

Algoritma Prim dalam Penentuan Lintasan Terpendek dan Lintasan Tercepat pada Pendistribusian Logistik Bulog Jawa Barat

Anie Lusiani*¹, Euis Sartika², Endang Habinuddin³, Agus Binarto⁴, Irfani Azis⁵

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail: anie.lusiani@polban.ac.id

² Jurusan Administrasi Niaga, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail: euis.sartika@polban.ac.id

³ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail: endang.habinuddin@polban.ac.id

⁴ Jurusan Teknik Listrik, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail: agus.binarto@polban.ac.id

⁵ Jurusan Matematika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan 15417

E-mail: dosen02639@unpam.ac.id

ABSTRAK

Algoritma Prim merupakan salah satu algoritma yang banyak digunakan untuk menentukan lintasan dengan total bobot minimum dalam permasalahan jaringan komputer, komunikasi, dan transportasi. Permasalahan jaringan yang telah dikaji baik menggunakan Algoritma Prim maupun algoritma lainnya, antara lain optimalisasi jaringan dalam pendistribusian air bersih dan optimalisasi jaringan kabel fiber optik dalam sebuah instansi. Dalam artikel ini akan ditentukan lintasan terpendek dan lintasan tercepat dalam pendistribusian logistik oleh Bulog wilayah Jawa Barat dengan menggunakan Algoritma Prim. Data dan informasi yang mencakup semua lintasan yang menghubungkan gudang-gudang Bulog, diperoleh secara langsung dari kantor Bulog wilayah Jawa Barat dan melalui aplikasi *googlemaps* di masa Pandemi Covid-19. Data ini digunakan untuk membangun model awal berupa graf berbobot terhubung. Dengan menggunakan Algoritma Prim, dilakukan optimalisasi model lintasan, sehingga diperoleh minimum spanning tree. Berdasarkan minimum spanning tree ini diperoleh lintasan terpendek dan lintasan tercepat dari Gudang Cibitung Bekasi ke Gudang Bojong Cianjur berturut-turut 85,5 km dan 2 jam 34 menit.

Kata Kunci

Algoritma Prim, minimum spanning tree, lintasan terpendek, lintasan tercepat, Bulog

1. PENDAHULUAN

Pengembangan teori graf dari sisi penerapan yang umum dilakukan adalah pada penentuan lintasan terpendek. Namun, kesibukan atau kepadatan sebuah lintasan akan menyebabkan perlunya penentuan lintasan tercepat. Algoritma Prim merupakan salah satu algoritma yang digunakan pada penentuan lintasan berbobot minimum dalam permasalahan jaringan komputer, jaringan komunikasi, ataupun jaringan transportasi. Bobot ini dapat berupa biaya, jarak, ataupun waktu yang dibutuhkan ketika melalui lintasan tersebut. Dengan demikian, Algoritma Prim dapat digunakan dalam pengembangan teori graf baik pada penentuan lintasan terpendek maupun lintasan tercepat di jaringan transportasi pendistribusian logistik.

Bagi sebuah perusahaan, pengelolaan jaringan pendistribusian yang baik merupakan keunggulan kompetitif yang penting. Kemampuan pengelolaan distribusi yang kurang optimal akan berdampak besar pada semua aspek [1], terutama aspek ketepatan waktu dalam pendistribusian. Perum Bulog adalah perusahaan umum milik negara di bidang logistik pangan yang salah satu tugasnya melakukan pendistribusian logistik. Bulog harus memperhatikan masalah pengelolaan

jaringan pendistribusian dengan baik. Permasalahan yang terjadi saat ini adalah terhambatnya pendistribusian logistik karena kemacetan jalan di beberapa daerah, sehingga berdampak pada keterlambatan pemenuhan kebutuhan logistik. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk mengatasi keterlambatan pendistribusian logistik tersebut. Salah satunya adalah dengan menentukan lintasan terpendek dan lintasan tercepat pada pendistribusian logistik dengan menggunakan Algoritma Prim.

