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 II - Surabaya, 26 Maret 2022
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2022.2758

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

PENEMPATAN OPTIMAL PMU (*PHASOR MEASUREMENT UNITS*) PADA JARINGAN DISTRIBUSI SURABAYA SELATAN

Riny Sulistyowati[1], Mochamad Ali Fichan Baihaqi[2]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail:riny.971073@itats.ac.id

ABSTRACT

The Phasor Measurement Unit or better known by its abbreviation, PMU, is a monitoring tool that is usually used to measure the phasor of Voltage and phasor of Current in an electric power system. Besides being used as monitoring, the PMU can also be used as protection or for control in an electric power system. And the operation of the PMU itself is real-time , based. So in this final project, the author will discuss optimizing the use and placement of PMUs using the K-Means Cluster method, the calculation using Microsoft Excel. In this study, the test data for the South Surabaya feeder (Bendul Merisi Feeder) consisted of 12 buses. from the results of the cluster obtained 3 clusters in cluster 1 include buses 2, 3 and 4 with bus centers 2, cluster 2 includes buses 5, 6, 7, and 8 with bus centers 6 and cluster 3 includes buses 9,10, and 11 with centers bus 10. The K-Means method can reduce the number of PMUs up to 27%.

Keywords : K-Means Cluster, Optimal Placement of PMU, Phasor Measurement Unit (PMU)

ABSTRAK

Phasor Measurement Unit atau yang lebih dikenal dengan singkatanya yaitu PMU, adalah sebuah alat *monitoring* yang biasanya digunakan untuk mengukur fasor dari Tegangan dan fasor Arus pada suatu sistem tenaga listrik. Selain digunakan sebagai *monitoring*, PMU juga bisa digunakan sebagai proteksi maupun untuk kontrol pada suatu sistem tenaga listrik. Dan pengoperasian dari PMU sendiri berbasis *real-time*. Maka dalam tugas akhir kali ini penulis akan membahas tentang pengoptimalan penggunaan dan penempatan PMU dengan menggunakan metode *K-Means Cluster* perhitunganya menggunaka *Microsoft Excel*. Pada penelitian ini menggunakan data uji penyulang Surabaya Selatan (Penyulang Bendul Merisi) terdiri dari 12 bus.Dari 11 PMU yang seharusnya di pasang sensor hanya di butuhkan 3 sensor saja, sehingga Dengan metode K-Means dapat mereduksi jumlah PMU hingga 27%. Tiga *cluster* tersebut , untuk *cluster* 1 meliputi bus 2, 3 dan 4

dengan pusat bus 2, *cluster* 2 meliputi bus 5, 6, 7, dan 8 dengan pusat bus 6 dan *cluster* 3 meliputi bus 9,10, dan 11 dengan pusat bus 10.

Kata kunci: *K-Means Cluster*, Penempatan Optimal PMU, *Phasor Measurement Unit (PMU)*

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan dan pengoperasian jaringan distribusi sistem tenaga listrik diperlukan pengoptimalan di dalam sistem tersebut. Kerap kali, dalam jaringan distribusi tenaga listrik ada 3 faktor yang harus di optimalkan yaitu: meminimalkan rugi daya, minimalisasi biaya investasi, dan meningkatkan keandalan dari sistem tersebut[1].

Maka dari itu PMU *(Phasor Measurement Unit)* sangat berperan dalam observasi suatu jaringan listrik, untuk mengetahui fasor pada suatu bus. Hal tersebut dapat di penuhi dengan *state estimator* yang pengukuranya yang pada dasarnya pengukuran diperoleh dari RTU *(Remote Terminal Unit)* di berbagai gardu induk. Tetapi dengan harga yang relatif mahal membuat biaya yang membengkak di bagian investasi, dengan dipakainya PMU di setiap bus menjadikanya tidak optimal sama sekali. Maka dari itu pengoptimalan dalam penempatan PMU sangat diperlukan, untuk meminimalisir jumlah PMU yang di gunakan tapi masih tetap dapat terobservasi.
Penelitian ini diterapkan pada sistem jaringan distribusi Surabaya selatan, lebih tepatnya pada penyulang brawijaya dan bendul merisi. Untuk pengoptimalan tersebut akan digunakan metode *K-Means Clustering*[2]

