1605528

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Efraimy Ruth Sinaga 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
April 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

EFRAIMY RUTH SINAGA

(1605528)

ANALISIS SISTEM “SMART GRID” PADA PEMBANGKIT LISTRIK

all
28/2020
2

Disetujui dan Disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T

NIP. 19630727 1999302 1 001

Pembimbing II,



Dr. Sudarmono Sasmono, M.T

NIK. QER 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T

NIP. 19630727 1999302 1 001

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Efraimy Ruth Sinaga

NIM : 1605528

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Tahun Akademik : 2016

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS SISTEM “SMART GRID” PADA PEMBANGKIT LISTRIK”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/ sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 25 November 2019

Efraimy Ruth

1605528

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS SISTEM “SMART GRID” PADA PEMBANGKIT LISTRIK”**. Tugas akhir ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkn gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dari penulis.

Atas segala kekurangan dan ketidakpastian Tugas Akhir ini, penulis sangat mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandung, November 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan juga dukungan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kepada Tuhan Yang Maha Esa, penulis diberikan kesehatan dan kesabaran sehingga dapat penyelesaian Laporan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua penulis yang tak henti-hentinya memberikan dukungan moral dan materiil, dukungan, perhatian, kasih sayang, serta doa yang tak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Grace, Yokhanan, serta keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
4. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia dan dosen Pembimbing I yang selalu membimbing penulis.
5. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Ketua Prodi Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak Dr Sudarmono Sasmono, M.T. selaku CEO PT. Quadran Energi Rekayasa dan merupakan Pembimbing II yang selalu membimbing penulis.
7. Ka Nurmela S.T dan Ka Ardi Rizkia Ferahenki, S.Si selaku kakak bimbingan yang selalu membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
8. Bapak Dr. Hasbullah, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dari awal masuk kuliah hingga memperoleh gelar Sarjana.
9. Seluruh staf dan dosen Departemen Pendidikan Teknik Elektro, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan kepada penyusun selama ini

10. Seluruh staf PT. Quadran Energi Rekayasa dan jajarannya, terimakasih telah memberikan ilmu kepada penulis.
11. Rekan-rekan seperjuangan di S1 Teknik Elektro angkatan 2016 FPTK UPI dan Anis Islamiyah, Bonita Firdiana juga Qori A'inna, dan seluruh sahabat yang selalu menyemangati dan menemani mengerjakan Tugas akhir
12. Semua pihak yang tidak disebutkan namanya satu persatu.

Akhir kata, semoga bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Amin

Bandung, November 2019

Penulis

ANALISIS SISTEM “SMART GRID” PADA PEMBANGKIT LISTRIK

Efraimy Ruth Sinaga
(1605528)

ABSTRAK

Teknologi Smart Grid (SG) banyak diterapkan di berbagai negara dalam rangka mengurangi biaya pokok produksi dari pembangkit dalam sistem listrik di wilayah tersebut. Pembangkit *eksisting* di Nusa Penida hanya menggunakan PLTD dengan harga pokok pembangkit yaitu Rp 1198,44884/KWh dan akan semakin tinggi saat menjadi tarif listrik untuk konsumen, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perlu adanya teknologi SG yaitu dengan cara penetrasi *photovoltaic* (PV) sebagai alternatif terbarukan dan penggunaan *battery energy storage system* (BESS) untuk jaringan listrik Nusa Penida. Pada penelitian ini dianalisis dampak yang timbul dalam sistem kelistrikan dan nilai ekonomi dari pemanfaatan teknologi ini, adapun studi kasus dalam penelitian ini yaitu di pulau Nusa Penida. Dengan menggunakan konsep SG yaitu *Renewable Energy, Storage and Micro Grid Development* (RESMG) sebagai dasar penelitian ini. Diawali mulai dari menentukan scenario hingga menghitung besar LCOE pada setiap tempat penetrasi PV, selanjutnya diketahui scenario yang tepat yaitu terdapat 3 tempat penetrasi PV. Kemudian hasil besar LCOE dengan menggunakan 3-tempat penetrasi diketahui harga yang termurah yaitu di Sakti dengan *Level Cost of Electricity* (LCOE) sebesar Rp 780,791591/KWh pada penambahan penetrasi PV di GH Sakti. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi SG berpengaruh dalam memperkecil besar LCOE/ harga pokok pembangkit

Kata-kunci : Smart Grid (SG), *Photovoltaic* (PV), BESS, PLTHybrid, PLTD, Short Circuit (SC), Load Flow (LF), Kestabilan.

