




MINIMUM SPANNING TREE PADA JARINGAN PENDISTRIBUSIAN ANEKA KRIPIK ABDI MULYA DI KABUPATEN GROBOGAN

Anita Rahmawati , Mulyono

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt.1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50299

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Oktober 2014

Disetujui Januari 2015

Dipublikasikan November 2015

Keywords:

Branch and Bound algorithm;

Route;

Travelling Salesman Problem (TSP).

Abstrak

Algoritma Prim adalah algoritma yang dapat digunakan untuk mencari minimum spanning tree (pohon rentang minimal) pada graf berbobot. Pada penelitian ini, digunakan software TORA dalam membantu penyelesaian masalah minimum spanning tree. Tujuan dalam penulisan skripsi ini (1) mengetahui bentuk graf pada desain jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan; (2) mengetahui penyelesaian minimum spanning tree dengan menggunakan algoritma Prim dan software TORA pada Jaringan Pendistribusian Aneka Kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil data primer yang diperoleh dari Home Industry Abdi Mulya. Dari data yang diperoleh dapat disusun gambar jaringan. Selanjutnya dari gambar jaringan dapat diperoleh minimum spanning tree dengan menggunakan algoritma Prim dan software TORA sehingga akan lebih mudah daripada jika dikerjakan secara manual. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa minimum spanning tree yang diperoleh dengan perhitungan menggunakan algoritma Prim dan software TORA ternyata 9.365 m. Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian adalah diharapkan dapat memberikan sumbangan kepada home industry Abdi Mulya dan home industry lainnya dalam menentukan rute pendistribusian produknya.

Abstract

Prim's algorithm is an algorithm that can be used to find the minimum spanning tree (minimal spanning tree) in a weighted graph. In this study, TORA software used in helping to resolve the minimum spanning tree problem. The purpose in writing this essay (1) determine the form of graphs in the design of the distribution network in a variety of chips Mulya Abdi Grobogan; (2) determine the completion of the minimum spanning tree using Prim's algorithm and software TORA on Distribution Network Mulya Abdi Assorted chips in Grobogan. Collecting data in this study is done by taking primary data obtained from the Home Industry Mulya Abdi. From the data obtained can be arranged network image. Furthermore, from a network image can be obtained using a minimum spanning tree with Prim's algorithm and software TORA so it will be easier than if done manually. Based on the results of research and discussion, it can be concluded that the minimum spanning tree obtained by calculation using Prim's algorithm and software turns TORA 9,365 m. Advice can be given of the results of the study are expected to contribute to the home industry and home industry Mulya Abdi other in determining the distribution of its products.

PENDAHULUAN

Pengangguran yang tinggi menjadi masalah yang sampai saat ini belum dapat terselesaikan meskipun pemerintah telah mengupayakan berbagai hal salah satunya dengan menggerakkan Usaha Kecil Menengah (UKM). Menurut Keputusan Presiden RI UU No. 20 tahun 2008 pengertian usaha kecil adalah usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau bukan cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian baik langsung maupun tidak langsung dari usaha menengah atau usaha besar yang memenuhi kriteria. Kegiatan usaha kecil menengah ini bergerak di bidang industri rumahan yang mampu menyerap tenaga kerja ahli maupun tidak ahli sehingga dianggap mampu mengurangi permasalahan pengangguran tersebut.

Hal yang perlu diperhatikan dalam membangun sebuah usaha adalah memberikan kepuasan kepada pelanggan dalam hal ini berorientasi pada harga, kualitas dan pelayanan dalam hal pengadaan barang. Untuk dapat memaksimalkan baik dalam penentuan harga dan menjaga kualitas barang maka pendistribusian barang harus efektif dan efisien. Jadi, pengusaha kecil menengah harus mampu memilih metode yang tepat dalam pendistribusian barang. Produsen yang harus melakukan kunjungan ke sejumlah tempat dalam menjajakan produknya. Rangkaian satu tempat ke tempat lainnya yang dikunjungi harus membentuk suatu jalur sedemikian sehingga tempat-tempat yang dituju tersebut hanya dilewati satu kali dan kemudian kembali lagi ke tempat awal dengan mempertimbangkan jarak tempuh yang efektif dan efisien.

