# SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

**Informasi Pelaksanaan :**
SNESTIK I - Surabaya, 26 Juni 2021
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

**Informasi Artikel:**
DOI : 10.31284/p.snestik.2021.1768

**Prosiding ISSN 2775-5126**



Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id


# Analisis Pengaruh *Distributed Generation* (DG) Terhadap Indeks Keandalan pada Penyulang Badai PT PLN UID Bandar Lampung


Achmad Fajar Nur Rosyid[1], Trisna Wati[2]

Electrical Engineering Department, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
*e-mail: ahmadfajarku@gmail.com*



## *ABSTRACT*

*The reliability of the electric power distribution system is the main thing in the availability of a good supply of electrical energy because it requires an electric power distribution system with good quality and reliability. One of the solutions to increase the reliability of electric power distribution is by installing a distributed generation substation which is located close to the loading area. In this study, to determine the location and capacity of distributed generation injection using the Genetic Algorithm method with 4 experimental scenarios for distributed generation injection with Reliability Index Assessment simulation. From the results before the distributed generation injection, the average interruption of the SAIFI system is 1.35 times/year with a duration of 23.44 hours and an annual interruption duration of 31.59 hours/year and after the distributed generation injection, the average interruption of the SAIFI system is 0.73 times/year with a duration of 49.84 hours and an annual interruption duration of SAIDI 36.48 hours/year. If seen from the simulation results, there is a decrease in the average interruption of the SAIFI system by 45%, SAIDI has an increase of 15.32%, and an improvement in voltage by 0.43%. The optimal results are the addition of 1 distributed generation on Bus 6 with a capacity of 2.70~3.00 MVA, this is because SAIFI is at least 0.73 times/year and SAIDI is 36.48 hours/year.*



***Keywords:*** *Distributed generation; Genetic Algorithm; Reliability Index Assessment; SAIDI; SAIFI.*



## ABSTRAK

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik merupakan hal yang utama dalam ketersediaan *supply* energi listrik yang baik. Karena itu, dibutuhkan suatu sistem distribusi tenaga listrik dengan mutu dan keandalan yang baik. Salah satu solusi untuk meningkatkan keandalan distribusi tenaga listrik yaitu dengan pemasangan gardu sisipan *(distributed generation)* yang ditempatkan dekat dengan area pembebanan. Pada penelitian ini, untuk menentukan lokasi dan kapasitas injeksi *distributed generation* menggunakan metode Genetic Algorithm

dengan 4 skenario percobaan injeksi *distributed generation* melalui simulasi Reliability Index Assesment. Dari hasil sebelum injeksi *distributed generation*, didapatkan interupsi rata-rata sistem SAIFI adalah 1,35 kali/tahun dengan durasi 23,44 jam dan durasi interupsi tahunan SAIDI 31,591 jam/tahun dan setelah diinjeksi *distributed generation* didapatkan interupsi rata-rata sistem SAIFI adalah 0,732 kali/tahun dengan durasi 49,84 jam dan durasi interupsi tahunan SAIDI 36,48 jam/tahun. Jika dilihat dari hasil simulasi tersebut terlihat adanya penurunan interupsi rata-rata sistem SAIFI sebesar 45%, SAIDI mengalami kenaikan sebesar 15,32% dan perbaikan tegangan sebesar 0,43%. Hasil yang paling optimal dengan penambahan 1 *distributed generation* pada Bus 6 yang berkapasitas 2,7039~3 MVA, hal ini dikarenakan SAIFI paling minimal sebesar 0,73 kali/tahun dan SAIDI 36,48 jam/tahunnya.

**Kata Kunci:** *Distributed Generation*; *Genetic Algorithm*; Reliability Index Assessment; SAIDI; SAIFI.

## PENDAHULUAN

Kebijakan energi nasional dibuat dengan tujuan agar penyediaan energi listrik tetap terjaga kontinuitas penyalurannya kepada konsumen. Merujuk pada Pasal 28 dan Pasal 29 Undang-Undang Nomor 30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, PLN selaku pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum wajib menyediakan tenaga listrik secara terus-menerus dalam jumlah yang cukup dengan mutu dan keandalan yang baik [1]. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik dipengaruhi oleh konfigurasi sistem, alat pengaman yang dipasang, dan sistem proteksinya [2].

