JREEC
JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY, ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

# Analisa Stabilitas Tegangan Dengan Menggunakan Metode Continuation Power Flow

Saif Alif Khan[1], Riny Sulistyowati[2], dan Nariyah Silviana Erwanti[3]

[1,2,3]Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

**INFORMASI ARTIKEL**

Jurnal JREEC – Volume 04 Nomer 01, April 2024

Halaman:
41 – 47
Tanggal Terbit :
30 April 2024

DOI:
10.31284/j.JREEC.2024.v41i1.5940

**ABSTRACT**

Laros Multi Indoteknik Ltd. has experienced a voltage drop, which refers to the reduction or loss of electrical voltage in a conductor compared to its normal value. The voltage loss or drop in the electrical network is analyzed for voltage stability using the continuation power flow (CPF) method. This method can accurately determine specific voltage values in the radial distribution system network. During the process of determining stability in each branch of the Laros Multi Indoteknik Ltd. system, a bus that has a sensitivity to load changes can be noticed through simulation using MATLAB software. CPF aims to identify which bus should have additional load and to understand the operational condition of the electrical system at this company. The simulation result at the Laros Multi Indoteknik Ltd. system revealed that bus 9 had an active power flow of 0.85 KW and a reactive power of 0.84 KVAR, with the lowest bus voltage of 0.7329 pu and a lambda value of 15.2 compared to other buses. Thus, bus 9 is recommended due to its voltage stability, indicating its ability to withstand the system until voltage collapse occurs.

**Keywords:** continuation power flow, drop voltage, forward/backward.

**EMAIL**

saifalifkhan@gmail.com
riny.971073@itats.ac.id
nariyahse@gmail.com

**ABSTRAK**

Pada PT. Laros Multi Indoteknik ini terjadi tegangan jatuh atau drop voltage, dimana Tegangan Jatuh atau drop voltage adalah jumlah penurunan atau kerugian nilai tegangan listrik pada suatu penghantar dibandingkan dengan nilai tegangan normalnya, Besarnya rugi tegangan atau tegangan jatuh (drop voltage) yang terjadi pada jaringan listrik. Analisa stabilitas tegangan menggunakan metode forward / backward dapat digunakan untuk mendapatkan akurasi pencarian nilai tegangan khusus pada saluran sistem distribusi radial. Dalam proses penentuan kestabilan pada tiap cabang di sistem PT. Laros Multi Indoteknik maka terlihat pada bus mana yang memiliki sensitivitas terhadap terjadinya perubahan beban. Dalam melihat jalannya proses semua program dimasukkan kedalam sofware matlab. Simulasi yang dilakukan pada sistem PT. Laros Multi Indoteknik dengan menggunakan penambahan contiation power flow (CPF) dapat diketahui bahwa pada bus 9 memiliki aliran daya aktif sebesar 0,85 KW dan daya reaktif sebesar 0,84 KVAR dengan tegangan bus paling rendah 0,7329 pu dengan nilai lamda sebesar 15,2 dibandingkan dengan bus lainya. Karena bus 9 menjadi bus yang direkomendasikan apabila dilihat dari stabilitas tegangan dengan kemampuan tegangan untuk menahan sistem hingga tegangan jatuhnya (voltage collapse).

**Kata kunci:** continuation power flow, drop voltage, forward / backward.

**PENERBIT**

Jurusan Teknik Elektro-ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal JREEC by Department of Elecreical Engineering is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

