

Aplikasi Algoritma Floyd-Warshall untuk Mengoptimalkan Distribusi Listrik di PLN Kota Gorontalo

Susanti Usman^{1*)}, Ifan Wiranto², Nurwan³

^{1,3} Program Studi Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango 96119, Indonesia

² Program Studi Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango 96119, Indonesia

Info Artikel

*Penulis Korespondensi.

Email:

susantiusman15@gmail.com

Submit: 2 Februari 2022

Direvisi: 1 Maret 2022

Disetujui: 14 Maret 2022

Copyright ©2022 by Author(s).

Diterbitkan oleh:

Scimadly Publishing

Under the licence CC BY-SA 4.0

Abstrak

Pada penelitian membahas penerapan algoritma Floyd-Warshall dan algoritma Floyd-Warshall plus dalam pengoptimalan rute jaringan distribusi listrik di Kota Gorontalo. Pengoptimalan rute diawali dengan merepresentasikan tiang listrik dan panjang kabel kedalam graf. Graf yang digunakan adalah graf berbobot dengan jalan (terkait dengan panjang kabel) direpresentasikan sebagai sisi yang berbobot dan tiang listrik direpresentasikan sebagai titik. Graf ini terdiri dari himpunan tiang listrik yang berjumlah 40 titik dan himpunan jalan (panjang kabel) yang berjumlah 46 sisi. Hasil penelitian diperoleh lintasan terpendek jaringan distribusi listrik adalah $V_1, V_2, V_7, V_{11}, V_{12}, V_{21}, V_{22}, V_{23}, V_{24}, V_{25}, V_{34}, V_{40}$ dan panjang jaringan kabel minimum sebesar 9.040 m.

Kata Kunci: Rute Optimal; Distribusi Listrik; Algoritma Floyd-Warshall

Abstract

This research deals with the application of the Floyd-Warshall algorithm and Floyd-Warshall plus in the optimization of electricity distribution network routes in Gorontalo City. The route optimization begins by representing the power poles and cable lengths into a graph. The graph used is a weighted graph where the road (related to the length of the cable) is represented as a weighted side and the electric pole is represented as a point. This graph consists of a set of electric poles totalling 40 points and a set of roads (cable lengths) totalling 46 sides. The results showed that the shortest path of the electricity distribution network is $V_1, V_2, V_7, V_{11}, V_{12}, V_{21}, V_{22}, V_{23}, V_{24}, V_{25}, V_{34}, V_{40}$ and the minimum cable network length is 9,040 m.

Keywords: Optimal Route; Electrical Distribution; Floyd-Warshall Algorithm

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari. Salah satu konsep matematika terapan yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari adalah konsep teori graf [1][2]. Secara umum teori graf adalah suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat [3]. Dalam kehidupan sehari-hari graf digunakan untuk menggambarkan berbagai struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Graf memuat obyek titik dan obyek garis yang menghubungkan titik. Properti penting yang dimiliki oleh graf adalah arah dan bobot pada garis. Garis dapat berarah atau tidak berarah. Pada garis tidak berarah digunakan untuk menyatakan hubungan antar obyek yang tidak mementingkan urutan [4]. Graf berbobot adalah graf yang pada setiap garis diberi sebuah harga (bobot). Bobot dapat menyatakan jarak antara dua buah kota, biaya perjalanan, waktu tempuh yang dibutuhkan, dan sebagainya, menyesuaikan masalah yang dimodelkan oleh graf.

