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 : ……..

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

Pengoptimalan Aliran Daya dengan Penambahan Distributed Generation Mneggunakan Particle Swarm Optimization

Trisna Wati[1], Muhammad Rizqi Putra[2]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]

e-mail: trisnaw@itats.ac.id

ABSTRACT

The increasing demand for electrical energy and environmental concerns have encouraged the addition of distributed generation (DG). It has become a relevant solution for managing electrical distribution systems. DG addition does not require network restructuring or configuration, allowing it to be added near consumers located far from the generators. Adding DG to radial network systems can reduce both active and reactive power losses and improve voltage profiles. However, suboptimal DG placement can lead to negative impacts, such as exceeding current limits and harmonic problems in the network system. This research used Particle Swarm Optimization (PSO) to determine the location and DG size in the IEEE 69-Bus radial network system modified to 54-Bus. Compared to other methods, PSO is faster at finding optimal solutions due to its cooperative particle structure and updating. The simulation varied swarm size (1, 5, and 10) with 10 iterations each. The results showed that the optimal solution occurred at different iterations for each swarm size but with the same optimal value. Thus, before DG installation, the active power loss was 2037.71 kW, the reactive power loss was 630.155 kVAR, and the maximum voltage was 4.3186 p.u. After DG installation, the active power loss decreased to 75.2543 kW, the reactive power loss decreased to 11.69819 kVAR, and the maximum voltage decreased to 1.6720 p.u.

Keywords: *Power flow, distributed generation, Particle Swarm Optimization*

ABSTRAK

Dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik dan kepedulian terhadap lingkungan, penambahan Distributed Generation (DG) menjadi solusi yang relevan dalam pengelolaan sistem distribusi listrik,karena tidak memerlukan penataan ulang atau konfigurasi jaringan, sehingga dapat ditambahkan dekat dengan lokasi konsumen yang jauh dari pembangkit. Penambahan DG dalam sistem jaringan radial memiliki potensi untuk

mengurangi kerugian daya aktif maupun reaktif dan memperbaiki profil tegangan. Penambahan DG dapat menimbulkan dampak negatif jika penempatan tidak optimal, sehingga dapat menyebabkan arus melebihi batas, dan masalah harmonik pada sistem jaringan. Untuk mengatasi itu, pada penelitian ini Particle Swarm Optimization (PSO) adalah metode yang duganakan dalam menentukan letak dan ukuran Distributed Generation (DG) pada sistem jaringan radial IEEE 69-Bus yang dimodified menjadi 54-Bus. dibandingkan dengan metode yang lain metode PSO lebih cepat dalam menemukan Solusi yang optimal yang disebabkan oleh struktur dan pembaruan partikel secara kooperatif. Pada penelitian ini, Simulasi melibatkan variasi ukuran swarm (1 dan 5) dengan masing-masing 10 iterasi. Hasil menunjukkan bahwa solusi optimal terjadi pada iterasi yang berbeda untuk setiap ukuran swarm, namun dengan nilai optimal yang sama. Sehingga didapatkan hasil sebelum pemasangan DG rugi daya aktif sebesar 2037.71 Kw, rugi daya reaktif sebesar 630.155 KVAr, Tegangan Maksimum sebesar 4.3186 p.u. dan setelah pemasangan DG Rugi daya aktif menjadi 75.2543 Kw, Rugi daya Reaktif menjadi 11.69819 KVAr, Tegangan Maksimum menjadi 1.6720 p.u..

Kata kunci: Aliran Daya, Distributed Generation,Particle Swarms Optimization.

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya konsumsi energi listrik yang terus bertambah dari waktu ke waktu, dan semakin tumbuhnya kepedulian terhadap lingkungan dan keterbatasan emisi kontaminan dari sumber energi konvensional, maka unit Distributed Generation (DG) menjadi pilihan yang relevan dalam pengelolaan sistem distribusi listrik[1][2].

Penambahan unit Distributed Generation (DG) menjadi solusi yang relevan dalam mengelola sistem distribusi listrik karena meningkatnya konsumsi energi listrik dan kepedulian terhadap lingkungan. DG dapat membantu mengurangi kerugian daya, memperbaiki profil tegangan, dan meningkatkan keandalan pasokan energi tanpa memerlukan penataan ulang jaringan distribusi. Namun, penempatan DG yang tidak optimal dapat mengakibatkan dampak negatif seperti kedipan tegangan, arus melebihi batas termal, dan masalah harmonik[2][3].

