

**ANALISIS PENGARUH *DISTRIBUTED GENERATION* TERHADAP  
KEANDALAN PENYULANG MALANGBONG COKLAT (MLBC)**

**TUGAS AKHIR**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Program Studi Teknik Elektro S1



Disusun Oleh :

**Rizal Daffa Noer Sidik**

**E.5051.1504316**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2019**

**ANALISIS PENGARUH *DISTRIBUTED GENERATION* TERHADAP  
KEANDALAN PENYULANG MALANGBONG COKLAT**

Oleh  
Rizal Daffa Noer Sidik

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

© Rizal Daffa Noer Sidik 2019  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Mei 2019

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.

**RIZAL DAFFA NOER SIDIK**

**E.5051.1504316**

**ANALISIS PENGARUH *DISTRIBUTED GENERATION* TERHADAP  
KEANDALAN PENYULANG MALANGBONG COKLAT**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing I,



**Dr. Yadi Mulyadi, M.T.**

**NIP. 19630727 199302 1 001**

Dosen Pembimbing II,



**Dr. Bambang Trisno, M.SIE**

**NIP. 19610309 198610 1 001**

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan

Universitas Pendidikan Indonesia



**Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si**

**NIP. 19630109 199402 2 001**

## PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “ANALISIS PENGARUH DITRIBUTED GENERATION TERHANDAP KEANDALAN PENYULANG MALANGBONG COKLAT” 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 di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Mei 2019  
Yang membuat pernyataan,

Rizal Daffa Noer Sidik  
NIM. 1504326

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisi Pengaruh *Distributed Generation* Terhadap Keandalan Penyulang Malangbong Coklat**”. Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan wawasan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik membangun atas segala kekurangan, sehingga akan menjadikan perbaikan di kemudian hari.

Bandung, Mei 2019  
**Penulis**

**Rizal Daffa Noer Sidik**

**NIM. 1504316**

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Sony Sonjaya dan Ibu Ela Komalasari selaku orang tua dari penulis yang tak pernah berhenti memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan nasihat.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Dr. Aip Sariipudin, M.T. selaku Ketua Program Studi S1 - Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, SM.T. selaku dosen pembimbing I yang tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
5. Bapak Dr. Bambang Trisno, MSIE. selaku dosen pembimbing II yang juga tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
6. Bapak Dr. Ir. Dadang Lukman Hakim, M.T. selaku pembimbing akademik penulis yang selalu memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
7. Nadia Asti Rahmawati, S.T. selaku sahabat yang selalu menemani, memberikan motivasi serta dukungan kepada penulis.
8. M. Hendra Permana, Deri Rio Heriyanto, M. Giri Firmansyah, Rifky Faturrahman dan Mahfud Gali Romdhoni selaku teman kontrakan yang selalu menghibur dan membuat penulis semangat dalam mengerjakan penelitian ini.
9. Alfin Agusman Noor, Ilza Fauzan Ramadhan, Rizka Adhiswara, Trisina Simanjuntak, Khansa Ratri, Trya Ratna Utami, dan M. Fiqri Affan selaku teman seperjuangan penelitian yang selalu menemani penulis selama penelitian ini.
10. Teman-teman Angkatan 2015 Prodi S1 Teknik Elektro yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis dalam menempuh perkuliahan.
11. Teman-teman Angkatan 2015 Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis selama menempuh perkuliahan.

12. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, Mei 2019  
**Penulis**

**Rizal Daffa Noer Sidik**  
**NIM. 1504316**

## ABSTRAK

Jaringan distribusi merupakan bagian sistem tenaga listrik yang memiliki intensitas gangguan yang lebih banyak dari bagian sistem tenaga yang lain. Hal tersebut dikarenakan dekatnya jaringan distribusi pada beban yang mengakibatkan lebih banyak faktor yang dapat menjadi penyebab terjadinya gangguan. Semakin sering terjadinya gangguan, maka indeks keandalan akan semakin buruk. Salah satu upaya untuk memperbaiki indeks keandalan penyulang yaitu dengan menghubungkan *Distributed Generation* (DG) pada penyulang. Penelitian ini akan melihat pengaruh DG terhadap indeks keandalan penyulang Malangbong Coklat (MLBC). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membandingkan hasil simulasi *reliability assessment* penyulang MLBC sebelum terhubung dengan DG dan setelah penyulang MLBC terhubung dengan DG menggunakan perangkat lunak *ETAP 16.0 Power System*. Simulasi pada penyulang sebelum menggunakan DG mendapatkan hasil SAIFI 3.8865 gangguan per pelanggan dalam satu tahun, dan SAIDI 4.3079 jam per pelanggan dalam satu tahun. Setelah penyulang MLBC terhubung dengan DG mendapatkan hasil yang optimal saat DG terhubung pada bus 4 dan bus 5 dengan hasil SAIFI 1.1802 gangguan per pelanggan dalam satu tahun, dan SAIDI 1.1079 jam per pelanggan dalam satu tahun.

**Kata Kunci** : Penyulang Malangbong Coklat, *Distributed Generation*, SAIFI, SAIDI, ETAP 16.0



## **ABSTRACT**

Distribution network is a part of an electric power system that has more intensity of failure than other parts of the power system. This is due to the close distribution network at the load which results in more factors that can be the cause of the failure. The more frequent interference, the reliability index will get worse. One effort to improve the feeder reliability index is by connecting Distributed Generation (DG) to feeders. This study will look at the influence of DG on the reliability index of Malangbong Coklat feeders (MLBC). The method used in this study is to compare the results of MLBC feeder reliability assessment simulation before connecting with DG and after connected with DG using ETAP 16.0 Power System software. Simulations on feeders before using DG get SAIFI results of 3,8865 failures per customer in one year, and SAIDI 4.3079 hours per customer in one year. After the MLBC feeder is connected with DG get the optimal results when DG is connected to bus 4 and bus 5 with the results of SAIFI 1.1802 per customer per year, and SAIDI 1.1079 hours per customer in one year

**Key Words :** Malangbong Coklat feeders, Distributed Generation, SAIFI, SAIDI, ETAP 16.0

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika Penulisan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Pembangkitan Tenaga Listrik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Sistem Distribusi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Konfigurasi Radial .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Konfigurasi Ring atau Loop.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3 Konfigurasi Spindel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Instalasi Saluran Distribusi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Impedansi Saluran Distribusi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1 Resistansi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.2 Efek Kulit (Skin Effect) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.3 Induktansi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.4 Kapasitansi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Daya Listrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.6.1 Daya Semu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.2 Daya Aktif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.3 Daya Reaktif .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.4 Segitiga Daya .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.5 Faktor Daya.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.6 Faktor Daya Terbelakang (Lagging)...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.7 Faktor Daya Mendahului (Leading)....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 <i>Distributed Generation</i> (DG) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.1 Definisi Distributed Generation .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.2 Dampak Distributed Generation (DG)	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 Keandalan Sistem Tenaga Listrik...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.1 Indeks Keandalan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8.2 Standar Indeks Keandalan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODE PENELITIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Data-Data Lapangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1 Data one line diagram penyulang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2 Data transformator distribusi	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3 Data spesifikasi penghantar ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.4 Data gangguan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Tahap Simulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Analisis Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7 Penentuan Variabel Simulasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8 Perangkat Penunjang Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Indeks Keandalan Penyulang Sebelum Terhubung Dengan DG .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.2	Penyederhanaan <i>One Line Diagram</i> Penyulang MLBC.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Perhitungan Kapasitas DG .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Penentuan Titik Pemasangan DG ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5	Simulasi DG Terhubung Pada Satu Bus.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6	Simulasi DG Terhubung Diantara Bus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7	Simulasi DG Terhubung Pada Dua Bus .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Simpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Implikasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Rekomendasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA.....		xv