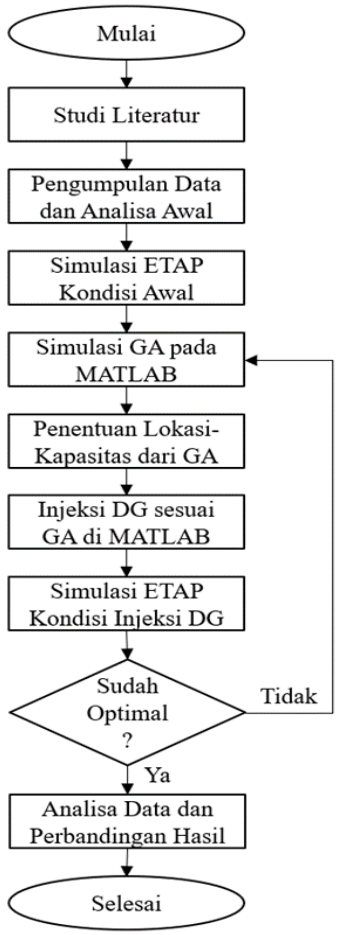
Salah satu solusi untuk meningkatkan indeks keandalan yaitu dengan pemasangan gardu sisipan yang ditempatkan dekat dengan area pembebanan. Istilah penambahan gardu sisipan di dekat area pembebanan ini lebih dikenal dengan sebutan *distributed generation* [3]. *Distributed generation* (DG) didefinisikan sebagai suatu unit pembangkit dengan energi yang dibangkitkan lebih kecil daripada pusat-pusat pembangkit konvensional. DG ini dipasang menyebar di dekat area pembebanan dalam sistem tenaga listrik. Pemasangan DG secara tersebar dalam sistem tenaga listrik ini memiliki dampak yang positif, antara lain meningkatkan keandalan *supply* sistem, mengurangi rugi-rugi daya, meningkatkan kualitas daya, meningkatkan profil tegangan, dan lain sebagainya [4].

DG merupakan suatu unit pembangkit yang bersifat *renewable* atau energi terbarukan yang disisipkan ke dalam suatu sistem distribusi tenaga listrik [5]. Beberapa contoh sumber pembangkitan DG yaitu pembangkit listrik tenaga surya, pembangkit listrik tenaga mikrohidro, pembangkit listrik tenaga panas bumi, dan pembangkit listrik tenaga angin [6].

## METODE

### Perancangan Penelitian

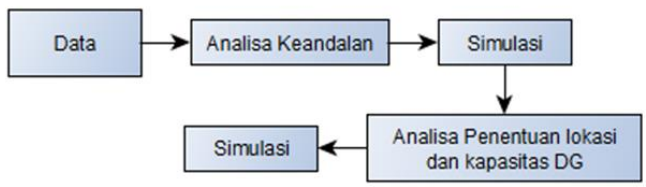
Pada penelitian ini, tahapan yang pertama yaitu pengumpulan data dari PT PLN UID Bandar Lampung yang nantinya data yang telah diperoleh digunakan untuk analisis. Setelah diperoleh data maka tahapan selanjutnya yaitu Analisa tentang indeks keandalan dengan metode Reliability Index Assessment menggunakan data yang telah diperoleh tersebut. Kemudian dilakukan penambahan DG sesuai dengan metode Genetic Algorithm (GA) agar mendapatkan kapasitas DG yang tepat dan penempatan lokasi DG yang optimal. Setelah itu dilakukan analisis kembali bagaimana hasil nilai indeks keandalan setelah dilakukannya penambahan DG pada sistem yang telah dianalisis. Kemudian dibandingkan antara hasil analisis indeks keandalan dari data awal dengan hasil analisis keandalan setelah dilakukan penambahan DG pada sistem, manakah yang memiliki nilai indeks keandalan yang lebih kecil.




