

PENGGUNAAN GRAF SEBAGAI SOLUSI TRANSPORTASI SAAT INI

Aryo Nugroho – NIM : 13505063

Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha 10, Bandung

E-mail : if15063@students.if.itb.ac.id

Abstrak

Makalah ini membahas tentang bagaimana graf dapat membantu mengatasi permasalahan bagi jasa pengantar. Penyedia jasa pengantar dapat menggunakan metode lintasan terpendek dan persoalan pedagang keliling dalam penghematan bahan bakar dan waktu dalam pengantaran. Kedua metode akan sangat membantu dalam merencanakan lintasan yang akan diambil oleh pengantar .

Pertama saya akan mengambil metode persoalan pedagang keliling untuk mengambil beberapa macam lintasan yang dilewati untuk menyederhanakan persoalan. Hal ini agar kemungkinan lintasan yang akan didapat berkurang, sehingga memudahkan mengambil keputusan dalam pemilihan lintasan.

Kedua dengan mengambil metode lintasan terpendek, saya mencoba mengurangi waktu tempuh dan bahan bakar yang digunakan. Hal ini mempertimbangkan aspek banyaknya simpul dan jumlah lintasan yang diambil. Dengan demikian kita bisa menentukan lintasan mana yang akan menghasilkan jarak tempuh terpendek.

Dalam hal ini saya akan banyak menggunakan lintasan Hamilton dalam pembahasan kedua metode yang digunakan. Hal ini karena lintasan Hamilton dianggap lebih cocok untuk mengatasi permasalahan ini. Sebab pada sirkuit Hamilton simpul harus dilalui tepat satu kali. Sesuai dengan apa yang diinginkan oleh layanan jasa pengantar.

Dengan menggunakan kedua metode tersebut, saya dapat lintasan yang hanya dilewati sekali dan jarak yang terpendek. Kesimpulannya metode diatas sangat berguna untuk mengurangi jarak dan waktu tempuh di bidang transportasi

1. Pendahuluan

a. Latar belakang

Saat ini, kehidupan sehari-hari membuat beberapa orang harus menggunakan jasa pengantar untuk mendapatkan kemudahan. Oleh karena itu beberapa jlayanan jasa pengantar mulai bermunculan . Sebut saja DHL, Fedex, Tiki, JNE, dan sebagainya. Sedangkan transportasi saat ini dilingkupi oleh berbagai permasalahan. Sebagai contoh mahalnya harga bahan bakar. Hal ini yang membuat tingginya *cost* dari layanan jasa pengantar. Selain itu, kemacetan juga menjadi salah satu penyebab terbuangnya waktu dalam proses pengantaran.

Jika bisa mengurangi bahan bakar dan jarak tempuh dari proses pengantaran maka layanan ini dapat menghemat *cost* dari penggunaan bahan bakar. Misalkan dengan berkurangnya bahan bakar,bisa jadi ongkos pengiriman jadi lebih murah. Dan harga layanan ini bisa lebih bersaing.

b. Tujuan

Demi mengurangi *cost* penggunaan layanan jasa pengantar, maka metode ini perlu di gunakan oleh beberapa perusahaan jasa tersebut. Selain itu, penelitian ini juga ingin membuktikan apakah semua masalah dapat diselesaikan dengan metode tersebut.

c. Metode

Metode yang saya gunakan ada dua buah. Yang pertama adalah metode persoalan pedagang keliling. Metode ini sangat terkenal dalam teori graf. Nama

persoalan ini diambil dari masalah seorang pedagang yang berkeliling ke sejumlah kota. Persoalannya sebagai berikut: diberikan sejumlah kota dan jarak antar kota. Tentukan lintasan terpendek yang dilalui oleh pedagang jika pedagang tersebut harus melewati setiap kota tepat satu kali.