Penentuan jalur atau rute merupakan salah satu aktivitas penting dalam proses pendistribusian barang. Keterlambatan dan ketidaktepatan waktu pengiriman barang sangat berpengaruh dalam proses pemasaran ketika dihubungkan dengan masalah jarak tempuh yang diperlukan, Masalah ini dapat diselesaikan

dengan menggunakan konsep *minimum spanning tree* (pohon rentang minimum). Pada konsep *minimum spanning tree*, masalah optimasi jaringan adalah membentuk jaringan dengan membuat jaringan memiliki nilai seminimum mungkin yaitu dengan menghilangkan sirkuit-sirkuit yang ada pada graf.

Ismaniah (2009) menyatakan bahwa masalah transportasi biasanya berkaitan dengan pendistribusian sembarang komoditi dari sembarang kelompok pusat pemasok yang disebut sumber ke sembarang pusat penerima yang disebut tujuan dengan meminimumkan biaya distribusi. Masalah pokok dalam pendistribusian barang adalah bagaimana caranya agar barang tersebut dapat melewati jalur-jalur tertentu dari sumber-sumber yang menyediakan barang ke tempat-tempat tujuan sehingga biaya yang dikeluarkan dapat ditekan sekecil mungkin (Prihastuti, 2012). Pendistribusian memegang peranan yang sangat penting karena tanpa pola distribusi yang tepat, maka proses ini akan menghabiskan biaya tinggi dan mengakibatkan pemborosan, baik dari segi waktu, biaya, maupun jarak.

Rosa et al (2012) menyatakan bahwa *Travelling Salesman Problem* (TSP) merupakan masalah optimasi, yang bertujuan mengunjungi setiap tempat dari himpunan tempat-tempat yang ditentukan sekali dan hanya satu kali kemudian kembali ke tempat awal pada akhir dari rute perjalanan dengan jarak, waktu, dan biaya yang minimum. Dalam menemukan rute perjalanan yang paling optimum untuk permasalahan pendistribusian barang, terdapat beberapa parameter yang perlu ditentukan sebelumnya untuk memperhitungkan nilai ongkos (*cost*) yaitu jarak antara titik awal ke tempat tujuan dan jarak antara tempat satu ke tempat lainnya. Titik tujuan dari tiap tempat akan diasosiasikan sebagai titik dan titik awal sebagai akar. Peta yang menggambarkan lokasi dari titik awal dan titik-titik tujuan distribusi akan dipresentasikan dalam bentuk graf lengkap.

Ada beberapa algoritma yang bisa digunakan untuk menentukan pohon remang minimum ini, salah satunya adalah dengan menggunakan algoritma prim. Sebelum

membahas minimum spanning tree dibahas dahulu pengertian graf berbobot. Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot). Bobot pada tiap sisi dapat menyatakan jarak antara dua buah kota, waktu tempuh antara dua buah kota, biaya perjalanan yang ditempuh dan sebagainya (Sutarno, 2005). Di dalam graf berbobot, bobot sebuah pohon adalah jumlah bobot sisi-sisi pohon itu. *Minimum spanning tree* di dalam sebuah graf berbobot adalah pohon dengan jumlah bobotnya sekecil mungkin.

Home Industry Abdi Mulya yang terletak di Desa Palembang RT 07 RW 06 No. 06 Jl. Sapta Renggo Gang Lesan Puro Purwodadi Grobogan adalah usaha kecil menengah yang memproduksi aneka kripik yaitu: kripik paru, kripik belut, kripik tempe, kripik bayam selain itu juga memproduksi sale pisang goreng dan sambal pecel. Pada awalnya sekitar tahun 2002 *Home Industry* Abdi Mulya hanya memproduksi sambal pecel setelah mendapat bantuan dari Kelompok Pengolahan dan pemasaran ikan (POKLAHSAR) Kabupaten Grobogan pada tahun 2012 mulai memproduksi aneka kripik.