Selain itu, model lain yang juga banyak dikembangkan adalah model analisis jaringan. Jaringan merupakan suatu istilah yang sudah dikenal luas dalam kehidupan sehari-hari. Jaringan kerja muncul pada sejumlah perencanaan dan dalam berbagai bidang. Jaringan transportasi, listrik, dan komunikasi merupakan sesuatu yang kita jumpai sehari-hari. Persoalan jaringan dapat di bagi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu: (a) persoalan lintasan terpendek (shortest path); (b) persoalan minimasi jaringan atau pohon rentang minimum (minimum spanning tree); dan (c) persoalan aliran maksimum (maximal flow) [5]. Perusahaan Listrik Negara (PLN) memiliki kepentingan terhadap persoalan jaringan ini yaitu persoalan lintasan terpendek dan persoalan pohon rentang minimum [6]. Dalam penentuan lintasan terpendek ada beberapa metode algoritma yang bisa diterapkan seperti Dijkstra [5][7], Bellman-Ford [8], Floyd-Warshall [9], dan lain sebagainya. Dalam menemukan lintasan terpendek algoritma Dijkstra lebih cepat, namun algoritma Dijkstra yang menerapkan prinsip greedy tidak selalu berhasil memberikan solusi optimum untuk kasus penentuan lintasan terpendek, karena algoritma Dijkstra hanya memikirkan solusi terbaik yang akan diambil pada setiap langkah tanpa memikirkan konsekuensi ke depan serta algoritma Dijkstra tidak dapat menangani sisi graf berbobot negatif. Adapun pada algoritma Bellman-Ford dapat menangani masalah lintasan terpendek pada sisi graf berbobot negatif, namun membutuhkan waktu yang lebih lama. Pada algoritma Floyd-Warshall yang menggunakan program dinamis lebih menjamin keberhasilan dalam penentuan solusi minimum karena algoritma ini dapat membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua simpul yang dilewati.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini solusi yang digunakan untuk menyelesaikan kasus penentuan lintasan terpendek diselesaikan dengan menerapkan algoritma Floyd-Warshall. Memperhatikan bahwa algoritma Floyd Warshall menghasilkan lintasan terpendek dari suatu simpul ke semua simpul disekitarnya, maka dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan dari algoritma Floyd-Warshall sehingga dapat menyelesaikan persoalan pohon perentang minimum. Algoritma ini diharapkan dapat menyelesaikan dua persoalan yaitu persoalan lintasan terpendek dan persoalan pohon perentang minimum. Algoritma ini akan diuji untuk sebagian jaringan listrik PLN Kota Gorontalo.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan algoritma berbasis algoritma floyd-warshall untuk penyelesaian masalah pohon rentang minimum dan menerapkan algoritma ini pada sebagian jaringan distribusi PLN Kota Gorontalo. Menemukan solusi optimal dari permasalahan tersebut dilakukan menggunakan program komputer atau software MATLAB. Tahapan dan prosedur penelitian sebagai berikut:

- 1) Identifikasi masalah
- 2) Pengumpulan data dan informasi yang relevan dengan masalah yang dihadapi
- 3) Input Titik, Sisi (Bobot)
- 4) Pencarian manual dan Aplikasi MATLAB dalam menentukan lintasan terpendek menggunakan algoritma Floyd-Warshall.
- 5) Pencarian pohon rentang minimum menggunakan Algoritma floyd-warshall plus
- 6) Interpretasi Solusi dan Simpulan

2.1 Algoritma Floyd-Warshall

- 1) Membuat tabel matriks jarak setiap titik.
- 2) Membuat tabel matriks yang ingin dilewati.
- 3) Jika hasil penjumlahan d_{ik} dan d_{kj} lebih kecil dari d_{ij} , maka ganti nilai d_{ij} menjadi $d_{ij} = d_{ik} + d_{kj}$.
- 4) Lakukan berulang sampai sebanyak verteksnya.
- 5) Menentukan jarak terpendek dari hasil perhitungan dengan:

$$d_{ij}^k = \begin{cases} w_{ij}, & \text{if } k = 0 \\ \min(d_{ik}^{k-1} + d_{kj}^{k-1}, d_{ij}^{k-1}), & \text{if } k \geq 1 \end{cases}$$

dimana :