## PENDAHULUAN – font 11

Dalam beberapa tahun terakhir, peningkatan permintaan beban puncak dan transfer daya antar utilitas memiliki kekhawatiran yang tinggi tentang keamanan tegangan sistem. Keruntuhan

tegangan telah dianggap bertanggung jawab atas beberapa gangguan utama dan signifikan. Berbagai penelitian telah dilakukan dalam upaya untuk lebih memahami fenomena tegangan[1]. Sebagian besar penelitian ini terkonsentrasi pada aspek steady state dari stabilitas tegangan. Memang, banyak penulis telah mengusulkan indeks stabilitas tegangan berdasarkan beberapa jenis analisis aliran daya. Sebuah studi tertentu yang ditemui dalam penelitian semacam itu adalah Jacobian aliran daya Newton Raphson menjadi tunggal pada batas stabilitas tegangan steady state. Sebenarnya, batas stabilitas ini, juga disebut titik kritis, sering didefinisikan sebagai titik di mana aliran daya Jacobian tunggal[2]. Sebagai konsekuensinya, upaya solusi aliran daya di dekat titik kritis cenderung mengalami divergensi dan kesalahan. Untuk alasan ini, algoritma presisi ganda dan algoritma anti divergensi telah digunakan dalam upaya mengatasi ketidakstabilan numerik[3].

Berbagai jenis operasi dan gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi tegangan rendah dapat menyebabkan nilai tegangan menjadi berubah setiap saat. Bahkan nilainya dapat berada di luar batas-batas operasi yang telah ditentukan atau menuju kondisi ketidakstabilan tegangan[4]. Jarak yang jauh antara pengguna listrik dengan transformator distribusi semakin meningkatkan resiko terjadinya kondisi ketidakstabilan tegangan akibat drop tegangan. Tegangan yang tidak stabil dapat menyebabkan permasalahan pada peralatan-peralatan listrik yang terhubung pada jaringan distribusi tegangan rendah[5]. Peralatan-peralatan listrik tersebut umumnya menggunakan suplai daya satu fasa dan tiga fasa[6]. Efek dari tegangan yang tidak stabil pada peralatan-peralatan listrik antara lain, menyebabkan berkurangnya kinerja peralatan, mengurangi efisiensi peralatan pemanas, mengurangi umur pelayanan peralatan, mengurangi akurasi peralatan instrumentasi, menghasilkan kecepatan yang tidak konsisten pada peralatan yang menggunakan motor listrik dan bila terjadi berulang kali atau terjadi dalam waktu yang lama secara kontinyu maka dapat merusak peralatan[7].

Dengan melakukan simulasi ETAP dimana saat dalam kondisi pengoprasian yang stabil penelitian ini menghasilkan daya total aktif 3899.5 Kw, daya reaktif 4830.6 Kvar serta daya semu 4197.9 Kva[8]. Hasil pada penelitian untuk load flow ini di tegangan 11.5kV memanfatkan penggunaan simulasi perangkat lunak ETAP didaptkan nilai daya aktif dan nilai daya reaktif terbesar ada pada bus 1 dan 2 sebesar 2.151 Kw dan 1.33 kVAr. Dalam metode Continuation Cower Flow ini untuk mengidentifikasi bus sistem yang paling sensitif[9]. Bisa kita ketahui bahwa rekomendasi bus sistem untuk digunakan sebagai ekspansi sistem adalah bus 2 jika dilihat dari kemampuan menahan beban terbesar akan tetapi jika dilihat dari kemampuan tegangan untuk menahan sistem hingga tegangan jatuhnya (voltage collapse) adalah pada bus 9[10].