Pratiwi et al (2012) telah mengkaji masalah optimalisasi distribusi barang. Penerapan algoritma prim dalam optimalisasi distribusi barang telah dikaji oleh Prasetyo et al (2013). Masalah *Travelling Salesman Problem* (TSP) telah dikaji dalam beberapa artikel antara lain Sari et al (2013), Cahyaningsih et al (2013), dan Wicaksana et al (2013). Sari et al (2013) mengkaji implementasi algoritma genetika pada masalah TSP. Cahyaningsih et al (2013) mengkaji penerapan algoritma semut pada masalah TSP. Wicaksana et al (2013) mengimplementasikan algoritma fuzzy evolusi pada masalah TSP. Untuk pemanfaatan bantuan software dalam menyelesaikan masalah optimalisasi transportasi juga telah dikaji dalam beberapa artikel. Sasongko et al (2012) telah mengkaji pemanfaatan software dalam hal ini solver untuk optimalisasi masalah transportasi dalam distribusi barang. Muhammad et al (2013) juga telah mengkaji pemanfaatan software solver untuk menyelesaikan masalah Transshipment. Dari beberapa penelitian yang

telah dilakukan tersebut, peneliti mencoba menggunakan algoritma Prim dengan bantuan software Tora untuk menyelesaikan masalah TSP.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang perlu dibahas adalah: (1) Bagaimanakah bentuk graf pada desain jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan? (2) Bagaimanakah penyelesaian minimum spanning tree pada jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan?

METODE

Metode penelitian merupakan cara yang digunakan peneliti secara sistematis dalam menyusun sebuah penelitian. Pada penelitian ini metode yang penulis gunakan adalah studi pustaka. Langkah-langkah yang dilakukan adalah menentukan masalah, merumuskan, masalah melakukan studi pustaka dan melakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh dalam penelitian, selanjutnya adalah penarikan kesimpulan.

Langkah-langkahnya dijabarkan sebagai berikut: (1) Menentukan masalah. Dalam tahap menentukan masalah, diperoleh dengan cara mengamati aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh *Home Industry* Abdi Mulya khususnya pada pendistribusian aneka kripik dan menemukan masalah keterlambatan atau ketidaktepatan waktu pengiriman barang sangat berpengaruh dalam proses pemasaran ketika dihubungkan dengan masalah jarak tempuh yang diperlukan. (2) Merumuskan masalah. Permasalahan yang akan dikaji dalam skripsi ini adalah: 1) Bagaimanakah bentuk graf pada desain jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan? dan 2) Bagaimanakah penyelesaian *minimum spanning tree* (pohon rentang minimal) pada jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan? Dalam penelitian ini, penulis memperoleh data dengan menggunakan metode dokumentasi yaitu: 1) Wawancara; 2) Metode pengumpulan data dengan cara mengambil data yang diperoleh dari *Home Industry* Abdi Mulya

yaitu data tempat tujuan pendistribusian barang; dan (3) Studi pustaka dengan cara mengumpulkan data atau informasi yang berkaitan dengan masalah.

Dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah maka dilakukan langkah-langkah pemecahan masalah, yaitu: (1) Membuat jaringan dari data pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya; (2) Mencari *minimum spanning tree* (pohon rentang minimal) dengan menggunakan algoritma Prim; dan (3) Mencari pohon rentang minimal (*minimum spanning tree*) dengan menggunakan algoritma Prim dibutuhkan bantuan software Tora karena juga melibatkan jumlah titik (node) dan sisi yang banyak. (4) Sedangkan langkah-langkah dalam menentukan penyelesaian dengan menggunakan software TORA, yaitu: a) Membuka software TORA dengan cara klik double pada software TORA tersebut. b) Memilih main untuk menentukan permasalahan yang ingin dikerjakan. Di dalam software TORA terdapat beberapa masalah yang bisa dipilih antara lain Linear programming, Transportation models, Network models, Integer programming, Queueing analysis, Histogram/Forecast, dan Inventory models; c) Memilih Network models.