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema sederhana sistem tenaga listrik (Wikarsa, 2010) .....	5
Gambar 2.2 Skema pembangkitan energi listrik (Danang, 2017) .....	7
Gambar 2.3 Skema pembangkitan energi listrik tenaga air (Danang, 2017) .....	7
Gambar 2.4 Konfigurasi jaringan <i>radial</i> (Marsudi, 2006) .....	8
Gambar 2.5 Konfigurasi <i>loop</i> (Marsudi, 2006) .....	9
Gambar 2.6 Konfigurasi <i>spindle</i> (Marsudi, 2006) .....	10
Gambar 2.7 Tiang SUTM di Perumahan Pondok Hijau Kota Bandung .....	11
Gambar 2.8 Konstruksi sederhana kabel tegangan menengah (Allen, 2006) .....	12
Gambar 2.9 Segitiga daya (Stevenson, 1994) .....	18
Gambar 2.10 Gelombang tegangan dan arus pada daya <i>lagging</i> (Sudirham, 2012) .....	19
Gambar 2.11 Gelombang tegangan dan arus pada daya <i>leading</i> .....	19
Gambar 2.12 Skala <i>Distributed Generation</i> (Jenkins et al ., 2010) .....	20
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	27
Gambar 3.2 Tampilan sebagian <i>one line diagram</i> penyulang MLBC .....	29
Gambar 3.3 Tampilan <i>one line diagram</i> penyulang MLBC pada ETAP 16.0 .....	32
Gambar 3.4 Tampilan jendela <i>Power Grid Editor</i> .....	33
Gambar 3.5 Tampilan jendela <i>Cable Editor</i> .....	33
Gambar 3.6 Tampilan <i>Library Quick Pick</i> pada komponen <i>Cable</i> .....	34
Gambar 3.7 Tampilan jendela <i>Synchronous Generator Editor</i> .....	34
Gambar 3.8 Tampilan jendela <i>2-Winding Transformer Editor</i> .....	35
Gambar 3.9 Tampilan jendela <i>Lumped Load Editor</i> .....	36
Gambar 3.10 Tampilan pada kolom <i>Reliability Parameters</i> .....	36
Gambar 3.11 Diagram alir perolehan data .....	38
Gambar 4.1 Tampilan <i>one line diagram</i> penyulang MLBC pada ETAP 16.0 .....	41
Gambar 4.2 Diagram satu garis penyulang MLBC setelah disederhanakan .....	42
Gambar 4.3 Pemodelan simulasi pemasangan DG pada bus satu .....	45
Gambar 4.4 Pemodelan simulasi DG terhubung diantara bus 4 dan bus 5 .....	49
Gambar 4.5 Pemodelan simulasi dua unit DG terhubung pada dua bus1 dan bus 5 .....	52

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Data gardu distribusi dan kapasitasnya .....	29
Tabel 3.2 Data spesifikasi penghantar .....	30
Tabel 3.3 Data gangguan pada penghantar .....	30
Tabel 3.4 Data gangguan pada gardu distribusi .....	31
Tabel 4.1 Data beban dan pelanggan .....	42
Tabel 4.2 Jumlah beban dan pelanggan terhubung .....	43
Tabel 4.3 Hasil simulasi DG terhubung pada satu bus penyulang MLBC .....	46
Tabel 4.4 Jarak antara bus .....	48
Tabel 4.5 Panjang penghantar DG menuju bus .....	48
Tabel 4.6 Hasil simulasi penempatan DG diantara dua bus penyulang MLBC....	50
Tabel 4.7 Hasil simulasi penempatan dua unit DG pada dua bus .....	53