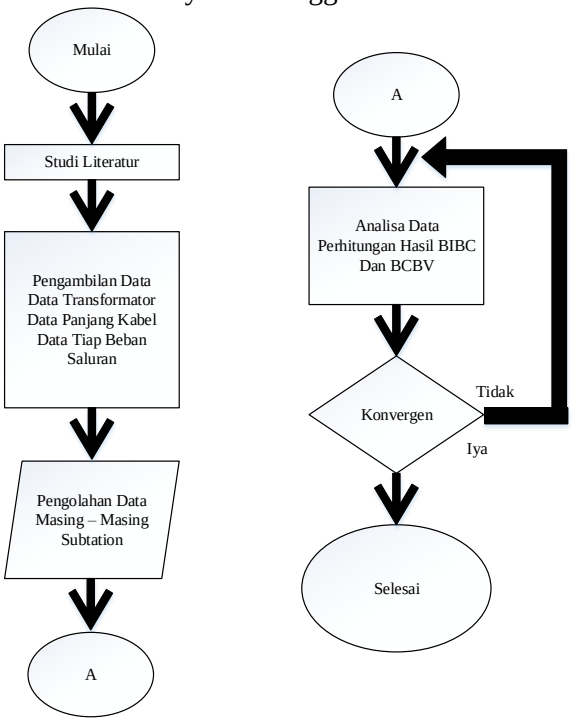
## TINJAUAN PUSTAKA

Energi listrik adalah kebutuhan pokok yang mempengaruhi aktivitas manusia, baik di perkotaan maupun di pedesaan. Sumber daya untuk menghasilkan energi listrik berasal dari berbagai jenis pembangkit, termasuk pembangkit listrik tenaga diesel, air, gas, dan lainnya. Pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat menyebabkan permintaan energi listrik juga meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu, kualitas dan keandalan pasokan energi listrik menjadi sangat penting. Sebuah sistem tenaga listrik dikatakan memiliki tingkat keandalan yang tinggi jika mampu menyediakan pasokan energi listrik secara kontinyu dan dengan kualitas yang baik. Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama: pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Setiap bagian saling terintegrasi dan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Kualitas sistem distribusi tenaga listrik, terutama kualitas tegangan yang diterima oleh konsumen, sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan. Saluran distribusi listrik mengalami berbagai tantangan teknis, terutama karena pemakaian tenaga listrik tersebar di berbagai lokasi, sementara pembangkitan listrik terpusat di lokasi tertentu. Untuk menyampaikan tenaga listrik dari pembangkitan ke konsumen, diperlukan berbagai teknis penanganan, termasuk transformator, saluran transmisi, dan gardu induk. Kualitas daya listrik juga dapat dipengaruhi oleh ketidakseimbangan beban dan ketidakseimbangan fasa. Berbagai metode di kembangkan untuk mengoptimalkan dengan menjaga stabilitas tegangan[11-12].

## METODE PENELITIAN

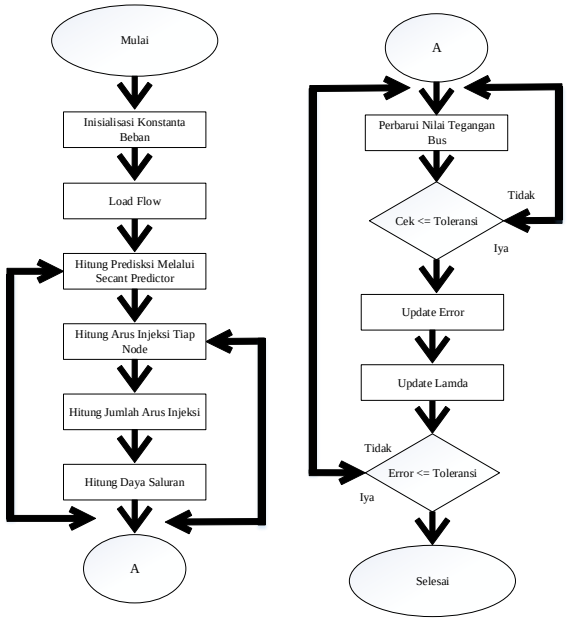
### Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dibuat untuk menyederhanakan prosedur apa saja yang akan dilakukan pada penelitian sehingga dapat dengan mudah dipahami berdasarkan urutan – urutan yang ada di dalam penelitian. Berikut tahapan penelitian diagram alir ini dibuat untuk menjelaskan bahwa mengenai tahapan penyelesaian aliran daya ini menggunakan metode forward backward sweep.




Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

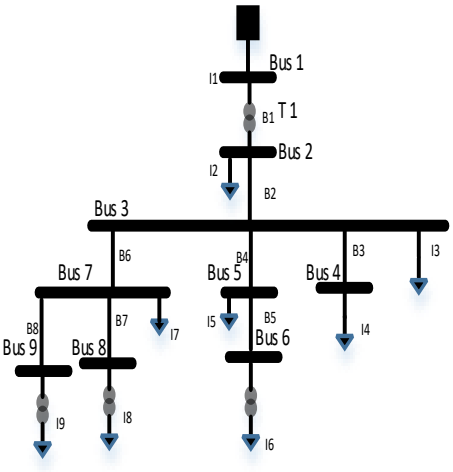
**Diagram Metodologi Contunation Power Flow**




Gambar 2. Diagram Metodologi CPF (Continuation Power Flow).

Gambar 2 merupakan sebagai proses pengolahan kurva PV hingga mendapatkan kondisi pembebanan maksimum. Pertama, inisialisasi awal solusi aliran daya dilakukan untuk meghitung tegangan dengan penambahan beban secara kontinyu, penambahan bebab dilakukan berdasarkan secant predictor, hasil perhitungan tegangan dengan penambahan beban tersebut dikoreksi menggunakan aliran daya backward/forward sweep dengan solusi iteratif. Solusi iteratif aliran daya akan berulang hingga mencapai toleransi ketidak cocokan yang telah ditetapkan.

**Diagram Metodologi Contunation Power Flow**




Gambar 3. Single Line Diagram PT. Laros Multi Indoteknik.

**Data Saluran Sistem Jaringan 9bus**

Pada sistem distribusi PT. Laros Multi Indoteknik. Disini untuk bisa mengetahui kestabilan pada sistem distribusi PT. Laros Multi Indoteknik merupakan langkah awal untuk mencari data-data indikator yang di dapatkan dari analisis aliran daya yang kemudian di olah kembali ke dalam metode Continunation power flow untuk mengetahui tegangan jatuh pada sistem dan juga untuk mengetahui pada bus mana yang memiliki sensitivitas adanya perubahan beban pada sistem.

Tabel 1. Data Saluran PT Laros Multi Indoteknik

| Saluran Bus | | Impedensi | | Panjang | P | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Dari** | Ke | R ( P.U ) | X ( P.U ) | m | **(Kw)** | **(kVar)** |
| **1** | 2 | 0.102 | 0.099 | 1500 | 2.151 | 1.33 |
| **2** | 3 | 0.362 | 0.305 | 1500 | 2.151 | 1.33 |
| **3** | 4 | 0.13 | 0.103 | 247 | 0.85 | 0.84 |
| **3** | 5 | 0.8 | 0.108 | 247 | 0.85 | 0.84 |
| **5** | 6 | 0.13 | 0.103 | 247 | 0.85 | 0.84 |
| **3** | 7 | 0.102 | 0.099 | 200 | 0.85 | 0.84 |
| **7** | 8 | 0.13 | 0.103 | 200 | 1.839 | 1.14 |
| **7** | 9 | 0.8 | 0.108 | 200 | 1.839 | 1.14 |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisa Stabilitas Tegangan

Analisis aliran daya menggunakan metode forward/backward dapat digunakan untuk mendapatkan akurasi pencarian nilai tegangan khususnya pada saluran distribusi radial. Dalam proses penentuan kestabilan pada tiap cabang di sistem distribusi PT Laros Multi Indoteknik maka terlihat pada bus mana yang memiliki sensitivitas terhadap terjadinya perubahan beban. Kestabilan tegangan didefinisikan sebagai kemampuan suatu sistem tenaga listrik untuk dapat mempertahankan level tegangan semua bus (cabang) dpada kondisi normal setelah sistem mengalami kondisi awal ganguan. Sistem dikatakan tidak stabil bila adanya gangguan, meningkatnya beban yang dibutuhkan dan perubahan topologi jaringan yang mengakibatkan penurunan tegangan secara tidak terkendali. Ketidakstabilan sistem dapat dipengaruhi dari kondisi setiap komponen sistem tenaga Berikut ini hasil aliran daya pada sistem distribusi PT Laros multi Indoteknik.