Di dalam software TORA juga terdapat beberapa algoritma yang bisa dipilih antara lain Minimum spanning tree, Dijkstra's shortest route, Floyd's shortest route, Maximal flow, dan Critical path (CPM); d) Untuk mencari pohon rentang minimal pilih Minimum spanning tree dengan menekan enter kemudian pada data entry memilih enter new problem untuk menginput permasalahan baru. Lalu, memberi nama permasalahan pada problem title misalkan jaringan pipa air, masukkan jumlah titik (node) pada Nbr of nodes; e) Memasukkan bobot tiap-tiap sisi. Isikan semua bobot sesuai dengan jumlah sisi dengan melihat jaringan yang telah dibuat; f) Setelah semua data dimasukkan, kemudian memilih program solve/modify pilih solve problem; dan g) Hasil output minimum spanning tree (pohon rentang minimal) dengan menggunakan software TORA dari titik awal, untuk melanjutkan sampai titik terakhir klik next iteration; dan (5) Membaca hasil dan

analisis keluaran lintasan terpendek dan pohon rentang minimal dengan bantuan software TORA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jaringan (*network*) adalah istilah model untuk memvisualisasikan sebuah sistem jaringan agar sistem jaringan yang sesungguhnya bisa diketahui dan dipahami dengan mudah, cepat dan tepat. Jaringan (*network*) secara visual pada dasarnya terdiri dari rangkaian titik (*node*) dan garis/sisi. Garis berfungsi untuk menghubungkan antar titik mewakili kegiatan, saluran, dan jalan (Siswanto, 2007).

Beberapa contoh permasalahan yang dapat dinyatakan dalam model jaringan antara lain: 1) Suatu perusahaan air minum hendak menghubungkan beberapa daerah dengan pipa. Jika diketahui biaya pengadaan air, bagaimana jaringan pipa air yang harus dibuat agar semua daerah teraliri air, tetapi total panjang pipa yang digunakan seminimum mungkin? 2) Suatu barang hendak dikirimkan dari kota A dan B. Jika diketahui kota-kota di antara A dan B beserta jaraknya, kota-kota manakah yang harus dilewati agar jalurnya terpendek? 3) Suatu proyek melibatkan sejumlah aktivitas yang harus dilakukan dalam urutan tertentu. Bagaimana manajer proyek menentukan penjadwalan proyek agar proyek dapat diselesaikan secepat-cepatnya? (Siang, 2011)

Dalam penelitian ini akan mengkaji tentang jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan. Yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana mencari *minimum spanning tree* jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan dari titik satu ke titik lainnya dengan algoritma Prim.