THE VALUATION OF SMART GRID SYSTEM ON ELECTRICITY GENERATION

Efraimy Ruth Sinaga
(1605528)

ABSTRACT

Smart Grid Technology is widely applied in various countries to reduce the basic cost of generation electricity in the region. The eksisting generation on Nusa Penida Island is only used PLTD, that leads the generation cost generally Rp 1198,44884 /KWh and more high cost for consumers, to overcome the problems of the system is applied a SG technology, by combined PLTD with *photovoltaic* (PV) penetration as alternative of renewable energy generation and *battery energy storage system* (BESS) on Nusa Penida grid. This study is anylized the electric grid impact and economic value from this technology, with study case of this studi is at Nusa Penida island. Using SG concept which is *Renewable Energy, Storage and Micro Grid Development* (RESMG) as base concept of this study. By determined the scenario to conducting the calculation LCOE on every PV penetration place, then choose the appropriate scenario there found 3 PV penetration site. Then, the result of LCOE with 3-PV penetration site, that lower cost is Sakti with *Level Cost of Electricity* (LCOE) Rp 780,791591/KWh after PV-penetration on GH-Sakti. The result of this studi shown that with SG technology, the LCOE more lower cost for consumers.

Kata-kunci : Smart Grid (SG), *Photovoltaic* (PV), BESS, PLTHybrid, PLTD, Short Circuit (SC), Load Flow (LF), Reability.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Batasan-Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat/Signifikansi Penelitian	4
1.6 Struktur Penyusunan Skripsi	5
2.1 Pembangkit Tenaga Listrik	6
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	6
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	7
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.5 Radiasi Matahari	9
2.6 Biaya Operasional Pembangkit Tenaga Listrik	10
2.7 Analisis Aliran Daya	11
2.8 Kestabilan Sistem Tenaga Listrik	13
2.8.1 Analisis Kestabilan Transien	13
2.8.2 Analisis Kestabilan Frekuensi	14
2.8.3 Short Circuit Ratio	14
2.9 Levelized Cost of Electricity (LCOE)	14
2.10 Biaya Pokok Produksi (BPP)	15
3.1 Tinjauan Penelitian	16

3.1.1	Tinjauan Umum	16
3.1.2	Kebutuhan Listrik	17
3.1.3	Pengembangan Sistem Kelistrikan	17
3.1.4	Iradiasi Sinar Matahari	18
3.1.5	Waktu Pelaksanaan Penelitian	19
3.2	Diagram Penelitian	19
3.3	Objek Penelitian	21
3.3.1	PLTD Kutampi	21
3.3.2	Solar PV System	22
3.4	Instrumentasi	22
BAB IV HASIL TEMUAN DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Isolated Hybrid	24
4.2	Spesifikasi dan Harga	25
4.2.1	PLTS	25
4.2.2	PLTD	26
4.2.3	Batterai	26
4.2.4	Perhitungan Luas Lahan	27
4.3	LCOE (Levelized Cost of Electricity) Pembangkit	28
4.3.1	LCOE PLTD dan Pola Operasi PLTD	28
4.3.2	LCOE Hybrid dan Pola Operasi Site 1	29
4.3.3	LCOE Hybrid dan Pola Operasi Site 6	30
4.3.4	LCOE Hybrid dan Pola Operasi Site 7	30
4.3.5	Rekap hasil LCOE	31
4.4	BPP Pembangkit	32
4.5	Kinerja Sistem Nusa Penida Sebelum Penetrasi PLTS	32
4.5.1	Simulasi Aliran Daya	32
4.5.2	Validasi Sistem	33
4.5.3	Analisis Hubung Singkat	34
4.6	Kinerja Sistem Nusapenida Sesudah Penetrasi PLTS	35
4.6.1	Simulasi Aliran Daya Site 1	35
4.6.2	Simulasi Aliran Daya Site 6	36
4.6.3	Simulasi Aliran Daya Site 7	36