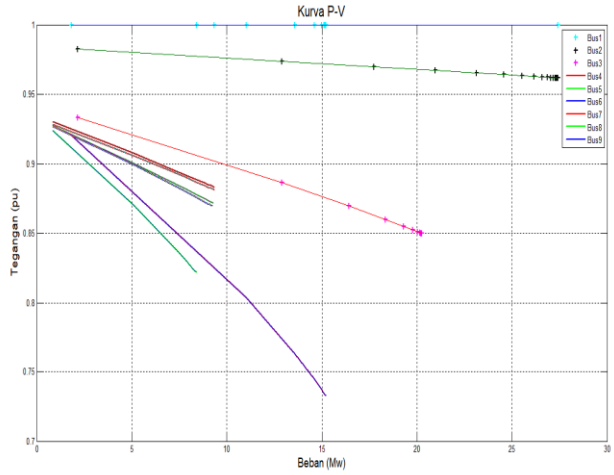
Tabel 2. Hasil analisa dengan menggunakan metode CPF

| Bus | Volt max | Volt min | Beban min | Beban max |
|---|---|---|---|---|

| | ( P.U ) | ( P.U ) | (MW) | (MW) |
|---|---|---|---|---|
| **2** | 0.9826 | 0.9617 | 2.151 | 27.4251 |
| **3** | 0.9334 | 0.8498 | 2.151 | 20.2484 |
| **4** | 0.9285 | 0.8812 | 0.85 | 9.3499 |
| **5** | 0.9272 | 0.8717 | 0.85 | 9.2838 |
| **6** | 0.9269 | 0.8696 | 0.85 | 9.2397 |
| **7** | 0.9301 | 0.8831 | 0.85 | 9.3499 |
| **8** | 0.9238 | 0.8217 | 0.85 | 8.4163 |
| **9** | 0.9202 | 0.7329 | 1.839 | 15.2021 |

**Pembahasan Data II**

Pada penggunaan metode cpf ini bertujuan untuk mencari saluran dengan beban maksimal yang terbesar, yang berfungsi untuk bus 3 terdapat nilai titik paling maksimum yaitu 20,2484. Bahwa cpf ini tidak meperthitungkan dalam SPLN 1 :1995 adalah sebesar maximal 5% minimal -10% tegangan pada sistem dari tegangan nominal, Sebisa mungkin untuk metode ini tidak mendekati bus utama atau saluran utama. Dari data hasil simulasi yang telah di dapatkan bahwa kestabilan pada suatu bus atau sistem dapat dipengaruhi dari jarak beban dengan sumbernya atau dapat dikatakan bahwa semakin jauh jarak suatu bus dari sumber maka drop tegangan akan semakin besar. Berikut pada gambar 4.1 dibawah ini menunjukkan data grafik tegangan pada seluruh bus.

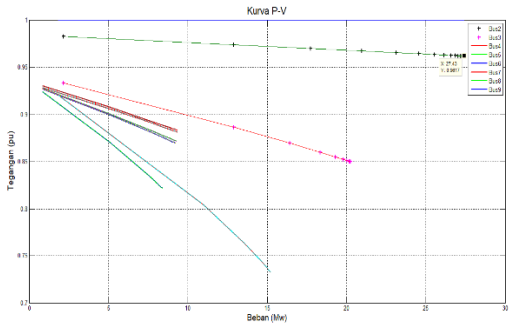



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Seluruh Bus.