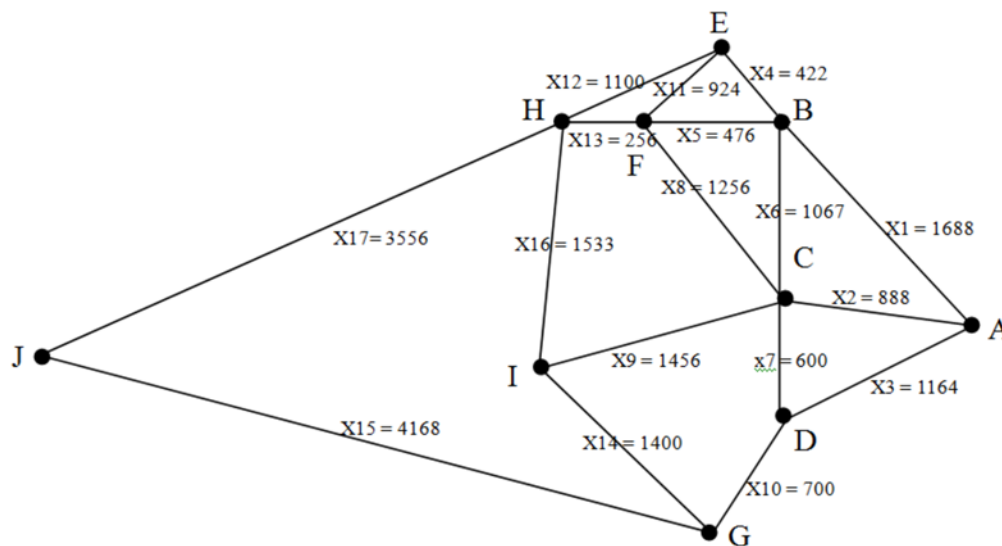
Algoritma Prim adalah suatu algoritma di dalam teori graf yang bertujuan menentukan suatu pohon rentang dengan semua sisi di dalam pohon adalah minimal. Secara terurut algoritma Prim dapat dituliskan sebagai berikut.

Input : Graf bobot G terhubung dengan n titik,

Tabel 1. Data Titik Awal ke Titik Tujuan dan Jarak

Titik Awal ke Titik Tujuan	Waktu (Jam)	Jarak (dalam meter)
Home Industry Abdy Mulya - Lumayan	0,0422	1688
Home Industry Abdy Mulya - Surya Laksana	0,0222	888
Home Industry Abdy Mulya - Rm Noroyono 1	0,0291	1164
Lumayan - Toko Dewi	0,01056	422
Lumayan - Toko Viva	0,0119	476
Lumayan - Surya laksana	0,0267	1067
Surya Laksana - Rm Noroyono 1	0,015	600
Surya Laksana - Toko Viva	0,0314	1256
Surya Laksana - Wm Barokah	0,0364	1456
Rm Noroyono1 - Rm Noroyono 2	0,0175	700
Toko Dewi - Toko Viva	0,0231	924
Toko Dewi - Pasar Purwodadi	0,0275	1100
Toko Viva - Pasar Purwodadi	0,0064	256
Rm Noroyono 2 - Wm Barokah	0,035	1400
Rm Noroyono 2 - Terminal Purwodadi	0,1042	4168
Pasar Purwodadi - Wm Barokah	0,0383	1533
Pasar Purwodadi - Terminal Purwodadi	0,0889	3556

- Step 1 : Pilih sebuah titik v di G dan tulis $T_1 = v$,
 Step 2 : Pilih sebuah sisi e_k dengan bobot minimal yang menghubungkan sebuah titik T_k dengan sebuah titik G yang
 Step 3 : Jika $n-1$ sisi telah terpilih ($k = n-1$), berhenti dan beri pesan T_{k+1} adalah pohon rentang minimal di G . jika $k < n-1$, kembali ke step 2. (Budayasa, 2007).



Gambar 1. Graf jaringan pendistribusian Aneka Kripik Abdi Mulya

bukan di T_k . Jika terdapat lebih dari satu sisi yang demikian, pilih salah satu sebarang. Tulis $T_{k+1} = T_k \cup \{e_k\}$,
 Data titik awal ke titik tujuan dan jaraknya diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 2. Data sisi dan jarak

Sisi	Titik	Jarak (bobot)
X1	A – B	1688
X2	A – C	888
X3	A – D	1164
X4	B – E	422
X5	B – F	476
X6	B – C	1067
X7	C – D	600
X8	C – F	1256
X9	C – I	1456
X10	D – G	700
X11	E – F	924
X12	E – H	1100
X13	F – H	256
X14	G – I	1400
X15	G – J	4168
X16	H – I	1533
X17	H – J	3556

Pada Tabel 1 diperoleh Jarak dengan menggunakan rumus jarak = kecepatan x waktu, dimana kecepatan yang digunakan stabil di angka 40 km/jam. Kendaraan yang dipakai adalah sepeda motor. Selanjutnya dibuat model dalam graf, sehingga diperoleh data seperti Tabel 2.