Untuk mengoptimalkan penempatan DG, digunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) yang diperkenalkan oleh James Kennedy dan Russel Eberhart pada tahun 1995. PSO merupakan metode optimasi yang terinspirasi dari perilaku sosial kawanan burung, dan telah diadaptasi untuk menyelesaikan masalah optimasi. Studi kasus dilakukan pada sistem distribusi listrik IEEE 54-bus dengan penambahan DG. Pemilihan metode PSO dibandingkan dengan metode lain seperti Flower Pollination Algorithm (FPA), dan hasilnya menunjukkan bahwa PSO memiliki laju konvergensi lebih cepat dalam menemukan solusi optimal karena struktur dan pembaruan partikel secara kooperatif [4]. penenentuan lokasi dan ukuran optimal dari distributed generation (dg) untuk diinstal pada sistem distribusi dengan tujuan meminimalkan kerugian daya sistem secara keseluruhan dan meningkatkan profil tegangan bus (vm). Solusi yang diusulkan adalah teknik optimasi baru yang disebut exponential inertia weight particle swarm optimization (eipso) yang dibandingkan dengan teknik artificial immune sistem (ais) dan diuji pada sistem distribusi radial ieee 10 bus. Teknik optimasi yang diusulkan dikembangkan di bawah pemrograman matlab. Hasil pengujian menunjukkan bahwa eipso dapat mengurangi total kerugian sistem dan meningkatkan profil tegangan lebih baik daripada ais untuk sistem distribusi di bawah berbagai kondisi beban. Untuk menampilkan keberadaan harmonik, eipso yang dikembangkan diintegrasikan dengan algoritma fast fourier transform (fft) harmonic load flow. Dengan demikian, solusi yang diusulkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem distribusi[5]

Optimalisasi ukuran dan lokasi pembangkit listrik tenaga surya (solar photovoltaic/dg) dalam konteks sistem jaringan listrik ieee 9 bus menggunakan metode particle swarm optimization (pso). Tujuan utama penelitian ini adalah mengurangi kerugian daya aktif dalam jaringan listrik. Integrasi pembangkit listrik tenaga surya ke dalam sistem jaringan listrik dapat berdampak positif atau negatif, tergantung pada ukuran dan lokasi pembangkit listrik tenaga surya tersebut. Oleh karena itu, menentukan ukuran dan lokasi yang optimal menjadi kunci untuk memastikan manfaat maksimal dari pembangkit listrik tenaga surya dalam jaringan listrik. Kasus dan hasil simulasi dari penelitian yang dilakukan hasil simulasi menunjukkan bahwa teknik pso dapat digunakan untuk

menentukan ukuran dan lokasi optimal pembangkit listrik tenaga surya dalam jaringan listrik ieee 9 bus dengan tujuan mengurangi kerugian daya aktif dalam jaringan listrik[6]

Kerugian daya dalam sistem distribusi yang disebabkan oleh penyambungan distributed generation (dg) pada lokasi yang kurang tepat. Kerugian daya dalam sistem distribusi dapat diminimalkan dengan menentukan lokasi optimal untuk penyambungan dg melalui optimisasi. Dengan menggunakan metode particle swarm optimization (pso) untuk menemukan lokasi optimal penyambungan dg. Pso adalah algoritma yang mencari kerugian daya minimum dengan menggerakkan solusi potensial melalui hiperspace dan berakselerasi menuju solusi yang lebih baik atau lebih optimal. Program pso mengambil data masukan seperti nomor bus, data beban, data generator, dan parameter saluran untuk menentukan lokasi terbaik penyambungan dg.hasil penerapan metode pso pada sistem jaringan distribusi bangli menunjukkan bahwa lokasi optimal penyambungan dg berada pada bus 123, yang menghasilkan kerugian daya sebesar 108,870 kw. Ini mengindikasikan penurunan kerugian daya sebesar 51,2 kw dibandingkan dengan kerugian sebelum penyambungan dg pada jaringan bangli. Optimisasi menggunakan pso berhasil mengurangi kerugian daya sekitar 32%[7].