d_{ik} : Nilai titik awal

d_{kj} : Nilai titik tujuan

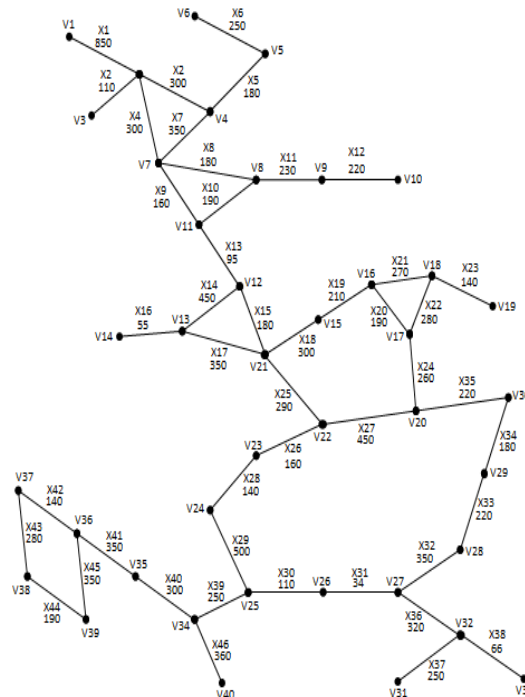
d_{ij} : Nilai jarak sebenarnya

2.2 Algoritma Floyd-Warshall Plus

- 1) Buat matriks $[d_{ij}]$ yaitu matriks lintasan terpendek menggunakan Algoritma floyd-warshall
- 2) Buat matriks $[s_{ij}]$ dan s_{ij} adalah jumlah verteks yang dilewati oleh lintasan d_{ij}
- 3) Buat matriks $[b_{ij}]$, dimana $b_{ij} = \frac{d_{ij}}{s_{ij}}$
- 4) Berdasarkan matriks $[b_{ij}]$ dan $[d_{ij}]$. Mulailah membuat lintasan dimulai dengan bobot b_{ij} terkecil yang berpadanan dengan lintasan d_{ij}
- 5) Ulangi langkah 4, untuk bobot yang lebih besar satu tingkat dari bobot b_{ij} sebelumnya. Jika terjadi loop, hapus sisi terpanjang dari loop tersebut hingga tak terbentuk loop lagi.
- 6) Hentikan langkah 5 jika semua simpul sudah terhubung.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini membahas mengenai hasil penelitian dengan data yang diperoleh dari PLN Kota Gorontalo. Data direpresentasikan kedalam graf berbobot yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tiang Distribusi dan jaraknya

3.1 Analisis Lintasan Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall (Manual)

Untuk menentukan lintasan terpendek dari $V_1 - V_{40}$ dengan menggunakan algoritma floyd-warshall diperoleh iterasi ke-40.


```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

iterasi ke 40 adalah

matrilke_gsal =

Columns 1 through 11

    0    850    960    1150    1330    1500    1150    1330    1560    1700    1910
    850     0    110    300    480    730    300    480    710    930    1160
    960    110     0    410    590    840    410    590    820    1040    1270
    1150    300    410     0    180    430    350    530    760    980    1210
    1330    480    590    180     0    250    530    710    940    1160    1390
    1500    730    840    430    250     0    780    960    1190    1410    1640
    1150    300    410    380    530    780     0    180    410    630    860
    1330    480    590    530    710    960    180     0    230    450    680
    1560    710    820    760    940    1180    410    230     0    220    420
    1700    930    1040    880    1160    1410    630    450    220     0    440
    1910    1160    1270    1010    1290    1540    860    630    420    200     0
    1405    555    665    605    785    1035    255    285    515    735    955
    1555    1005    1115    1055    1235    1485    705    735    965    1185    1405
    1910    1060    1170    1110    1290    1540    760    790    1020    1240    1460
    1885    1035    1145    1085    1265    1515    735    765    995    1215    1435
    1885    1035    1145    1085    1265    1515    735    765    995    1215    1435
    2075    1225    1335    1275    1455    1705    925    955    1185    1405    1625
    2155    1305    1415    1355    1535    1785    1005    1035    1265    1485    1705
    2295    1445    1555    1495    1675    1925    1145    1175    1405    1625    1845