Penggalian informasi pada sebuah data yang berukuran besar (mempunyai jumlah record dan jumlah field yang cukup banyak) tidak dapat dilakukan dengan mudah. Teknologi data mining merupakan salah satu alat bantu untuk penggalian data pada basis data berukuran besar dan dengan spesifikasi tingkat kerumitan yang telah banyak digunakan pada banyak domain aplikasi seperti perbankan maupun bidang telekomunikasi. Klasifikasi setiap data berdasarkan kedekatannya dengan centroid. Lakukan langkah tersebut sampai nilai centroid tidak berubah (stabil).

Untuk penelitian kali ini akan di terapkan pada jaringan distribusi Surabaya Selatan pada penyulang Bendul Merisi, yang mana pada penyulang Bendul Merisi terdapat 11 bus yang harus diobservasi semua dan belum terpasang PMU. Tetapi akan dilakukan peminimalisasian terhadap jumlah PMU yang digunakan.[3,4]

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yunan Helmy Amrulloh, Rony Seto Wibowo, dan Sjamsjul Anam dalam jurnalnya yang berjudul "Penempatan Optimal Phasor Measurement Unit (PMU) dengan Integer Programming" menyatakan bahwa Sebuah PMU akan mampu menjadikan bus yang terpasang PMU dan bus yang terhubung menjadi terobservasi. Tujuan dari penempatan optimal PMU dalam suatu sistem tenaga listrik adalah untuk mendapatkan jumlah PMU paling sedikit tetapi sistem masih dapat terobservasi dengan baik[5,6,7,8]

Dalam penyaluran tenaga listrik dimulai dari pembangkit yang mengubah dari energi mekanik menjadi energi listrik dan kemudian akan terlebih dahulu dinaikkan tegangannya dengan tujuan agar losses yang di dapat tidak terlalu besar.

Studi aliran merupakan penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya aktif dan daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik jaringan listrik yang sedang beroperasi maupun yang sedang di rencanakan. Studi aliran daya pada hal ini akan menggunakan ETAP dengan menggunakan metode *Newton Raphson*[9,10].

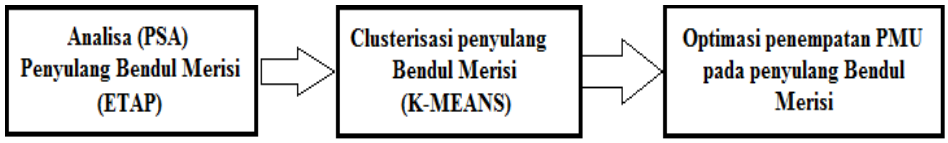
Untuk menentukan tegangan pada metode *Newton Raphson*, *slack bus* diabaikan dari perhitungan iterasi, karena besar nilai dan sudut dari tegangan pada *slack* bus itu sudah ditentukan.

PMU atau *Phasor Measurement Unit* adalah suatu teknologi yang menjadikan sistem tenaga listrik memiliki peralatan pengukur fasor yang selaras dan diperbaharui secara terus menerus (*real-time*).

Penelitian ini menggunakan teknik klastering dengan K-Means yang memiliki ciri khas sebuah algoritma untuk mengklasifikasikan atau mengelompokkan objek berdasarkan pada atribut

atau fitur -nya ke dalam kelompok angka yang di sebut sebagai variabel ‘K’ (K adalah bilangan bulat bernilai positif)