Untuk selanjutnya analisa stabilitas tegangan dilakukan menjadi 3 case yang bertujuan untuk mewakili masing-masing kondisi dari bus yang ada, pada case-1 yaitu dengan bus paling ujung dari sistem, case-2 bus yang berada di tengah sistem dan case-3 untuk mewakili kondisi bus yang berada di awal

Berikut adalah hasil dari case-1, case-2, case-3 lanjutan analisa stabilitas tegangan yang dapat dilihat pada kurva P-V dari setiap masing-masing bus yang dihubungkan langsung ke beban:

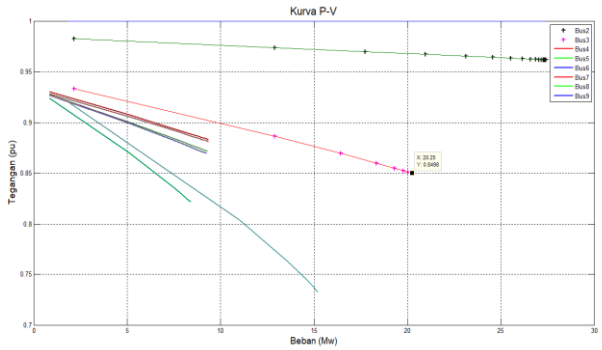
1. Bus 2.




Gambar 4.2 Kurva P-V bus 2.

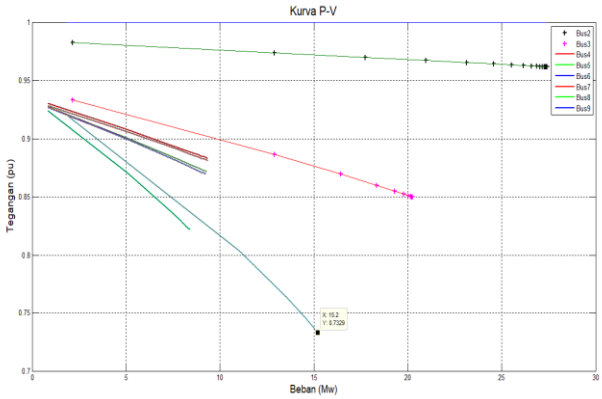
Berdasarkan pada Gambar 4.2 diperoleh hasil dari running program data kurva P-V pada bus 2, didapatkan nilai tegangan bus sebesar 0,9617 pu, dengan lamda mencapai titik paling maksimum yaitu 27,43.

2. Bus 3.




Gambar 4.3 Kurva P-V bus 3

Berdasarkan pada Gambar 4.3 maka diperoleh hasil dari running program data kurva P-V pada bus 3, didapatkan nilai tegangan bus sebesar 0,8498 pu, dengan lamda mencapai titik paling maksimum yaitu 20,25. Bus 9.




Gambar 4.4 Kurva P-V bus 9

Berdasarkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.6 maka diperoleh data kurva P-V pada bus 3, didapatkan nilai tegangan bus sebesar 0,7329 pu. Dengan lamda mencapai titik paling maksimum yaitu 15,2. Dari hasil analisa simulasi data pada bus 2, 3, dan 9 dapat diketahui bahwa dari kurva P-V pada Gambar 4.1 sampai gambar 4.4 Terlihat bahwa pada bus 9 setelah dilakukan continuation power flow (CPF) memiliki tegangan bus paling rendah yaitu 0,7329 pu dan memiliki nilai pembebanan atau lamda sebesar 15,2 dibandingkan dengan bus lainnya.

Dengan begitu, dapat ditarik kesimpulan dari analisa diatas bahwa dari gambar 4.2 hasil simulasi sistem di PT laros Multi Indoteknik bisa diketahui bahwa rekomendasi bus sistem untuk digunakan sebagai ekspansi sistem adalah bus 2 jika dilihat dari kemampuan menahan beban terbesar akan tetapi jika dilihat dari kemampuan tegangan untuk menahan sistem hingga tegangan jatuhnya (voltage collapse) adalah pada bus 9.