Yang kedua adalah metode lintasan terpendek. metode ini di digunakan untuk menentukan lintasan yang paling pendek untuk dilalui oleh pengantar. persoalan yang diangkat adalah persoalan optimasi. Persoalannya: jika diberikan graf berbobot lalu cari jarak tempuh terdekat dari 2 kota lalu pilih lintasan terpendek yang menghubungkan semua kota tersebut dalam satu lintasan.

2. Teori graf

a. Sejarah

Teori graf pertama kali dikemukakan oleh seorang matematikawan Swiss Leonhard Euler dalam 7 jembatan koningsberg pada tahun 1736 sebagai makalah pertama tentang teori graf. Dalam teori graf akan dikenal simpul, sisi, lintasan dan juga sirkuit. Masalah jembatan koningsberg bukanlah satu satunya masalah yang dapat diselesaikan dengan teori graf.

Contoh lainnya adalah masalah lintasan Hamilton dan sirkuit Hamilton, menentukan jarak terpendek, pohon minimum, masalah tukang pos china, lalu masalah pedagang keliling.

Beberapa permasalahan diatas sudah ada penyelesaiannya hal ini akan memudahkan saya untuk biasa langsung mengambil teori yang berhubungan dengan kasus yang akan saya bahas nantinya.

b. Definisi

Graf didefinisikan sebagai himpunan tidak kosong dari simpul-simpul dan himpunan sisi yang menghubungkan simpul-simpul. Dalam hal ini himpunan sisi boleh kosong karena yang terpenting minimal ada satu simpul saja maka sudah bisa disebut graf. Walaupun tak ada sisi tetap saja bisa disebut graf.

Graf yang setiap simpul mempunyai sisi ke semua simpul lainnya disebut graf lengkap. dalam graf

lengkap K dengan derajat(banyaknya simpul)= n maka setiap simpul berderajat (n-1). Jumlah sisi pada graf lengkap yang terdiri dari n buah simpul adalah $n(n-1)/2$.

3. Pembahasan Metode

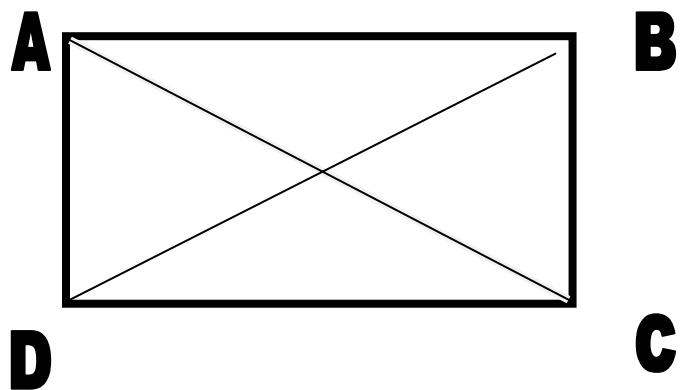
a. Metode pedagang keliling

Seperti yang sudah dijelaskan diatas metode ini diambil dari persoalan pedagang keliling yang harus mendatangi setiap kota tepat satu kali. Kota akan kita anggap sebagai tempat tujuan pengantaran, selanjutnya akan saya sebut sebagai **simpul**. Sedangkan jalan yang bisa dilewati akan saya sebut sebagai **sisi**. Sisi memiliki jarak tempuh yang saya sebut sebagai **bobot**.

Persoalannya tidak lain adalah menentukan lintasan Hamilton yang memiliki bobot minimum pada graf yang kita dapatkan. Menurut teori graf, persoalan semacam ini, jika setiap simpul memiliki sisi kesimpul lainnya maka graf ini disebut graf lengkap dengan N buah simpul, maka Sirkuit Hamilton yang kita dapatkan mempunyai rumus:

$$(N-1)! / 2$$

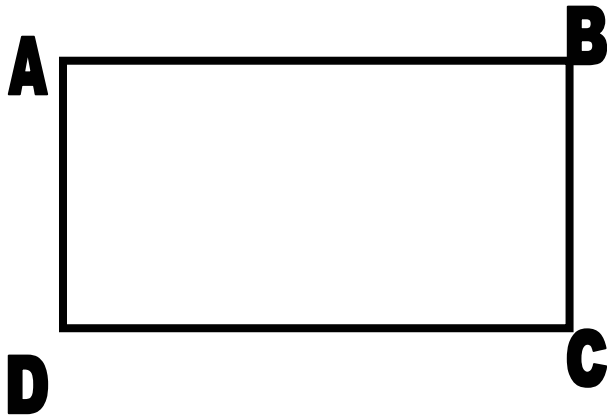
Rumus ini dihasilkan karena (N-1) untuk simpul pertama, (N-2) untuk simpul kedua, dan seterusnya untuk simpul berikutnya. Dan perlu dibagi dua karena lintasan Hamilton yang terjadi terhitung 2 kali.



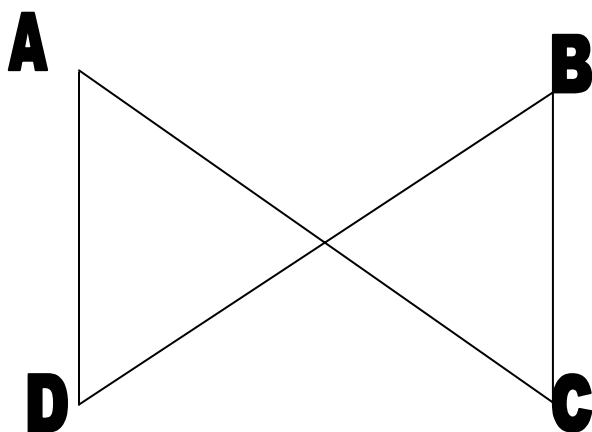
Misal pada gambar diatas, jarak A ke B 10, jarak A ke C 12, jarak A ke D 6, Jarak B ke C 5, jarak B ke D 11, jarak C ke D 9. A adalah kantor jasa pengantar, B,C,D adalah tempat tujuan. lintasan Hamilton ada

$(4-1)!/2=3$ sirkuit. Artinya kita mendapatkan 3 lintasan

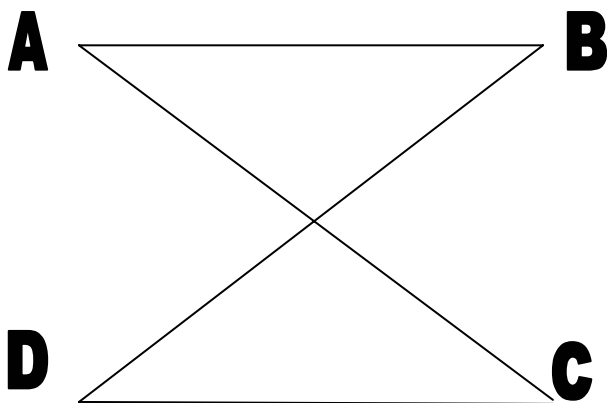
Lintasan pertama (A-B-C-D-A) atau (A-D-C-D-A)



Lintasan kedua (A-C-B-D-A) atau (A-D-B-C-A)



Lintasan ketiga (A-C-D-B-A) atau (A-B-D-C-A)

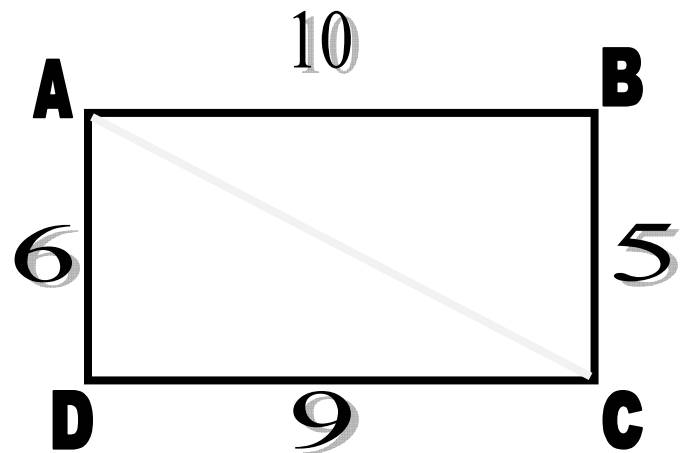


Dari ketiga lintasan yang ada akan menjadi referensi bagi metode selanjutnya.