Tabel 2 dibuat model graf yang berisi titik,sisi dan jarak, diperoleh graf seperti Gambar 1.

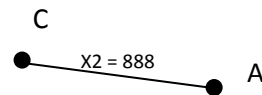
Mencari minimum spanning tree dengan menggunakan algoritma Prim berdasarkan Gambar 1 yang telah dibuat adalah dengan cara menelusuri dari titik awal A menuju ke setiap titik yang dilalui dengan mempertimbangkan bobot yang terlewati bernilai minimum dan tidak membentuk siklus.

Iterasi 1 pilih sebuah titik yaitu A (seperti pada Gambar 2)



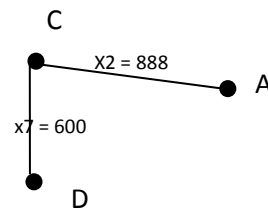
Gambar 2. Iterasi 1

Iterasi 2 pilih sisi dengan bobot terkecil yang terkait dengan titik A yaitu $X_2=AC$ dengan bobot 888. (seperti pada Gambar 3)



Gambar 3. Iterasi 2

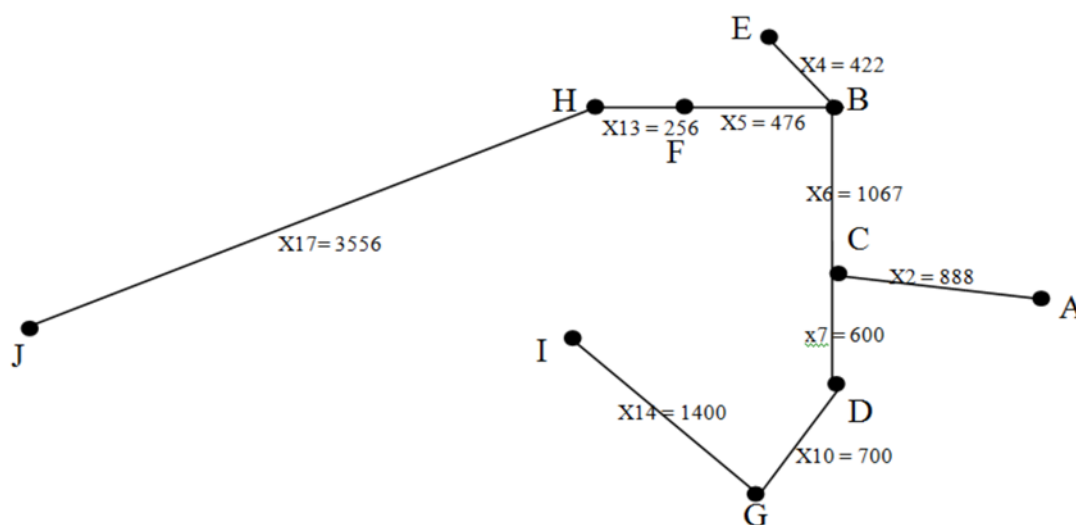
Iterasi 3 pilih sisi dengan bobot terkecil yang terkait dengan titik A dan titik C yaitu $X_7=CD$ dengan bobot 600. (seperti pada Gambar 4)



Gambar 4. Iterasi 3

Untuk iterasi ke 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dilakukan langkah yang sama dengan langkah pada iterasi 1, 2, dan 3.