Algoritma Prim dikembangkan oleh Robert Clay Prim pada tahun 1957 untuk menentukan pohon merentang minimum dari graf berbobot terhubung [2]. Pohon merentang minimum adalah pohon merentang yang berbobot minimum diantara semua pohon merentang dari graf berbobot terhubung tersebut. Graf berbobot terhubung merupakan model yang dibangun dari representasi lintasan yang ada pada jaringan. Penggunaan graf yang lebih luas sebagai model pada sebuah permasalahan tidak hanya dalam penentuan lintasan terpendek dan lintasan tercepat. Graf juga digunakan sebagai model pada masalah kemacetan lalu lintas, antara lain penentuan waktu tunggu dalam mengatasi kemacetan di persimpangan jalan Tol-Pasteur

Bandung [3] dan persimpangan jalan Kaligarang Semarang [4].

Kajian dalam permasalahan jaringan yang memuat lintasan dengan total bobot minimum telah banyak dilakukan, baik menggunakan Algoritma Prim maupun algoritma lainnya. Simulasi dalam memperoleh graf pohon rentang berbobot minimum telah dilakukan dengan menggunakan Algoritma Prim dan Algoritma Kruskal [5]. Pada tahun 2013 dan 2014, Algoritma Prim dan algoritma lainnya telah diterapkan pada jaringan pendistribusian air PDAM di kabupaten Demak [6] dan di Semarang Utara [7]. Secara teoritis, Algoritma Prim telah dibandingkan dengan Algoritma Floyd-Warshall dalam penentuan lintasan terpendek pada tahun 2018 [8]. Selanjutnya, Algoritma Prim juga telah digunakan untuk optimalisasi dalam pemasangan jaringan kabel fiber optic di kampus ITERA [9]. Dalam artikel ini akan ditentukan lintasan terpendek dan lintasan tercepat dalam pendistribusian logistik oleh BULOG wilayah Jawa Barat dengan menggunakan Algoritma Prim.

2. METODE

Model yang akan dikaji merupakan model pada analisa kasus pendistribusian logistik Bulog, yaitu pendistribusian logistik yang dilakukan oleh Perum Bulog Divisi regional (Divre) Jawa Barat dari satu gudang Bulog di satu daerah ke gudang Bulog daerah lainnya. Dalam artikel ini analisa dikhususkan pada perjalanan pendistribusian logistik dari Gudang Bulog Cibitung, jalan Imam Bonjol, Sukadanau, Kecamatan Cikarang Barat, Bekasi ke Gudang Bulog Bojong, jalan Raya Bandung No.253, Bojong, Karangtengah, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.

Model awal yang dibangun pada algoritma ini adalah graf berbobot terhubung, dengan bobot berupa jarak tempuh dan waktu tempuh. Untuk penentuan lintasan terpendek digunakan bobot berupa jarak tempuh, sedangkan untuk penentuan lintasan tercepat digunakan bobot berupa waktu tempuh. Algoritma Prim untuk menentukan minimum spanning tree dari graf berbobot terhubung dinyatakan sebagai berikut:

"Untuk sebuah graf berbobot terhubung G dengan orde n , sebuah minimum spanning tree dibangun dengan cara mengambil secara sebarang sebuah titik u di G , kemudian sebuah sisi dengan bobot minimum yang menempel di titik u dipilih sebagai e_1 dari pohon T . Untuk memperoleh e_2, e_3, \dots, e_{n-1} , dipilih sebuah sisi dengan bobot minimum yang menempel pada tepat satu titik di pohon T "[2].