```

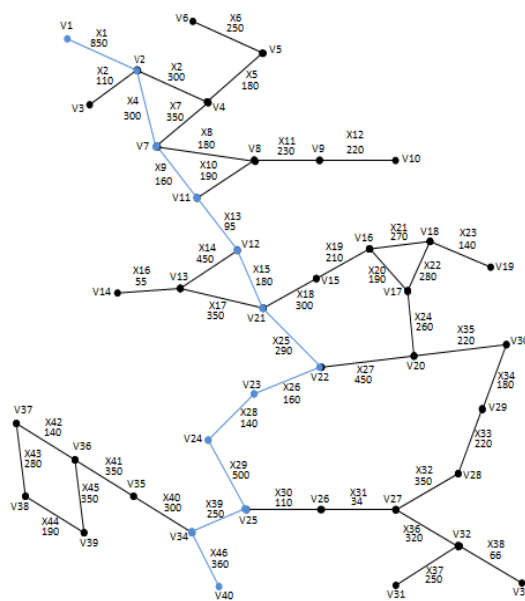
```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

1885    1035    1145    1085    1265    1515    735    765    995    1215    1435
2075    1225    1335    1275    1455    1705    925    955    1185    1405    1625
2155    1305    1415    1355    1535    1785    1005    1035    1265    1485    1705
2295    1445    1555    1495    1675    1925    1145    1175    1405    1625    1845
2325    1475    1585    1525    1705    1955    1175    1205    1435    1655    1875
1585    735    845    785    965    1215    435    465    695    915    1135
1875    1025    1135    1075    1255    1505    725    755    985    1205    1425
2035    1185    1295    1235    1415    1665    885    915    1145    1365    1585
2175    1325    1435    1375    1555    1805    1025    1055    1285    1505    1725
2675    1825    1935    1875    2055    2305    1525    1555    1785    2005    2225
2785    1935    2045    1985    2165    2415    1635    1665    1895    2115    2335
2819    1969    2079    2019    2199    2449    1669    1699    1929    2149    2369
2945    2095    2205    2145    2325    2575    1785    1825    2055    2275    2495
2725    1875    1985    1925    2105    2355    1575    1605    1835    2055    2275
2545    1695    1805    1745    1925    2175    1395    1425    1655    1875    2095
3389    2539    2649    2589    2769    3019    2239    2269    2499    2719    2939
3139    2289    2399    2339    2519    2769    1989    2019    2249    2469    2689
3205    2355    2465    2405    2585    2835    2055    2085    2315    2535    2755
2520    2075    2185    2125    2305    2555    1775    1805    2035    2255    2475
3225    2375    2485    2425    2605    2855    2075    2105    2335    2555    2775
3575    2725    2835    2775    2955    3205    2425    2455    2685    2905    3125
3715    2865    2975    2915    3095    3345    2565    2595    2825    3045    3265
3885    3145    3255    3195    3375    3625    2845    2875    3105    3325    3545
3825    3075    3185    3125    3305    3555    2775    2805    3035    3255    3475
3285    2495    2605    2545    2725    2975    2155    2185    2415    2635    2855

```

Dari iterasi ke-40 terlihat bahwa titik $V_1 - V_{40}$ adalah 3285 m sama dengan hasil lintasan terpendek manual sehingga diperoleh sebuah lintasan terpendek dengan panjang 3285 m dengan lintasan $V_1, V_2, V_7, V_{11}, V_{12}, V_{21}, V_{22}, V_{23}, V_{24}, V_{25}, V_{34}, V_{40}$



Gambar 3. Lintasan Terpendek (Matlab) dari $V_1 - V_{40}$ (warna biru)