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa dan simulasi pada penelitian skripsi yang telah dilakukan ini, maka dapat disimpulkan:

1. Dari hasil simulasi yang dilakukan pada sistem PT Laros Multi Indoteknik dengan menggunakan metode Continuation Power Flow (CPF) dapat diketahui bahwa pada Bus 9 memiliki aliran daya aktif sebesar 0.85 kW dan reaktif sebesar 0,84 kVAr dengan tegangan bus paling rendah 0,7329 pu dengan nilai lamda sebesar 15,2 dibandingkan dengan bus yang lain.

2. Oleh karena itu bus 9 menjadi bus yang direkomendasikan apabila dilihat dari stabilitas tegangan dengan kemampuan tegangan untuk menahan sistem hingga tegangan jatuhnya (voltage collapse) adalah pada bus 9.
3. Dengan menggunakan metode Continuation Power Flow (CPF) kita dapat mengetahui bus mana yang lebih stabil dengan adanya penambahan beban secara bertahap hingga sistem tersebut mencapai titik tegangan jatuhnya (voltage collapse).

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] P. Stabilitas, T. Statis, P. Optimal, S. Pada, and S. Kelistrikan, "Multitek Indonesia : Jurnal Ilmiah," vol. 6223, no. 1, 2020.
[2] P. Priambodo, O. Penangsang, and R. S. Wibowo, "Analisis Aliran Daya Tiga Fasa Tidak Seimbang Menggunakan Metode K-Matrik dan ZBR pada Sistem Distribusi 20 kV Kota Surabaya," Jur. Tek. Elektro, Fak. Teknol. Ind. Inst. Teknol. Sepuluh Nop., vol. 1, p. 6, 2014.
[3] R. W. Novialifiah, A. Soeprijanto, and R. S. Wibowo, "Algoritma Aliran Daya untuk Sistem Distribusi Radial dengan Beban Sensitif Tegangan," vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2014.
[4] F. Ditya and A. U. Krismanto, "Implementasi Statcom Untuk Meningkatkan Kestabilan Tegangan Pada Sistem 150Kv Pt . Pln Sulselbar ( Sulawesi Selatan Dan," 2019.
[5] I Made Agus Mahardiananta, Putu Aries Ridhana Arimbawa, and Dewa Ayu Sri Santiari, "Perhitungan Drop Tegangan Sistem Distribusi Menggunakan Metode Aliran Daya," J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer), vol. 3, no. 1, pp. 13–18, 2020, doi: 10.31598/jurnalresistor.v3i1.453.
[6] O. Penangsang and A. Soeprijanto, "Analisis Aliran Daya Harmonisa Dengan Metode Z BR Pada Sistem Distribusi Tiga Fasa Weakly Meshed," pp. 1–6.
[7] O. Zebua and N. Soedjarwanto, "Monitoring Stabilitas Tegangan Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah," vol. 02, no. 01, pp. 69–72, 2018.
[8] R. Kurniawan, S. Hani, and D. S. Kristiyana, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Di PT. Kirana Megatara Menggunakan Software Electric Transient and Analysis Program (ETAP) 12.6," J. Elektr., vol. 6, pp. 62–69, 2019.
[9] S. M. Rachman, M. B. Nappu, and A. Arief, "Penempatan Photovoltaic yang Optimal Menggunakan Metode Continuation Power Flow," vol. 21, no. 1, 2017, doi: 10.25042/jpe.052017.10.
[10] A. M. Syafar, Penentuan Nilai Eigen Pada Voltage Collapse Saluran Transmisi 150 Kv Dengan Modal Analysis.
[11] Riny Sulistyowati, Dedet Candra Riawan, Mochamad Ashari, Clustering Based Optimal Sizing and Placement of PV-DG Using Neural Network, American Scientific Publishers, 2017.
[12] Riny Sulistyowati, RS Wibowo, DC Riawan, M Ashari, Optimum Placement of Measurement Devices on Distribution Networks using Integer Linear K-Means Clustering Method, PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY 96 (10), 2020.