4.6.4	Ringkasan Aliran Daya	37
4.6.5	Simulasi Hubung Singkat Site 1	38
4.6.6	Simulasi Hubung Singkat Site 6	39
4.6.7	Simulasi Hubung Singkat Site 7	40
4.6.8	Ringkasan Simulasi Hubung Singkat	42
4.7	Analisis Kestabilan	43
4.7.1	Analisis Kestabilan Frekuensi Site 1	44
4.7.2	Analisis Kestabilan Frekuensi Site 6	46
4.7.3	Analisis Kestabilan Frekuensi Site 7	48
4.7.4	Ringkasan Analisis Kestabilan Transien.....	50
BAB V	SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	51
5.1	Simpulan.....	51
5.2	Implikasi.....	51
5.3	Rekomendasi	52
DAFTAR PUSTAKA		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Minimum Smart Grid untuk Sistem Off-Grid.....	8
Gambar 2.2 : Reaksi energi surya dalam panel.....	9
Gambar 2.3 : Cara kerja pemanfaatan energi matahari.....	10
Gambar 3.1 : Single Line Diagram sistem kelistrikan Nusa Penida	16
Gambar 3.2 : Iradiasi Sinar Matahari di Nusa Penida.....	18
Gambar 3.3 : Diagram alur penelitian.....	19
Gambar 3.4 : Diagram alur simulasi pada DIGSILENT.....	20
Gambar 4.1 : Konsep Isolated Hybrid Nusa Penida	24
Gambar 4.2 : Operation Mode PLTD	29
Gambar 4.3 : Operation Mode PLTHybrid	31
Gambar 4.4 : Aliran Daya-Siang Hari Sistem Nusa Penida Sebelum Penetrasi PLTS	33
Gambar 4.5 : Aliran Daya-Siang Hari Sistem Nusa Penida Sesudah Penetrasi PLTS Site 1	35
Gambar 4.6 : Aliran Daya-Siang Hari Sistem Nusa Penida Sesudah Penetrasi PLTS Site 6	36
Gambar 4.7 : Aliran Daya-Siang Hari Sistem Nusa Penida Sesudah Penetrasi PLTS Site 7	37
Gambar 4.8 : Radiasi Matahari turun 75%.....	43
Gambar 4.9 : Frekuensi Sistem Site 1	44
Gambar 4.10 : Daya Aktif PLTS (MW) Site 1	45
Gambar 4.11 : Daya Aktif BESS (MW) Site 1	46
Gambar 4.12 : Frekuensi Sistem Site 6.....	47
Gambar 4.13 : Daya Aktif PLTS (MW) Site 6	47
Gambar 4.14 : Daya Aktif BESS (MW) Site 6	48
Gambar 4.15 : Frekuensi Sistem Site 7.....	49
Gambar 4.16 : Daya Aktif PLTS (MW) Site 7	49
Gambar 4.17 : Daya Aktif BESS (MW) Site 7	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Proyeksi beban Pulau Nusa Penida.....	17
Tabel 4.1 : Data Spesifikasi PLTS	25
Tabel 4.2 : <i>Capital Cost</i> dan Data O&M PLTS	25
Tabel 4.3 : Data O&M <i>Cost</i> PLTD dan Data <i>Fuel Cost</i> PLTD	26
Tabel 4.4 : Data <i>Capital Cost</i> Baterai dan O&M <i>Cost</i> Baterai.....	27
Tabel 4.5 : Tabel LCOE PLTD	29
Tabel 4.6 : Tabel LCOE Penetrasi PV Site 1	29
Tabel 4.7 : Tabel LCOE Penetrasi PV Site 6	30
Tabel 4.8 : Tabel LCOE Penetrasi PV Site 7	30
Tabel 4.9 : Rekap Hasil LCOE	31
Tabel 4.10 : BPP Pembangkit	32
Tabel 4.11 : Validasi data kelistrikan Nusa Penida.....	33
Tabel 4.12 : Hasil analisis short-circuit 3 phasa dan short-circuit 1 phasa.....	34
Tabel 4.13 : Ringkasan Aliran daya.....	38
Tabel 4.14 : Hasil analisis short-circuit 3 phasa dan short-circuit 1 phasa di site 1	39
Tabel 4.15 : Hasil analisis short-circuit 3 phasa site 6 dan short-circuit 1 phasa site 6	40
Tabel 4.16 : Hasil analisis short-circuit 3 phasa site 7 dan short-circuit 1 phasa site 7	40
Tabel 4.17 : Ringkasan analisis hubung singkat sistem Nusa Penida 3 phasa.....	42
Tabel 4.18 : Ringkasan analisis hubung singkat sistem Nusa Penida 1 phasa.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Spec Engine PLTD E MFO 10 MW Cogindo Nusa Penida