Gambar 1. Diagram alir tahap penelitian.

**Pemodelan Sistem dan Blok Diagram Analisa**

Untuk mempermudah dalam melakukan analisis maka perlu dibuat blok diagram analisis. Adapun blok diagram analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :




Gambar 2. Blok diagram analisis.

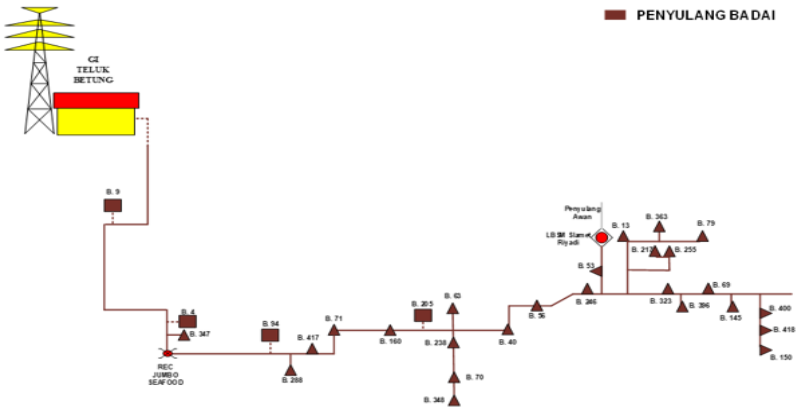
Dalam proses penelitian ini dilakukan secara kuantitatif yaitu menganalisis pengaruh pemasangan DG terhadap indeks keandalan pada penyulang Badai di PT PLN UID Bandar Lampung dengan metode RIA yaitu dengan indeks System Average Interruption Frequency Index (SAIFI), System Average Interruption Duration Index (SAIDI), Energy Not Supply (ENS), Average Energy Not Supply (AENS), Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI), serta penentuan kapasitas DG dan juga penempatan DG yang optimal dengan menggunakan metode GA.

**Studi Kasus dan Data Simulasi**

Pada penelitian ini, data-data untuk simulasi didapatkan dari PLN UID Lampung. Simulasi akan dilakukan menggunakan sistem distribusi pada Penyulang Badai 30 Bus [7]. Data-data yang digunakan untuk mendukung simulasi antara lain data beban, data saluran distribusi, data transformator, dan data komposisi beban. Adapun penjelasan dari masing-masing data tersebut adalah sebagai berikut.

1. Penyulang Badai memiliki jumlah bus sebanyak 30 bus.
2. *Rating* tegangan sebesar 20 kV dan pada sisi beban sebesar 0,4 kV.
3. Total beban pada jaringan distribusi Penyulang Badai adalah 1,032 MW dan 1,117 MVAR yang tersebar pada 29 titik beban.
4. Daya listrik pada penyulang Badai disalurkan menggunakan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dengan spesifikasi kabel dengan tipe konduktor AAAC dan luas penampang kabel sebesar 150 $mm^2$.
5. Panjang keseluruhan dari penyulang badai ini adalah 7,931 km.

**Gambar *Single Line Diagram* Penyulang Badai**




Gambar 3. *Single line diagram* Penyulang Badai [7].

**Data Beban Penyulang Badai**

Tabel 1. Beban Penyulang Badai [7].