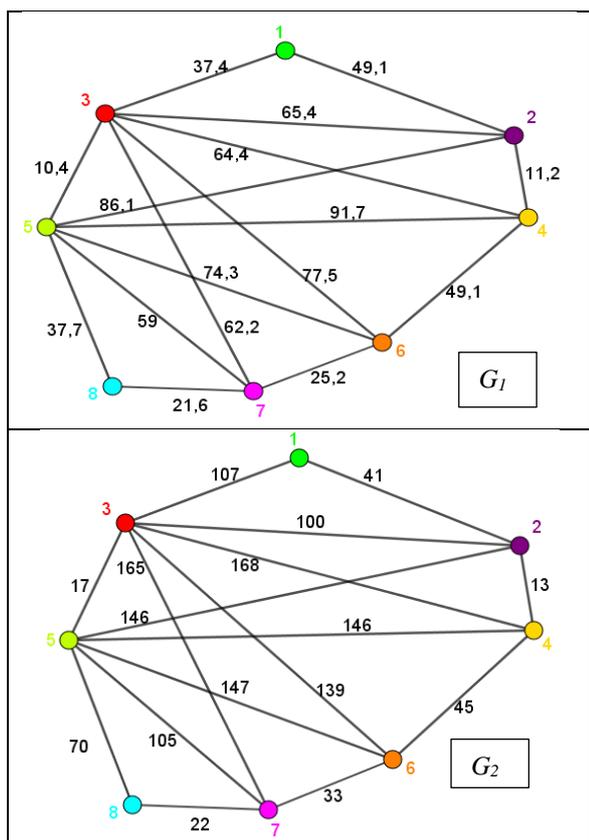
Dengan demikian, dari model awal tersebut diperoleh pohon merentang minimum setelah dijalankan langkah-langkah Algoritma Prim. Minimum spanning tree adalah graf berbobot terhubung yang himpunan sisinya merupakan himpunan bagian dari himpunan sisi terhubung graf berbobot terhubung, dengan tanpa membentuk siklus dan dengan total bobot minimum.

Titik-titik pada graf menunjukkan daerah-daerah yang dilalui lintasan pendistribusian logistik, sedangkan sisi-sisi menunjukkan jalan yang dapat dilalui lintasan pendistribusian logistik dengan menggunakan kendaraan mobil. Titik 1 menunjukkan Gudang Cibitung, Bekasi, yang merupakan titik awal pendistribusian logistik, sedangkan titik 8 menunjukkan Gudang Bojong Cianjur yang merupakan tujuan akhir pendistribusian. Titik 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 berturut-turut menunjukkan daerah Cikampek, Cariu, Sadang (Purwakarta), Cikabuyutan, Cicalong, dan Cipatat.

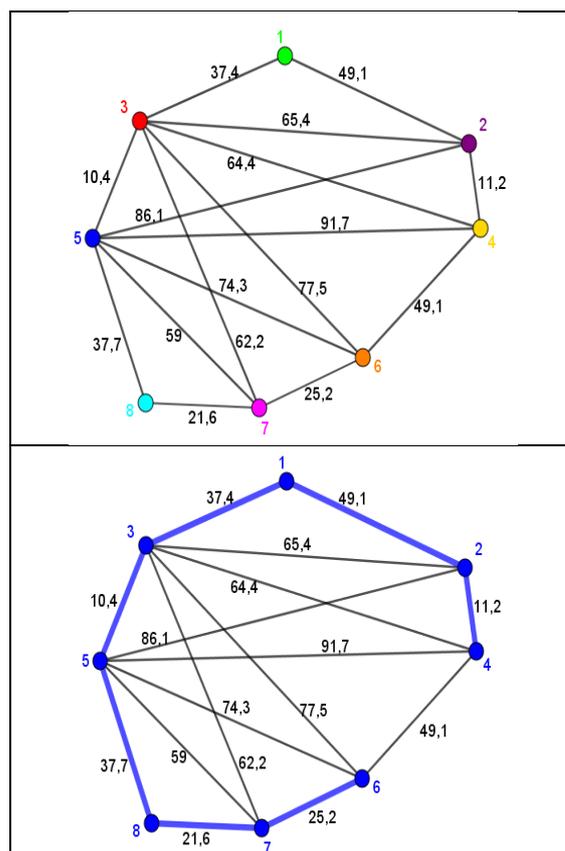
Tabel 1. Bobot dalam Jarak dan Waktu Tempuh