b. Metode Jarak Terpendek

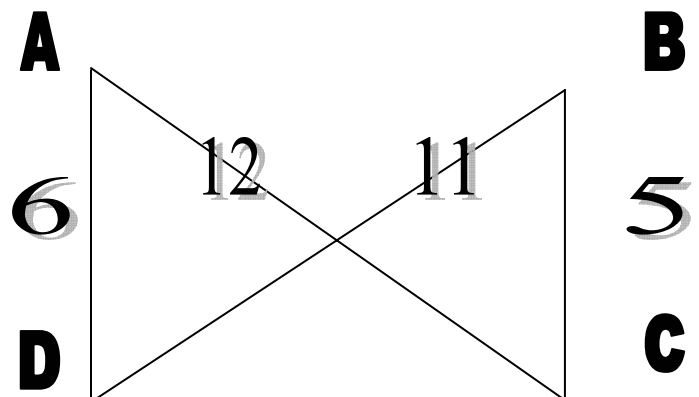
Pada metode ini yang akan kita gunakan adalah bobot yang ada pada graf tersebut. Kita akan menggunakan **algoritma Dijkstra**. Algoritma ini juga sudah terkenal di antara teori lintasan terpendek. dengan pendekatan greedy kita dapat mendapatkan lintasan terpendek dengan membandingkan seluruh lintasan yang kita miliki. Yang perlu diketahui saya menggunakan istilah lintasan untuk mewakili sirkuit Hamilton yang didapat melalui metode sebelumnya.

Dengan melihat gambar lintasan pertama (A-B-C-D-A) atau (A-D-C-D-A)



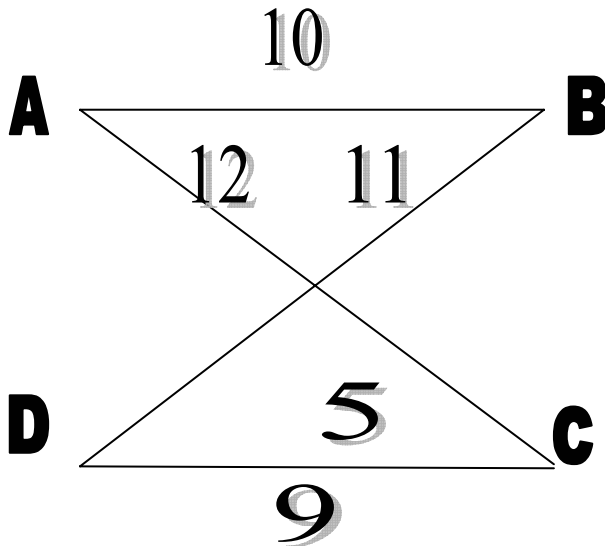
Lintasan pertama yaitu (A-B-C-D-A) memiliki jarak tempuh sebesar $10+5+9+6=30$.

Lintasan kedua (A-C-B-D-A) atau (A-D-B-C-A)



Lintasan kedua yaitu (A-C-B-D-A) memiliki jarak tempuh sebesar $12+5+11+6=34$.

Lintasan ketiga (A-C-D-B-A) atau (A-B-D-C-A)



Lintasan ketiga yaitu (A-C-D-B-A) memiliki jarak tempuh sebesar $12+9+11+10=42$.