Pengaruh distributed generation (dg) terhadap indeks keandalan pada sistem distribusi listrik pt pln uid bandar lampung dapat meningkatkan keandalan distribusi listrik. Penelitian ini menggunakan metode reliability index assessment (ria) untuk menganalisis efek instalasi dg pada keandalan distribusi listrik. Metode ria digunakan untuk mengukur indeks keandalan seperti sistem average interruption frequency index (saifi), sistem average interruption duration index (saidi), energy not supply (ens), average energy not supply (aens), dan customer average interruption duration index (caidi). Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan algoritma genetika (ga) dapat membantu dalam menentukan kapasitas dan penempatan optimal dg dalam sistem distribusi listrik. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemahaman tentang efek instalasi dg terhadap keandalan distribusi listrik, serta memberikan panduan untuk penentuan kapasitas dan penempatan optimal dg dalam sistem distribusi listrik[8].

Distributed Generation (DG) dapat diartikan sebagai pembangkit listrik tenaga listrik pada jaringan distribusi atau sisi jaringan klien. Skor DG maksimal yang dapat dicapai terhubung ke jaringan distribusi tergantung pada kapasitas jaringan distribusi, relatif terhadap tingkat tegangan pada jaringan distribusi. Misalnya saja DG yang mempunyai kapasitas produksi 100 hingga 150 MW Tidak dapat terhubung ke level tegangan 110 kV karena masalah teknis. Untuk lebih jelas berikut adalah table rating dari kapasitas pembangkit DG [9].

Tabel. 1 Kapasitas Distributed Generation

Kapasitas DG	**Daya Terpasang (MW)**
Mikro	1 W < 5 kW
Kecil	5 Kw < 5MW
Sedang	5 MW < 50 MW
Besar	50 MW <300 MW

Distributed Generation (DG) mampu menyesuaikan diri dengan perubahan ekonomi secara fleksibel karena ukurannya yang kecil dan konstruksinya yang lebih sederhana dibandingkan dengan pembangkit konvensional. Menurut Badan Energi Internasional (IEA), penilaian ekonomi terhadap fleksibilitas nilai DG dianggap sangat mungkin dan layak. Sebagian besar DG memang memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam berbagai aspek seperti operasi, ukuran, dan kemajuan teknologi. Selain itu, pemasangan DG di dekat area beban dalam jaringan distribusi dapat meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik.

Pemakaian DG ini membawa sejumlah keuntungan signifikan diantaranya sebegai berikut :

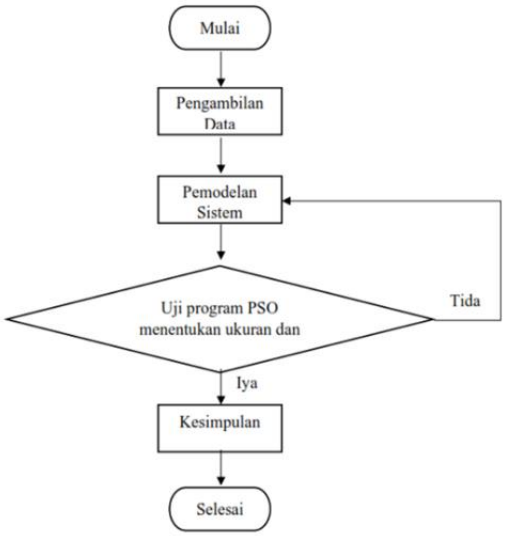
1) Pemanfaatan DG dapat meningkatakan keandalam dalam daya Listrik.
2) Sebagai sumber energi local, sehingga DG dapat berperan dalam penghematan biaya

3) Dibandingkan dengan pembangkit Listrik konvensional, DG memiliki Tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam penyaluran daya.
4) Ketika terhubung dalam jaringan, DG juga dapat meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem dengan mengurangi kerugian daya

Dalam produksi energi Listrik, DG menunjukkan karakteristik ramah lingkungan dengan emisi yang dihasilkan rendah, bahkan mendekati nol [9].