Sisi	Bobot	
	km	menit
(1, 2)	49,1	41
(1, 3)	37,4	107
(2, 3)	65,4	100
(2, 4)	11,2	13
(2, 5)	86,1	146
(3, 4)	64,4	168
(3, 5)	10,4	17
(3, 6)	77,5	139
(3, 7)	62,2	165
(4, 5)	91,7	146
(4, 6)	49,1	45
(5, 6)	74,3	147
(5, 7)	59	105
(5, 8)	37,7	70
(6, 7)	25,2	34
(7, 8)	21,6	28

Tabel 1 menunjukkan bobot dari tiap sisi, yaitu jarak tempuh dalam satuan kilometer dan waktu tempuh dalam satuan menit dari satu daerah ke daerah lainnya. Misalnya, sisi (1, 2) adalah sisi yang menghubungkan daerah 1 dan daerah 2. Jarak dan waktu tempuh dari daerah 1 ke daerah 2 (atau sebaliknya), berturut-turut 49,1 km dan 41 menit.



Gambar 1. Graf Berbobot Terhubung G_1 dan G_2



Gambar 2. Langkah-langkah Algoritma Prim untuk memperoleh T_1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Graf berbobot terhubung G_1 dan G_2 sebagai model awal dibangun dari data bobot jarak tempuh dan dari data bobot waktu tempuh untuk tiap sisi yang ditunjukkan pada Tabel 1. Kemudian, dibangun model lanjutan dengan menjalankan Algoritma Prim sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut ini, sehingga diperoleh minimum spanning tree T_1 dan T_2 .

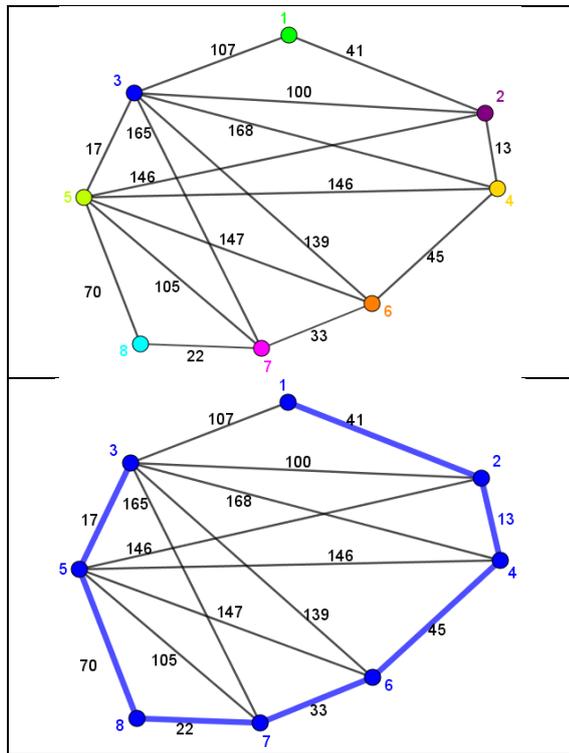
Gambar 2 menunjukkan 2 langkah dari 8 langkah Algoritma Prim yang dikenakan pada graf G_1 hingga diperoleh pohon merentang minimum T_1 .