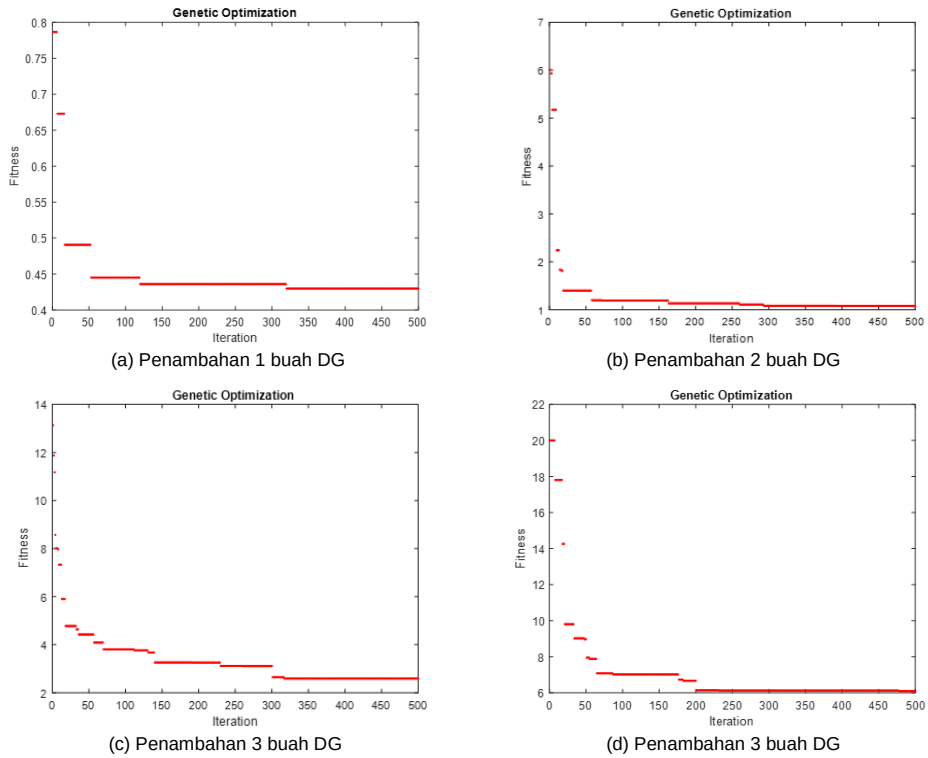
| Bus ID | Nominal kV | *Voltage* | MW *Loading* | MVAR *Loading* |
|---|---|---|---|---|
| **Bus 1** | 20 | 100,00 | 0,9210 | 1,1080 |
| **Bus 2** | 20 | 99,97 | 0,9820 | 1,1070 |
| **Bus 3** | 20 | 99,91 | 1,0840 | 1,0680 |
| **Bus 4** | 20 | 99,90 | 1,1620 | 1,0050 |
| **Bus 5** | 20 | 99,88 | 1,2260 | 0,9550 |
| **Bus 6** | 20 | 99,87 | 2,7000 | 0,9150 |
| **Bus 7** | 20 | 99,86 | 1,4310 | 0,8890 |
| **Bus 8** | 20 | 99,84 | 1,3880 | 0,8620 |
| **Bus 9** | 20 | 99,81 | 1,2960 | 0,8040 |
| **Bus 10** | 20 | 99,79 | 1,2290 | 0,7630 |
| **Bus 11** | 20 | 99,79 | 0,0042 | 0,0026 |
| **Bus 12** | 20 | 99,73 | 0,7830 | 0,4860 |
| **Bus 13** | 20 | 99,79 | 0,2720 | 0,1680 |
| **Bus 14** | 20 | 99,79 | 0,2410 | 0,1490 |

| Bus ID | Nominal kV | *Voltage* | MW *Loading* | MVAR *Loading* |
|---|---|---|---|---|
| **Bus 15** | 20 | 99,78 | 0,1260 | 0,0779 |
| **Bus 16** | 20 | 99,68 | 0,6970 | 0,4320 |
| **Bus 17** | 20 | 99,66 | 0,6040 | 0,3740 |
| **Bus 18** | 20 | 99,62 | 0,5440 | 0,3370 |
| **Bus 19** | 20 | 99,61 | 0,4920 | 0,3050 |
| **Bus 20** | 20 | 99,61 | 0,1900 | 0,1180 |
| **Bus 21** | 20 | 99,61 | 0,1220 | 0,0757 |
| **Bus 22** | 20 | 99,61 | 0,0382 | 0,0237 |
| **Bus 23** | 20 | 99,61 | 0,1790 | 0,1110 |
| **Bus 24** | 20 | 99,60 | 0,1490 | 0,0926 |
| **Bus 25** | 20 | 99,60 | 0,0832 | 0,0515 |
| **Bus 26** | 20 | 99,60 | 0,0518 | 0,0321 |
| **Bus 27** | 20 | 99,60 | 0,0093 | 0,0058 |
| **Bus 28** | 20 | 99,60 | 0,0000 | 0,0000 |
| **Bus 29** | 20 | 99,61 | 0,0603 | 0,0373 |
| **Bus 30** | 20 | 99,61 | 0,0178 | 0,0110 |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Simulasi Metode Genetic Algorithm