3.3 Analisis Minimum Spanning Tree dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall Plus

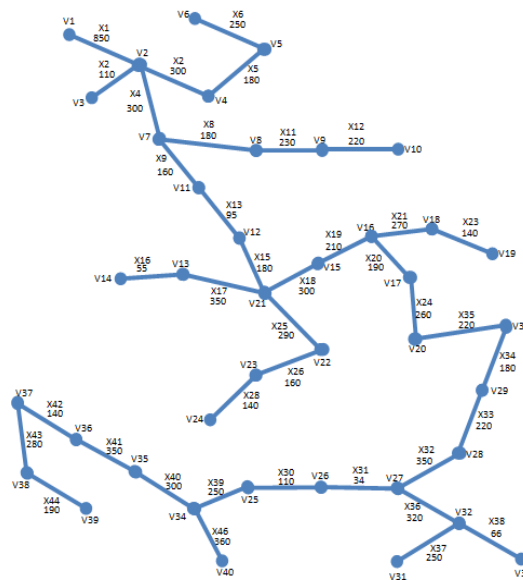
Pohon rentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) masalahnya hampir sama dengan masalah lintasan terpendek (*Shortest route*), akan tetapi tujuannya untuk menghubungkan seluruh titik dalam jaringan sehingga total panjang cabang tersebut dapat diminimisasi.

Langkah pertama yang membuat matriks $[d_{ij}]$ yaitu matriks lintasan terpendek menggunakan algoritma floyd-warshall

Langkah kedua, membuat matriks $[s_{ij}]$, dimana s_{ij} adalah jumlah verteks yang dilewati oleh lintasan d_{ij}

Langkah ketiga, membuat matriks $[b_{ij}]$, dimana $b_{ij} = \frac{d_{ij}}{s_{ij}}$

Selanjutnya didapatkan pohon rentang minimum dengan hasil iterasi semua titik terhubung.



Gambar 4. Pohon rentang minimum

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, maka diperoleh pohon rentang minimum dengan menggunakan algoritma Floyd-warshall plus, diperoleh bobot pohon rentang minimal di graf G adalah 9.040 m. Dari graf awal dengan 40 titik dan 46 sisi, setelah diperoleh pohon rentang minimalnya diperoleh 40 titik dan 39 sisi. Dalam menentukan lintasan terpendek banyak metode yang dapat digunakan, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lain.

Referensi

- [1] J. Siang, "Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer Yogyakarta", Yogyakarta: Andi, 2014.
- [2] S. Mardiyono, "Matematika Diskret", Yogyakarta, IKIP Yokyakarta, 1996.
- [3] G. Chartrand and L. Lesnia, "Grhaps And Digrhaps, 6rd Edition", Chapman And Hall/CRC, London, 2016
- [4] T. Harju, "Graph Theory", Finland, 2012.
- [5] Z. Prasetyo, "Penerapan Algoritma Djikstra untuk Perutean Adaptif pada Jaringan Pendistribusian Air PDAM dikabupaten Demak", Semarang, Universitas negeri Semarang, 2013.
- [6] H. Ulfiana, "Optimasi Jaringan listrik dengan algoritma prim dan aplikasi program matlab", Semarang, Universitas Negeri Semarang, 2009.
- [7] D. Salaki, "Penentuan lintasan terpendek dari FMIPA ke Rektorat dan Fakultas lain di UNSRAT Manado menggunakan Algoritma Djikstra", Manado, Universitas Sam Ratulangi, 2011.
- [8] F. Uzzy dan M. Rofiq, "Penentuan Lintasan Terpendek Menuju Café di kota Malang Menggunakan Metode Bellman-Ford dengan Location Based Service Berbasis Android", Malang, 2014.
- [9] D. Novandi, "Perbandingan Algoritma Djikstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam penentuan lintasan terpendek (*Single Pair Shortest Path*)", Bandung, Institut Teknologi Bandung, 2007.
- [10] T. Cormen, et.al, "Introduction to Algorithm Third Edition", Massachusetts, 2009.
- [11] R. Munir, "Matematika Diskrit", Bandung, Institut Teknologi Bandung, 2012.
- [12] R. Sedgewick and K. Wayne, 2014 "An Introduction to The Analysis of Algorithms, Second Edition", 2014.