Iterasi 10 pilih sisi dengan bobot terkecil yang terkait dengan titik A, titik C, titik D, titik G, titik B, titik E, titik F, titik H dan titik I yaitu = HJ dengan bobot 3556



Gambar 5. *Minimum spanning tree* jaringan pendistribusian Aneka Kripik Abdi Mulya

Dari iterasi ke 10 terlihat semua titik telah terhubung dan tidak ada yang membentuk siklus. Berdasarkan perhitungan algoritma Prim di atas, diperoleh *minimum spanning tree* dengan jumlah bobot:

$$\begin{aligned} & (A, C) + (C, D) + (D, G) + (C, B) + (B, E) \\ & + (B, F) + (F, H) + (G, I) + (H, J) \\ & = X_2 + X_7 + X_{10} + X_6 + X_4 + X_5 + X_{13} \\ & + X_{14} + X_{17} = 888 + 600 + 700 + 1067 + 422 \\ & + 476 + 256 + 1400 + 3556 = 9365 \text{ m} \end{aligned}$$

diperoleh *minimum spanning tree* di graf jaringan pendistribusian Aneka Kripik Abdi Mulya dengan bobot 9365 m. Dari graf awal 10 titik dan 17 sisi, setelah diperoleh *minimum spanning tree*nya menjadi 10 titik dan 9 sisi. Gambar hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.

Analisis *Minimum Spanning Tree* dengan Menggunakan Software TORA

Hasil output ini juga akan memberikan hasil *minimum spanning tree* dari titik awal ke semua pasangan titik. Software Tora ini akan memudahkan dalam mendapatkan hasil akhir seperti dalam perhitungan manual pada algoritma Prim. Hasil output dari *minimum spanning tree* menggunakan software TORA seperti Gambar 6.

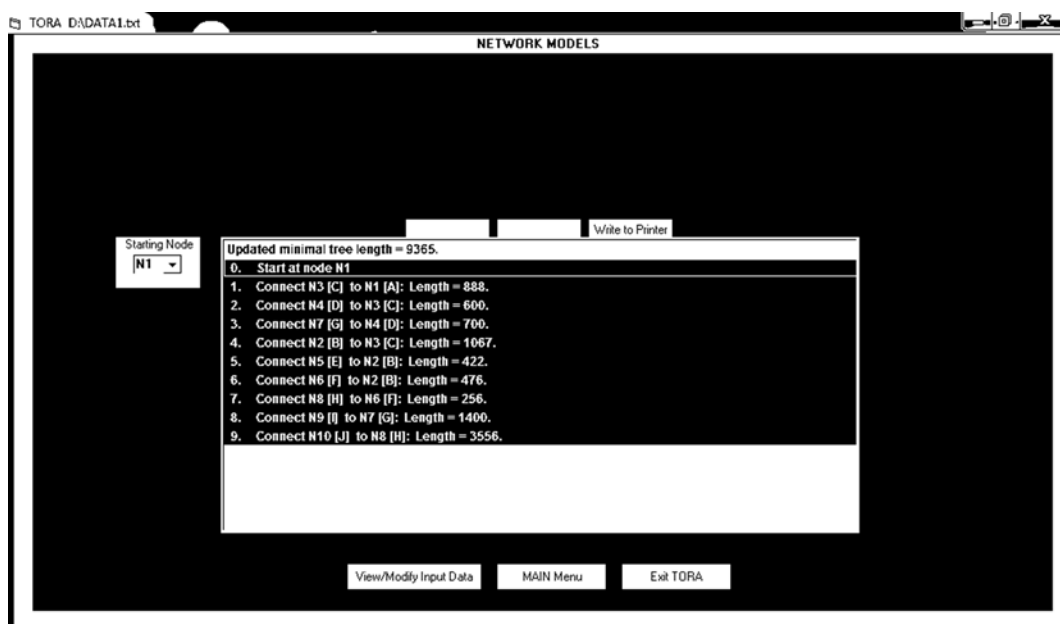
Diperoleh *minimum spanning tree* di graf jaringan pendistribusian Aneka Kripik Abdi Mulya dengan menggunakan software Tora adalah 9.365 m. Dari hasil perhitungan yang secara manual dan yang menggunakan software Tora, diperoleh hasil yang sama.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini maka simpulan yang dapat diambil. Bentuk graf pada desain jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya di Kabupaten Grobogan. Dari hasil penghitungan output software TORA diperoleh hasil yang sama dengan perhitungan manual *minimum spanning tree* menggunakan algoritma Prim.