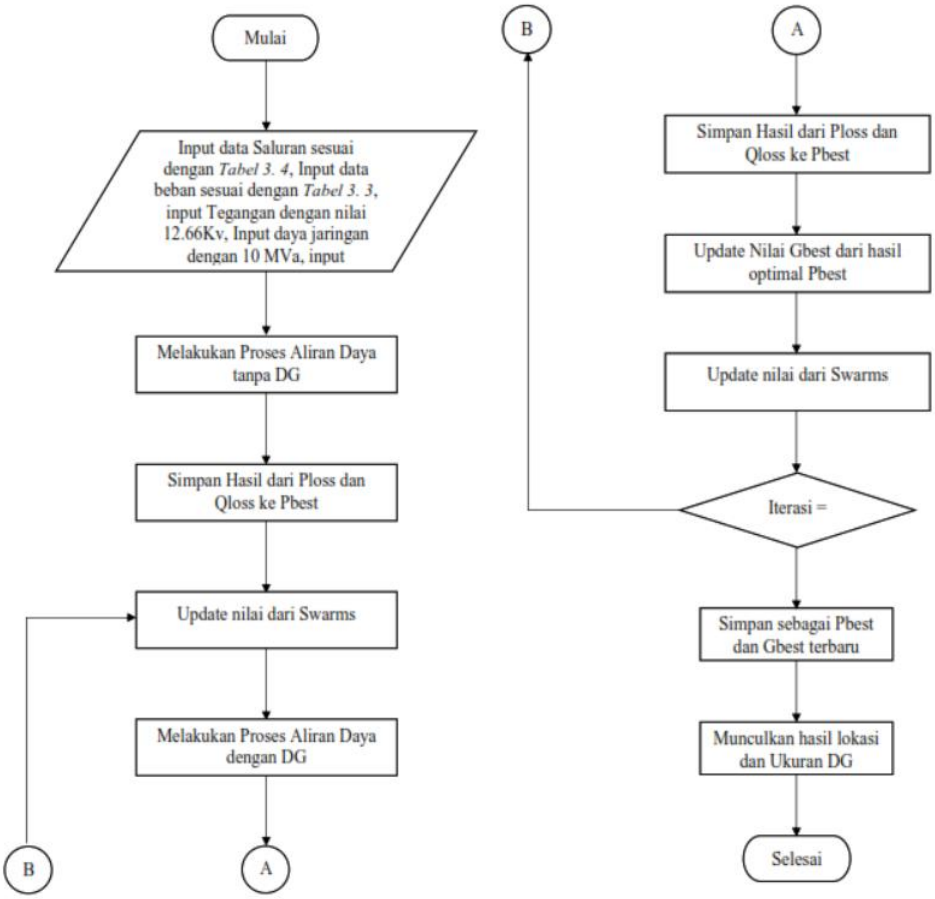
METODE

Sebelum dilakukan analisa pada suatu sistem, maka terdapat beberapa tahap. Diagram alir penelitian yang ditujukan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dari gambar 2. Untuk menunjang penelitian ini, antara lain Single Line Diagram, Data Beban, Data Distribusi, Data Distribusi Baru. Langkah selanjutnya dengan perhitungan komputasi aliran daya untuk mengetahui Tegangan pada Setiap bus, Arus pada setiap bus, Kerugian daya reaktif, Kerugian daya Aktif. Setelah didapatkan data aliran daya, maka selanjutnya dilakukan perhitungan komputasi untuk menempatkan lokasi *Distibuted Generation* (*DG*) dengan metode *PSO* menggunakan software MATLAB.



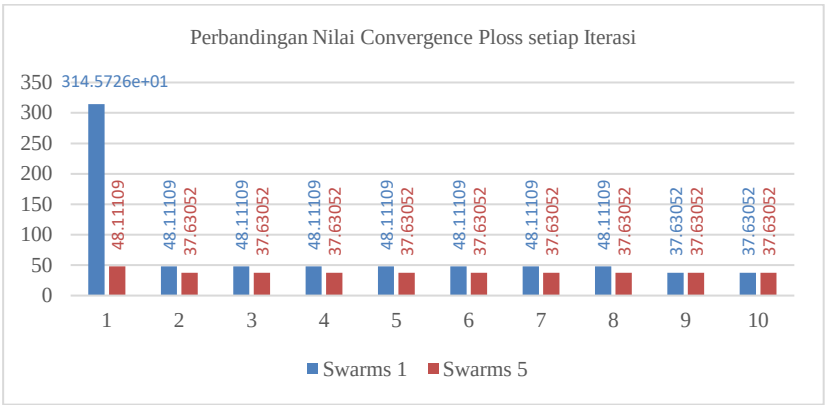
Gambar 2. Diagram alir PSO

Dari gambar 2. diatas dijelaskan bahwa langkah yang dilakukan untuk melakukan simulasi menentukan lokasi dan ukuran *DG* dengan menggunakan metode *PSO*. Dimulai dengan Memasukkan data beban dan saluran pada program. Memasukkan parameter MVAb, KVb, Reall, iteration dan Reactivee. setelah itu, melakukan simulasi program. Maka program akan berjalan hingga jumlah iterasi maksimal, dan akan memunculkan nilai dari tegangan, Rugi daya aktif, Rugi daya reaktif, lokasi penempatan *DG*, dan ukuran kapasitas *DG*.