Hasil untuk pembuatan simulasi di MATLAB menggunakan 4 skenario yang berbeda yaitu dari 1 DG sampai 4 DG. Adapun hasil dari simulasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 (a)–(d).




(a) Penambahan 1 buah DG (b) Penambahan 2 buah DG

(c) Penambahan 3 buah DG (d) Penambahan 3 buah DG

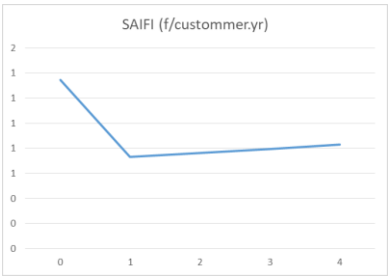
Gambar 4. Hasil simulasi.

Pada hasil simulasi, ketika injeksi 1 buah DG didapatkan *best loss* pada *fitness* 0,4297 dengan penempatan DG pada Bus 6 dengan kapasitas 2,7039~3 MVA. Kemudian, hasil simulasi kedua yaitu dengan injeksi 2 buah DG didapatkan *best loss* pada *fitness* 1,0822 dengan penempatan DG pada Bus 13 dan 30 dengan kapasitas masing-masing 0,8675~1 MVA untuk Bus 13 dan 1,3235~1,5 MVA pada Bus 30. Setelah itu, pada hasil simulasi ketiga dengan injeksi 3 buah DG didapatkan *best loss* pada *fitness* 2,5880 dengan penempatan DG pada Bus 14, 24, dan 30 dengan kapasitas 0,7096~1 MVA pada Bus 14; 1,2606~1,5 MVA pada Bus 24; dan 1,1806~1,5 MVA pada Bus 30. Pada hasil simulasi terakhir yaitu injeksi 4 buah DG, didapatkan *best loss* pada *fitness* 4,4246 dengan penempatan DG pada Bus 6, 14, 24, dan 30 dengan kapasitas 0,9461~1 MVA untuk Bus 6; 0,5611~1 MVA untuk Bus 14; 1,0641~1,5 MVA untuk Bus 24; dan 0,7751~1 MVA untuk Bus 30.

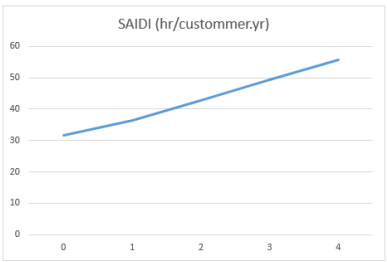
Dari beberapa hasil simulasi menggunakan 1 hingga 4 DG, dapat diambil kesimpulan sementara bahwa *losses* akan semakin baik pada 1 DG, dapat memperbesar kemungkinan memperbaiki SAIDI dan SAFI pada 1 DG dibandingkan dengan 2, 3, atau 4.

## Hasil Simulasi Reliability Index Assessment dan Load Flow dari Sebelum Injeksi DG dan 4 Skenario Injeksi DG Sesuai Metode GA

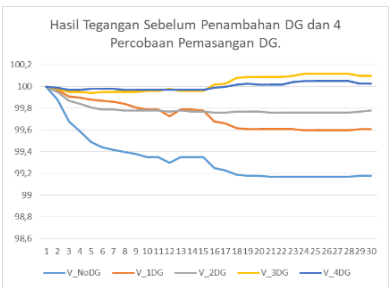
Gambar 5 (a)–(e) memperlihatkan hasil simulasi yang dilakukan saat sebelum injeksi DG sampai 4 skenario injeksi DG. Untuk kapasitas dan lokasi injeksi DG sesuai dengan hasil metode GA.