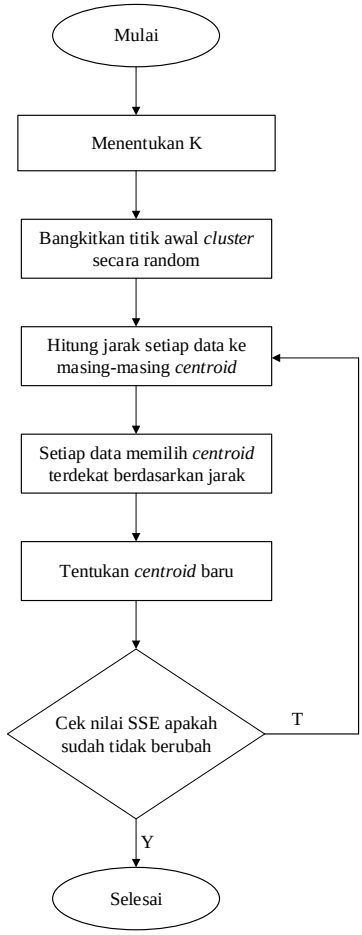
METODE PENELITIAN



Gambar 1. Blok Diagram Metodologi Penelitian

Gambar dari blok diagram di atas adalah gambaran dari seluruh penelitian yang akan di lakukan. Dan perangkat lunak (*software*) yang akan di gunakan adalah ETAP dan juga M-Excel.

Untuk data penyulang yang didapat dari PLN adalah penyulang Bendul Merisi, berpusat pada GI Wonokromo dan bertempat pada jaringan distribusi Surabaya selatan. Jaringan distribusi pada Bendul Merisi menggunakan tipe jaringan radial, dimana dari sumber langsung dialirkan lurus terhadap beban, sama dengan jaringan distribusi pada penyulang lain secara umum.



Gambar 2 *Flow Chart K-Means Clustering*

Penjelasan Algoritma *K Mean :*

1. Untuk pertama pada data dilakukan penentuan pusat/*center* dari data tersebut secara acak.
2. Menghitung jarak masing-masing data ke setiap pusat kelompok (*center cluster*).
3. Menentukan jarak terdekat data terhadap pusat kelompok 1, 2, atau 3. Itulah yang menentukan data tersebut akan masuk ke dalam kelompok 1, 2 atau 3.
4. Setelah data telah terkelompok, maka dicari rata-rata dari masing masing kelompok dengan menjumlahkan semua data yang ada di kelompok tersebut kemudian membaginya.
5. Lalu dilakukan perhitungan nilai SSE (*SUM Squared Error*), yakni jumlah dari jarak yang paling minimum dari semua data.
6. Lakukan *iterasi*/pengulangan dan dilakukan dari langkah 3-5 dengan mengganti pusat kelompok dengan pusat yang baru didapat.

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 1 analisa penelitian akan diawali dengan analisa pada ETAP pada penyulang Bendul merisi. Dalam analisa ETAP digunakan metode untuk analisan aliran daya adalah Newton Raphson. *Kmeans Cluster* adalah sebuah metode pengelompokan dari bermacam-macam data untuk menjadi beberapa kelompok yang memiliki karaketeristik sama.

Metode yang disebut OPP (Optimal PMU Placement), yang mana metode tersebut adalah mengubah single line diagram suatu penyulang menjadi *binary matrix*, pengkondisianya adalah. Apabila terdapat koneksi antara bus atau pada dirinya sendiri maka mendapat nilai 1 dan jika tidak ada koneksi maka mendapat nilai 0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sub bab ini akan dilakukan peletakan PMU secara random dan untuk mengetahui apakah hasil sebelumnya memang sudah optimal. Setelah dilakukan pengoptimalan pada penempatan PMU dengan menggunakan matriks konektifitas sebagai acuan maka hasil yang didapat di tunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data awal Bus Bedul Merisi

Bendul Merisi			
Bus	**Tegangan**	**Arus**	**Impedansi**
2	19913	22.2	0.07861
3	19910	6.2	0.05553
4	19862	15.6	0.19424
5	19818	15.6	0.09788
6	19781	10.9	0.23836
7	19771	24	0.39681
8	19768	10.3	0.2776
9	19739	16.2	0.04869
10	19727	16.2	0.13845
11	19721	13.2	0.27005

Selanjutnya dengan metode K Means , maka di dapatkan hasil pada bus 2,3 dan 4 di wakili oleh 1 PMU yang di pasang di bus 2. Untuk bus 5,6,7,8 diwakili oleh 1 PMU di bus 6. Sedangkan untuk bus 9,10 dan 11 di wakili olen 1 PMU pada bus 10.Dan hasilnya di tunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penempatan PMU Berdasarkan Konektifitas

Bus ke-	**Terobservasi Oleh PMU Pada Bus ke-**
2,3 dan 4	2
5,6,7 dan 8	6
9,10 dan 11	10

Selanjutnya pengujian juga di lakukan secara acak (random) untuk letak busnya . Untuk prosesnya di tunjukkan pada Tabel 3 dan 4. Selanjutnya pada tabel kedua adalah final dari peletakan PMU.