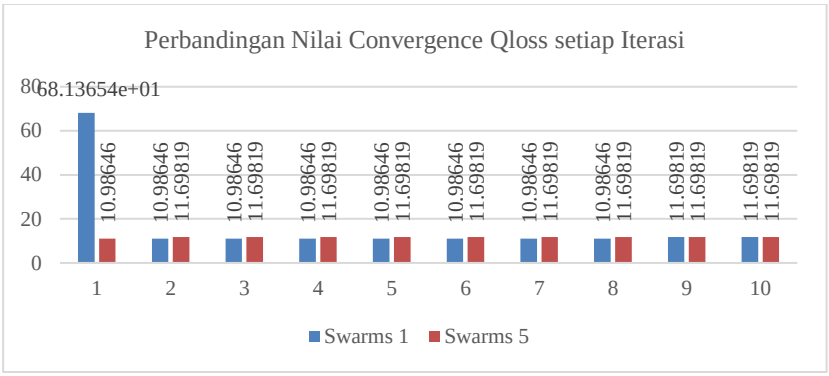
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi Sistem

Dalam melakukan simulasi pengoptimalan aliran daya dengan penambahan Distributed Generation (DG) dengan menggunakan metode PSO, dilakukan beberapa ujicoba untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Dengan cara melakukan perubahan pada jumlah partikel atau swarms yang dimulai dari nilai 1 dan 5. Simulasi ini menggunakan nilai iterasi 10. Sehingga didapatkan hasil dari nilai konvergensi tiap iterasi.



Gambar 3. Perbandingan nilai konvergensi Ploss setiap iterasi

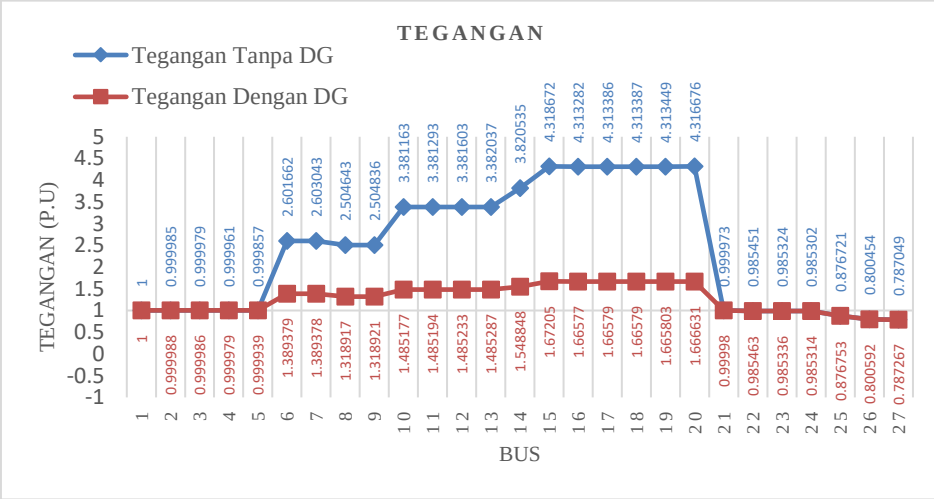


Gambar 4. Perbandingan nilai konvergensi Qloss setiap iterasi

Dari beberapa percobaan dengan merubah nilai Swarms dari nilai 1 dan 5 dengan iterasi masing-masing 10, didapatkan bahwa nilai Ploss dan Qloss yang optimal tidak berbeda jauh pada swarms 1 adalah mulai iterasi ke 9, pada nilai swarms 5 Ploss dan Qloss yang optimal mulai iterasi ke 2, dengan nilai Ploss adalah 37.63052 dan nilai Qloss adalah 11.69819.