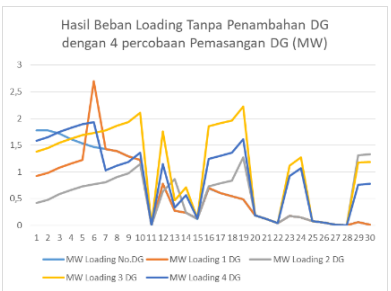

(a) Grafik hasil SAIFI



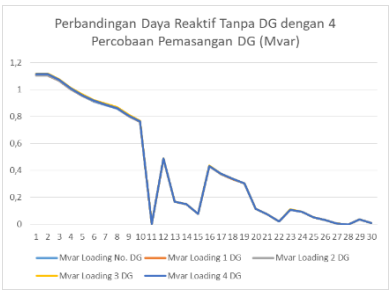

(b) Grafik hasil SAIDI




(c) Grafik hasil tegangan




(d) Grafik beban




(e) Hasil daya reaktif

Gambar 5. Hasil simulasi Reliability Index Assessment.

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dapat diketahui SAIDI dan SAIFI, ketika pada SAIFI 1 DG adalah SAIFI yang paling bagus, sekaligus bisa disebut sebagai hasil yang paling optimal, dalam perbaikan tegangan juga lebih baik 0,434% dari kondisi tanpa adanya penambahan DG. Untuk SAIDI memang selalu naik dikarenakan seiring bertambahnya DG, maka juga berkontribusi terhadap apabila terjadi gangguan karena waktu perbaikan juga semakin lama. Untuk MVAR tidak terlalu berpengaruh dikarenakan yang dioptimalkan adalah MW dan kendali tegangan pada jaringan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, didasari dengan uji coba perangkat, dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan injeksi *distributed generation*, terlihat adanya penurunan interupsi rata-rata sistem SAIFI sebesar 45% dan untuk SAIDI mengalami kenaikan sebesar 15,32%. Dengan penambahan 1 DG pada Bus 6 dengan kapasitas 2,7039~3 MVA yang dikarenakan SAIFI paling minimal sebesar 0,73 kali per tahun dan SAIDI 36,48 jam per tahunnya. Untuk hasil setelah diinjeksi *distributed generation*, didapatkan interupsi rata-rata sistem SAIFI adalah 0,73 kali per tahun dengan durasi 49,84 jam dan durasi interupsi tahunan SAIDI 36,48 jam/tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Windows, M. Corporation, K. Hori, and A. Sakajiri, "Keputusan Menteri Esdm Republik Indonesia Tentang Pengesahan Ruptl Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrk Tahun 2018 S.D 2027."
[2] U. N. S. Syahmi Nanzain Tri Wrahatnolo, "Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Reliability Network Equivalent Approach (RNEA) Di PT . PLN Rayon Mojokerto Syahmi Nanzain Tri Wrahatnolo," pp. 111–119, 2019.
[3] R. C. Bekti and B. Winardi, "Analisis Pengaruh Distributed Generation ( DG ) Terhadap Indeks Keandalan Pada Penyulang MRA05 Banjarnegara," 2016.
[4] S. Ahmad, "Impact of Distributed Generation on the Reliability of Local Distribution System," no. January, 2017.
[5] P. S. Strata, J. Matematika, F. Keguruan, and I. Pendidikan, "Analisis pengaruh pemasangan distributed generation pada jaringan distribusi pusdiklat migas cepu publikasi ilmiah," 2016.
[6] F. May, D. Sinaga, and B. Winardi, "Analisis Pengaruh Pemasangan Photovoltaic Distributed Generation (PV-DG) Terhadap Keandalan Pada Feeder MRA01 Di Gardu Induk MRICA," 2016.
[7] A. Aliran and D. Menggunakan, "Network Topology Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Mempertimbangkan Adanya," 2020.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*