Lampiran 2 : Pemodelan sistem kelistrikan Nusa Penida pada Software DIgSILENT

Lampiran 3 : Single Line Diagram Nusa Penida

Lampiran 4 : Data Load Flow 4 Case

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulraheem, B. S., & Gan, C. K. (2016). Power System Frequency Stability and Control: Survey. *International Journal of Applied Engineering Research*, 5688-5695.
- Al-Shetwi, A. Q., & Sujod, M. Z. (2018). Grid-connected photovoltaic power plants: A review of the recent integration requirements in modern grid codes. *Wiley Energy Research Int J*, 1-17.
- Arifin et all. (2013). Stability analysis of Bangladesh power System with the Penetration of PV Based Generation. *International Journal of Energy and Power Engineering*, 84-89.
- Babu, G. S., & Krishna, T. M. (2015). Feasibility of Hybrid Renewable System for Grid Free Remote Villages-A Case Study. *International Journal of Electrical Engineering & Technology*, 6(9), 28-34. Retrieved from <http://www.iaeme.com/IJEET/issues.asp?JType=IJEET&VType=6&IType=9>
- Bergh, K. V., & Delarue, E. (2015, March). Cycling of conventional power plants: technical limits and actual costs. *Energy and Environment*.
- Caines et all. (2006). A Maximum Principle for Hybrid Optimal Control Problems with Pathwise State Constraints. *LATEX*, 1-5.
- Duka, E. T., Setiawan, I. N., & Weking, A. I. (2008). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Area Parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Dinas Bina Marga Dan Pengairan Kabupaten Badung. *SPEKTRUM*, 5 No 2.
- Dulau, L. L., & Bica, D. (2017). Power Flow Analysis with Load Profiles. *Procedia Engineering*, 785-790.
- EL-Shimy, M. (2012). Analysis of Levelized Cost of Energy (LCOE) and Grid Parity for Utility-Scale Photovoltaic Generation Systems. *IEEE*.
- EL-Shimy, M. (2012). LCOE. *ResearchGate*.
- EL-Shimy, M. (2018). Power System Stability - A technical report and a short course. *ResearchGate*.

- Gielen, D. (2012). *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series* (Vol. 1). IRENA (International Renewable Energy Agency).
- Gioutsos et al. (2018). Cost-optimal electricity systems with increasing renewable energy penetration for islands across the globe. *Elsevier*, 437–449.
- Grigoriev et al. (2018). A Hybrid Power Plant Based on Renewables and Electrochemical Energy Storage and Generation Systems for Decentralized Electricity Supply of the Northern Territories. *International Journal of Electrochemical Science*, 1822 – 1830. doi:0.20964/2018.02.54
- Gulagi et al. (2017). Electricity system based on 100% renewable energy for India and SAARC. *PLOS one*, 1-27.
- Hens, L., & Quynh, L. (2016). Environmental Space. *Elsevier*.
- Hong, C.-S., & Lee, E.-B. (2018). Power Plant Economic Analysis: Maximizing Lifecycle Profitability by Simulating Preliminary Design Solutions of Steam-Cycle Conditions. *Energies*, 1-21.
- Hwang et al. (2019). Real Levelized Cost of Energy with Indirect Costs and Market Value of Variable Renewables: A Study of the Korean Power Market. *Energies*, 1-18.
- Ibrahim et al. (2011). Optimization of diesel engine performances for a hybrid windediesel system with compressed air energy storage. *Elsevier*, 3079-3091.
- Jose, S., & Itagi, D. L. (2015). Smart solar power plant. *IEEE*.
- K, Reddy et al. (2014, August). Hybrid Power Generation Using Renewable Energy Sources for Domestic Purposes. *Impact Factor*, 5(8), 141-147.
- Kumar, M. (2018). Transient stability analysis of thermal power plant jamshoro connected with infinite bus bar system. *Engineering Science and Technology International Research Journal*, 2(2), 16-23.
- La, N. K., & Elyas, S. (2014). A Review on Load Flow Analysis. *ResearchGate*.
- Lai, C. S., & McCulloch, M. (2016). Levelized Cost of Energy for PV and Grid Scale Energy Storage Systems. *Energy and Power Group, Department of Engineering Science*.