$$\begin{aligned} & (A, C) + (C, D) + (D, G) + (C, B) + (B, E) + (B, F) \\ & + (F, H) + (G, I) + (H, J) \\ & = X_2 + X_7 + X_{10} + X_6 + X_4 + X_5 + X_{13} \\ & + X_{14} + X_{17} \\ & = 888 + 600 + 700 + 1067 + 422 + 476 + 256 + \\ & \quad 1400 + 3556 \\ & = 9365 \end{aligned}$$

Diperoleh pohon rentang minimal di graf jaringan pendistribusian aneka kripik Abdi Mulya dengan bobot 9365. Dari graf awal



Gambar 6. Tampilan Output *Minimum Spanning Tree* Jaringan pendistribusian Aneka Kripik Abdi Mulya.

dengan 10 titik dan 17 sisi dengan bobot 22654. Setelah di peroleh pohon rentang minimalnya diperoleh 10 titik dan 9 sisi dengan bobot 9365.

DAFTAR PUSTAKA

Budayasa, I. K. 2007. *Teori Graph dan Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press.

Cahyaningsih I, Rochmad, dan Supriyono. 2013. Penggunaan Algoritma Semut dalam Travelling Salesman Problem (TSP) pada PT. Yamaha Agung Motor Semarang. *UJM 2 (2)* : 121-126.

Ismaniah. 2009. Penyelesaian Masalah Riset Operasi (Transportasi) dengan Menggunakan Program Solver. *Jurnal Kajian Ilmiah Lembaga Penelitian Ubhara Jaya*, Vol. 10, No.1.

Muhammad CH, Dwijanto, dan Abidin S. 2013. Optimalisasi Model Transshipment di PT. Primatexco Menggunakan Program Solver. *UJM 2(1)*: 64-69.

Penerapan Algoritma Dijkstra dan Prim pada Pendistribusian Air di PDAM Kabupaten Demak. *UJM 2(1)*: 70-78.

Pratiwi D, Zaenuri, dan Suyitno H. 2012. Optimalisasi Distribusi Gas Elpiji Menggunakan Metode Transportasi dan Transshipment. *UJM 1(2)*: 94-101.

Prihastuti, E. S. 2012. Efisiensi Biaya Transportasi dengan Pendekatan Metode North West Corner dan Stepping Stone (Studi Kasus Industri Air Minum Kemasan di Lampung). *Jurnal Organisasi dan Manajemen*, Vol. 2, No. 2: 120-126.

Rosa, W. R., Suhartono, & Wibawa, H. A. 2012. Lintasan Terpendek pada Pelayanan Agen Travel Khusus Pengantaran Wilayah Semarang Berbasis SIG dengan Algoritma *Branch and Bound*. *Journal of Informatics and Technology*, Vol. 1, No.1. p 63-71.

Sari FA, Sugiharti E, dan Dwijanto. 2013. Implementasi Algoritma Genetika untuk Menyelesaikan Travelling Salesman Problem. *UJM 2 (2)* : 116-120.

- Sasongko A, Dwijanto, dan Arifudin R. 2012. Optimalisasi Masalah Transportasi dengan Program Solver di Bagian Distribusi Frozen Vegetable. *UJM* 1(1): 40-47.
- Siang JJ. 2011. *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. Yogyakarta: Andi.
- Siswanto. 2007. *Operations Research*. Yogyakarta: Erlangga.
- Sutarno H, *et al.* 2005. *Matematika Diskrit*, Malang: Universitas Negeri Malang (UM Press).
- Wicaksana DA, Alamsyah, dan Abidin Z. 2014. Solusi Travelling Salesman Problem Menggunakan Algoritma Fuzzy Evolusi. *UJM* 3 (1): 39-43