Langkah-langkah Algoritma Prim untuk memperoleh T_1 dari graf berbobot jarak tempuh terhubung G_1 adalah:

1. Ambil sebarang titik di graf berbobot terhubung G_1 , misalnya titik 5. Jadi, titik 5 berada di pohon T_1 . Titik 5 diwarnai biru.
2. Pilih sebuah sisi yang menempel pada titik 5 dengan bobot minimum. Diperoleh sisi dengan bobot minimum yaitu 10,4 km. Jadi, $e_1 = (3, 5)$ dan titik-titik $\{3, 5\}$ berada di T_1 . Titik-titik 3 dan 5, serta sisi $(3, 5)$ diwarnai biru.
3. Pilih sebuah sisi yang menempel tepat pada salah satu titik 3 atau titik 5 dengan bobot minimum. Diperoleh sisi dengan bobot minimum yaitu 37,4 km. Jadi, sisi-sisi $e_1 = (3, 5)$ dan $e_2 = (1, 3)$, serta titik-titik $\{1, 3, 5\}$ berada di T_1 . Titik-titik $\{1, 3, 5\}$, serta sisi-sisi $\{e_1, e_2\}$ diwarnai biru.
4. Lakukan langkah yang sama, sedemikian sehingga semua titik di G_1 berada di T_1 . Dari graf terakhir di Gambar 2 diperoleh sisi-sisi $\{(1, 2), (1, 3), (2, 4), (3, 5), (5, 8), (6, 7), (7, 8)\}$ juga berada di T_1 . Titik dan sisi di T_1 diwarnai biru.

Jadi, T_1 merupakan minimum spanning tree berbobot jarak tempuh dari graf G_1 yang diperoleh dari langkah-langkah Algoritma Prim.

Jadi, T_2 merupakan minimum spanning tree berbobot jarak tempuh dari graf G_2 yang diperoleh dari langkah-langkah Algoritma Prim.



Gambar 3. Langkah-langkah Algoritma Prim untuk memperoleh T_2

Gambar 3 menunjukkan 2 langkah dari 8 langkah Algoritma Prim yang dikenakan pada graf G_2 hingga diperoleh minimum spanning tree T_2 .

Langkah-langkah Algoritma Prim untuk memperoleh T_2 dari graf berbobot jarak tempuh terhubung G_2 adalah:

1. Ambil sebarang titik di graf berbobot terhubung G_2 , misalnya titik 3. Jadi, titik 3 berada di pohon T_2 . Titik 3 diwarnai biru.
2. Pilih sebuah sisi yang menempel pada titik 3 dengan bobot minimum. Diperoleh sisi dengan bobot minimum yaitu 17 menit. Jadi, $e_1 = (3, 5)$ dan titik-titik $\{3, 5\}$ berada di T_2 . Titik-titik 3 dan 5, serta sisi $(3, 5)$ diwarnai biru.
3. Pilih sebuah sisi yang menempel tepat pada salah satu titik 3 atau titik 5 dengan bobot minimum. Diperoleh sisi dengan bobot minimum yaitu 70 menit. Jadi, sisi-sisi $e_1 = (3, 5)$ dan $e_2 = (5, 8)$, serta titik-titik $\{3, 5, 8\}$ berada di T_2 . Titik-titik $\{3, 5, 8\}$, serta sisi-sisi $\{e_1, e_2\}$ diwarnai biru.
4. Lakukan langkah yang sama, sedemikian sehingga semua titik berada di T_2 . Dari graf terakhir di Gambar 3 diperoleh sisi-sisi $\{(2, 4), (3, 5), (4, 6), (5, 8), (6, 7), (7, 8)\}$ juga berada di T_2 . Titik dan sisi di T_2 diwarnai biru.

Dengan menggunakan Algoritma Prim, telah dilakukan optimalisasi sedemikian sehingga diperoleh minimum spanning tree yaitu pohon dengan titik dan sisi berwarna biru pada Gambar 2 dan 3. Minimum spanning tree adalah graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan bagian dari himpunan sisi terhubung graf berbobot terhubung, tanpa membentuk siklus dan dengan total bobot minimum.