- LI BIN et al. (2018). Probabilistic load flow analysis of power system network considering uncertainty with generation and correlated loads. *ResearchGate*.
- Matson, R. J., & Carraso, M. (1999). Sustainability, Energy Technologies, and Ethics. *Renewable Energy* 16.
- Mobarra et all. (2019). Performance Optimization of Diesel Generators Using Permanent Magnet Synchronous Generator with Rotating Stator. *Energy and Power Engineering*, 259-282.
- Mynuddin, M. (2015). Stability Study of Power System. *International Journal of Energy and Power Engineering*, 43-50.
- Nakiya, A. N., Vala, K. V., & Bhalodiya, V. B. (2014). Energy Conservation In Electrical Machines From Small Scale Food Industry. *International Journal of Electrical Engineering and Technology (IJEET)*, 5(3), 82. Retrieved March 2014, from <http://www.iaeme.com/MasterAdmin/UploadFolder/40220140503009/40220140503009.pdf>
- Nalbandian-Sugden, H. (2016). Operating ratio and cost of coal power generation. *IEA Clean Coal Centre*.
- Nascimento et all. (2018). Hybrid Power Plants: A Case Study. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.80034>
- Nurmela. (2019). Optimasi Kinerja Sistem Pembangkit Hybrid Studi Kasus Pulau Karimunjawa.
- OECD. (2011). OECD Green Growth Studies: Energy. *ENERGY*, p. 47.
- Ogboh, V., & Anyalebechi, A. E. (2018). Transient Stability Analysis of Power Station (A Case Study of Nigeria Power Station). *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 7(8), 28-42.
- Parrado et all. (2016). 2050 LCOE (Levelized Cost of Energy) projection for a hybrid PV (photovoltaic)-CSP (concentrated solar power) plant in the Atacama Desert, Chile. *Elsevier*, 422-430.
- PT. PLN. (2019 - 2028). *RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (PERSERO)*. Jakarta: PT. PLN (PERSERO).

- PT.PLN. (2018-2027). *RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (PERSERO)*. Jakarta: PT.PLN (Persero).
- Quebec, H. (2011). *Electricity from the power station to the home*. Canada: National Library of Canada.
- Ram et all. (2018). A comparative analysis of electricity generation costs from renewable, fossil fuel and nuclear sources in G20 countries for the period 2015-2030. *Cleaner Production*, 1-36.
- Rhodes et all. (2017). A geographically resolved method to estimate leveled power plant costs with environmental externalities. *Elsevier*, 491–499.
- Shaikh et all. (2017, September). A Review Paper on Electricity Generation from Solar Energy. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 3(9).
- Susanto, dkk. (2019). Analisis Pembangkit Tenaga Diesel Di Pulau Celagen. *snppm*.
- Tahir et all. (2017). Transient Stability Analysis: Evaluation of IEEE 9 Bus System Under Line Fault Conditions. *Journal of Engineering Technology*, 5, 54-58.
- Wichert, B. (1997). PV-Diesel Hybrid Energy Systems for Remote Area Power Generation- A Review of Current Practice and Future Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1(3), 209-228.
- Wood et all. (2014). *Power Generation, Operation and Control*. New Jersey: Wiley.
- Wu et all. (2017). Assessing Impact of Renewable Energy Integration on System Strength Using Site-Dependent Short Circuit Ratio. *IEEE*, 1-9.
- Xin et all. (2017). Generalized Short Circuit Ratio for Multi PowerElectronic based Devices Infeed Systems: Definition and Theoretical Analysis. *IEEE*, 1-8.
- Yuniarti, N., & Printo, E. (2014). *Pembangkit Tenaga Listrik*.
- Zhou et all. (2014). Impact of Short-Circuit Ratio and Phase-Locked-Loop Parameters on the Small-Signal Behavior of a VSC-HVDC Converter. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 29(5), 2287-2296.