Hasil Simulasi Tegangan pada Setiap Bus

Hasil perbandingan untuk mencari tegangan pada setiap bus setelah dan sebelum pemasangan *distributed generation* (*DG*) yang dilakukan dengan menggunakan metode *PSO* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Simulasi Tegangan pada Bus 1-27

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil keseluruhan dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1) Setelah dilakukan beberapa ujicoba simulasi dengan merubah nilai swarms dari 1 dan 5, dengan iterasi masing – masing 10. Pada nilai swarms 1 nilai yang optimal pada iterasi ke 9, dan pada nilai swarms 5 nilai yang optimal pada iterasi ke 2. Dengan hasil dari nilai optimal yang memiliki kesamaan.
2) Hasil perhitungan aliran daya menggunakan metode *PSO* pada sistem jaringan radial 54 Bus Modified menghasilkan nilai rugi – rugi daya aktif sebesar 2037.71 Kw, rugi – rugi daya reaktif sebesar 630.155 KVAr, Tegangan maksimum sebesar 4.3187 p.u., tegangan minimum sebesar 0.7870 p.u..
3) Peletakan *DG* dengan menggunakan metode *PSO* pada bus Ke-6 dengan kapasitas *DG* sebesar 14.31 MVA pada sistem jaringan radial 54 Bus Modified terbukti dapat menurunkan rugi – rugi daya aktif sebesar 75.2543 Kw, rugi - rugi daya reaktif sebesar 11.69819 KVAr, dan tegangan maksimum dapat tereduksi hingga 158% yang tidak membuat overvoltage pada jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Kumar, U. Agarwal, A. K. Sahu, and R. Anand, "Utility of PSO for power loss minimization in a power system network," *1st Int. Conf. Autom. Control. Energy Syst. - 2014, ACES 2014*, no. 1, pp. 1–6, 2014, doi: 10.1109/ACES.2014.6808011.

[2] D. S. K. Kanth and M. P. Lalitha, "Mitigation of real power loss, THD & enhancement of voltage profile with optimal DG allocation using PSO & sensitivity analysis," *2014 Annu. Int. Conf. Emerg. Res. Areas Magn. Mach. Drives, AICERA/iCMMD 2014 - Proc.*, pp. 0–5, 2014, doi: 10.1109/AICERA.2014.6908247.

[3] H. Mansur and J. Urinboy, "Reconfiguration Of Radial Distribution System To Minimize Active Power Loss," *Int. J. Eng. Inf. Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 154–156, 2021, [Online]. Available: https://ssrn.com/abstract=3826556

[4] S. Jena and S. Chauhan, "Solving distribution feeder reconfiguration and concurrent dg installation problems for power loss minimization by multi swarm cooperative PSO algorithm," *Proc. IEEE Power Eng. Soc. Transm. Distrib. Conf.*, vol. 2016-July, 2016, doi:

10.1109/TDC.2016.7520021.

[5] N. A. Ahmad, I. Musirin, and S. I. Sulaiman, "Exponential based PSO performed on DG installation for loss minimization considering THD," *Proc. 2014 IEEE 8th Int. Power Eng. Optim. Conf. PEOCO 2014*, no. March, pp. 607–612, 2014, doi: 10.1109/PEOCO.2014.6814500.

[6] R. Orenge, M. Christopher Maina, and G. N. Nyakoe, "Optimal Sizing and Placement of Solar Photovoltaic Based DGs in the IEEE 9 Bus System Using Particle Swarm Optimization Algorithm," *2018 IEEE PES/IAS PowerAfrica, PowerAfrica 2018*, pp. 114–119, 2018, doi: 10.1109/PowerAfrica.2018.8521006.

[7] R. F. Margeritha, R. S. Hartati, and N. P. Satriya Utama, "AnalisisPenyambungan Distributed Generation Guna Meminimalkan Rugi-Rugi Daya Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, p. 122, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i03p19.

[8] T. Wati. Achmad Fajar Nur Rosyid, "Analisis Pengaruh Distributed Generation (DG) Terhadap Indeks Keandalan pada Penyulang Badai PT PLN UID Bandar LampungSeminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika," *SNESTIK Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 219–224, 2021.

[9] J. Distribusi, "Analisys placement of distributed generation," *J. Tek. Its*, vol. 1, no. 1, p. B-109-B-114, 2012.

[10] A. Hasibuan, M. Isa, M. I. Yusoff, and S. R. A. Rahim, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 37–45, 2020, doi: 10.30596/rele.v3i1.5236.