Tabel 2. *Bobot Minimum Spanning Tree*

Sisi	Bobot	
	km	menit
(1, 2)	49,1	41
(1, 3)	37,4	-
(2, 4)	11,2	13
(3, 5)	10,4	17
(4, 6)	-	45
(5, 8)	37,7	70
(6, 7)	25,2	33
(7, 8)	21,6	22
Total	192,6	241

Tabel 2 menunjukkan bobot dari pohon merentang minimum jarak tempuh dan waktu tempuh berturut-turut 192,6 km dan 241 menit.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan minimum spanning tree di Gambar 2 dan 3 diperoleh lintasan terpendek yaitu lintasan terpendek dengan bobot jarak tempuh melalui sisi-sisi (1, 3), (3, 5), dan (5, 8), sedangkan lintasan tercepat yaitu lintasan tercepat dengan bobot waktu tempuh melalui sisi-sisi (1, 2), (2, 4), (4, 6), (6,7) dan (7,8). Dengan demikian, lintasan terpendek dan lintasan tercepat dalam perjalanan dari titik 1 yaitu Gudang Cibitung Bekasi ke titik 8 yaitu Gudang Bojong Cianjur berturut-turut 85,5 km dan 2 jam 34 menit. Lintasan terpendek yang diperoleh berjarak lebih pendek dibandingkan dengan lintasan terpendek yang ditunjukkan di aplikasi *googlemaps* yaitu 95,2 km. Sementara, lintasan tercepat sesuai dengan lintasan tercepat yang ditunjukkan di aplikasi *googlemaps* yaitu 2 jam 34 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Bandung atas dukungan dan pendanaan yang telah diberikan pada penelitian dengan skema Penelitian Peningkatan Daya Saing Kelompok Bidang Keahlian Politeknik Negeri Bandung Nomor: B/78.8/PL1.R7/PG.00.03/2021

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. B. Karo, "Analisis optimasi distribusi beras bulog di Provinsi Jawa Barat." Universitas Mecu Buana Jakarta, 2016.
- [2] G. Chartrand, L. Lesniak, and P. Zhang, *Graphs & Digraphs. Textbooks in Mathematics*. CRC Press, Boca Raton, FL, 2016.
- [3] A. Lusiani, E. Sartika, A. Binarto, and E. Habinuddin, "Compatible Graphs on Traffic Lights Waiting Time Optimization," in *Proceedings of the International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2020)*, 2020, pp. 467–471, doi: 10.2991/aer.k.201221.077.
- [4] R. D. Hardianti, R. Rochmad, and R. Arifudin, "Penerapan Graf Kompatibel pada Penentuan Waktu Tunggu Total Optimal di Persimpangan Jalan Kaligarang Kota Semarang," *Unnes J. Math.*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [5] M. Yasin and B. Afandi, "Simulasi Minimum Spanning Tree Graf Berbot Menggunakan Algoritma Prim dan Algoritma Kruskal," *J. Educ. J. Pendidikan, Pembelajaran dan Bimbing. dan konseling*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [6] V. Z. Prasetyo, A. Suyitno, and M. Mashuri, "PENERAPAN ALGORITMA DIJKSTRA DAN PRIM PADA PENDISTRIBUSIAN AIR DI PDAM KABUPATEN DEMAK," *Unnes J. Math.*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [7] U. Latifah, "Penerapan Algoritma Prim dan Kruskal pada Jaringan Distribusi Air PDAM Tirta Moedal Cabang Semarang Utara." Universitas Negeri Semarang, 2014.
- [8] Z. Ramadhan, M. Zarlis, S. Efendi, and A. P. U. Siahaan, "Perbandingan Algoritma Prim dengan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek (Shortest Path Problem)," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 135–139, 2018.
- [9] D. Suhika, T. Muliawati, and H. Ruwandar, "OPTIMALISASI RENCANA PEMASANGAN KABEL FIBER OPTIC DI ITERA DENGAN ALGORITMA PRIM," *AKSIOMA J. Progr. Stud. Pendidik. Mat.*, vol. 9, no. 1, pp. 86–92, 2020.