Tabel 3 adalah hasil yang didapat dari peletakan PMU secara random

Tabel 3. Peletakan PMU Secara Random Ke -1

Bus ke-	Terobservasi Oleh PMU Pada Bus ke-
2 dan 3	3
4	-
5	-
6 dan 7	7
8	-
9 dan 10	9
11	-

Tabel 4 Peletakan PMU Secara Random Ke -2

Bus ke-	Terobservasi Oleh PMU Pada Bus ke-
2 dan 4	4
3	-
5 dan 6	5
7	-
8	-
9	-
10 dan 11	11

Dari Tabel 3 dan 4 dmenunjukkan bahwa penempatan dengan memperhitungkan konektifitas pada tiap bus lebih optimal karena semua bus sudah terobservasi, dibandingkan dengan peletakan secara random yang menyisakan beberapa bus yang tidak terobservasi.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa serta perhitungan terhadap metode *K-Means Cluster* untuk penempatan PMU (*Phasor Measurement Unit*) didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Jumlah PMU yang digunakan adalah sebanyak 3 buah PMU diletakkan pada Bus 2, Bus 6 dan Bus 10.
2. Untuk pengelompokan atau cluster yang berdasarkan tegangan arus serta impedansi pada langkah awal didapatkan hasil yang cukup memuaskan, dengan jumlah kelompok yang relatif sedikit dan karakteristik dari data sangat mendekat dari data terhadap pusat *cluster*.
3. Jumlah PMU yang dihasilkan untuk tiap penyulang juga berkurang sekitar 27% dari jumlah seluruh Bus yaitu (3/11) x 100% = 27%. Dengan begitu dapat mengurangi biaya penggunaan PMU setengah dari sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ali Supriadi, "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan *Software* ETAP ", Forum Teknologi, Vol.06, No. 3.

[2] Grigoras G, Catrina G dan Gavrilas M.,"*Using of Clustering Techniques in Optimal Placement of Phasor Measurement Units*". *International Conference of Electric Power System, Proceedeings of the 9th* WSEAS/IASME,Jan 2009.

[3] Riny Sulistyowati, Dedet Candra Riawan, Mochamad Ashari, 2017, Clustering Based Optimal Sizing and Placement of PV-DG Using Neural Network, Advanced Science Letters, Volume 23, Number 3, March 2017, pp. 2373-2375(3).
[4] Riny Sulistyowati, Rony Seto Wibowo, Dedet Candra Riawan, M. AShari, 2020, Optimum Placement of Measurement Devices on Distribution Networks using Integer Linear K-Means Clustering Method, PRZEGLAD ELEKTROTECHNICZNY.
[5] K. Deebiga dan A. Raqib Husain.,"*Optimal Placement of Phasor Measurement Unit for Better Power System Observability*". TELEKOMNIKA Indonesia Journal of Electrical Engineering, Vol.14, No. 2,May 2015.
[6] Yunan H. A, Roni S. W dan Anam S.,"Penempatan Optimal *Phasor Measurement Unit* (PMU) Dengan *Integer Programming*". JURNAL TEKNIK POMITS Vol.2, No.2, 2013.
[7] Hadi Saadat,"*Power System Analysis*", McGraw-Hill Inc, 1999
[8] John J. Grainger, Willian D. Stevenson, Jr.,"*Power System Analysis*", McGraw-Hill Inc, 1994.
[9] Sulasno, Ir."*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*",Semarang: Satya Wacana, 1993.
[10] Sulasno, Ir. "Analisis Sistem Tenaga",Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 1993.