## DAFTAR PUSTAKA

- Ackermann, T. (2001). Distributed generation : a definition, *57*, 195–204.
- Allen, T. (2006). *ELECTRIC POWER DISTRIBUTION ELECTRIC POWER DISTRIBUTION EQUIPMENT AND SYSTEMS*.
- Bokhari, A., Ieee, M., Raza, A., Diaz-aguiló, M., León, F. De, Czarkowski, D., ... Wang, D. (2015). Combined Effect of CVR and DG Penetration in the Voltage Profile of Low Voltage Secondary Distribution Networks, *8977(c)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2015.2422308>
- Borges, C. L. T., & Falca, D. M. (2006). Optimal distributed generation allocation for reliability , losses , and voltage improvement, *28*, 413–420. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2006.02.003>
- Fauzan, F., Danang, W., & Bambang, S. (n.d.). Studi perbaikan faktor daya beban induktif dengan kompensator reaktif seri menggunakan sakelar pemulih energi magnetik, 125–147.
- Gonen, T. (2007). *Electric Power Distribution System Engineering-CRC*.
- Hlatshwayo, M., Chowdhury, S., & Chowdhury, S. P. (2010). Impacts of DO Penetration in the Reliability of. *Electrical Engineering*, 1–8.
- Ioan, L., Abrudean, M., & Bic, D. (2016). Optimal Location of a Distributed Generator for Power Losses Improvement, *22*(October 2015), 734–739. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.01.032>
- Jenkins, N., Ekanayake, J. ., & Strbac, G. (2010). *Distributed Generation*.
- Kaur, P., Kaur, S., & Khanna, R. (2017). Optimal placement and sizing of DG comparison of different techniques of DG placement. *1st IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems, ICPEICES 2016*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICPEICES.2016.7853653>
- Kume, J. T. I., Lisi, I. F., & Silimang, S. (2016). Analisa Gangguan Hubung Singkat Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 kV Penyulang SL 3 GI Teling Manado, *5*(4), 46–52.
- Kurniawan, R., & Pane, Z. (2015). ( Studi Kasus : Penyulang Pm . 6 Photo Gardu Induk Pematangsiantar ), 100–105.

- Marsudi, D. (2006). Analisis Sistem Tenaga Listrik
- Ngaopitakkul, A., Pothisarn, C., Bunjongjit, S., Suechoey, B., Thammart, C., & Nawikavatan, A. (2013). A Reliability Impact and Assessment of Distributed Generation Integration to Distribution System. *Energy and Power Engineering*, 05(04), 1043–1047. <https://doi.org/10.4236/epe.2013.54B199>
- Sami, T., Mahaei, S. M., Namarvar, M. T. H., & Irvani, H. (2011). Optimal placement of DGs for reliability and loss evaluation using DIgSILENT software. *2011 10th International Conference on Environment and Electrical Engineering, IEEEIC.EU 2011 - Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/IEEEIC.2011.5874591>
- Singh, B., & Jee, B. (2018). Impact assessment of DG in distribution systems from minimization of total real power loss viewpoint by using optimal power flow algorithms. *Energy Reports*, 4, 407–417. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2018.07.003>
- Soedibyo, & Anam, S. (2013). DESAIN KAPASITAS DISTRIBUTED GENERATION PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL GUNA MENGURANGI RUGI DAYA, 11(1), 24–29.
- Stevenson, W. D. (1994). elements-of-power-system-analysis-4th-ed-by-william-d-stevenson-jr ( PDFDrive.com )\_2.pdf.
- Sudirham. (2012). Analisis Sistem Tenaga.
- Yousefian, R., & Monsef, H. (2011). DG-Allocation and Sizing Based on Reliability Improvement by means of Monte Carlo Simulation and AHP. *10th International Conference on Environment and Electrical Engineering*, 1–4.
- Zhu, D., Broadwater, R. P., Tam, K. S., Seguin, R., & Asgeirsson, H. (2006). Impact of DG placement on reliability and efficiency with time-varying loads. *IEEE Transactions on Power Systems*, 21(1), 419–427.