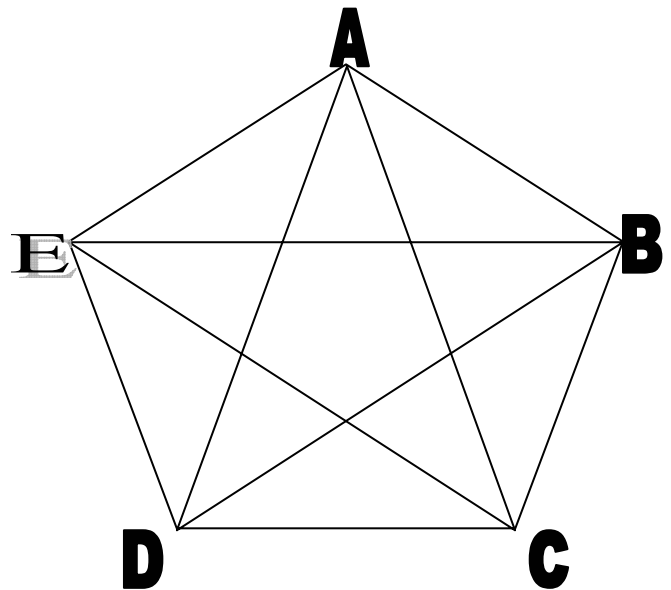
Dari ketiga lintasan pilih lintasan (A-B-C-D-A) karena memiliki jarak terpendek dari ketiga lintasan.

4. Contoh Persoalaan

a. Graf lengkap

Misalkan ada sebuah perusahaan pengantar bernama PT Antar. Perusahaan tersebut mengantar 4 buah paket ke berbagai tempat. Tempat pertama adalah sebuah rumah dikawasan pondok indah yang berjarak 12 dari tempat pengantaran. Tempat kedua adalah sebuah toko di jalan menteng yang berjarak 15. Tempat ketiga adalah sebuah rumah yang berjarak 24. Tempat ke keempat adalah rumah yang berjarak 17. Dan setiap tempat memiliki jalan ketempat lainnya. Jarak antara tempat satu dengan tempat lainnya direpresentasikan dengan kilometer.

Dengan representasi gambar didapat graf berbobot sebagai berikut:



Anggap kantor PT antar sebagai A dan Tempat tujuan sebagai B, C, D, E. Jarak representasikan sebagai sisi

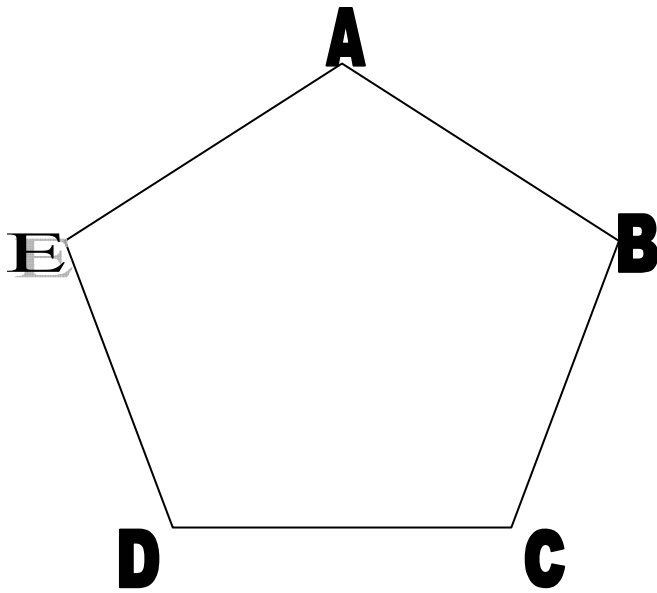
Dari gambar diketahui jarak dari A ke B adalah 12, dari A ke C adalah 15 dari A ke D adalah 24, dari A ke E adalah 17.

Jarak masing- masing tempat. jarak B ke C adalah 6, jarak B ke D adalah 14, jarak B ke E adalah 13, jarak C ke D adalah 8, jarak C ke E adalah 11. jarak D ke E adalah 9.

Dengan metode pertama kita mencari kemungkinan lintasan yang bisa diambil. Dengan rumus $(n-1)!/2=(5-1)!/2=12$. Jadi ada 12 lintasan. Dengan menggabungkan dengan metode kedua kita bisa mencari jaraknya sekaligus.

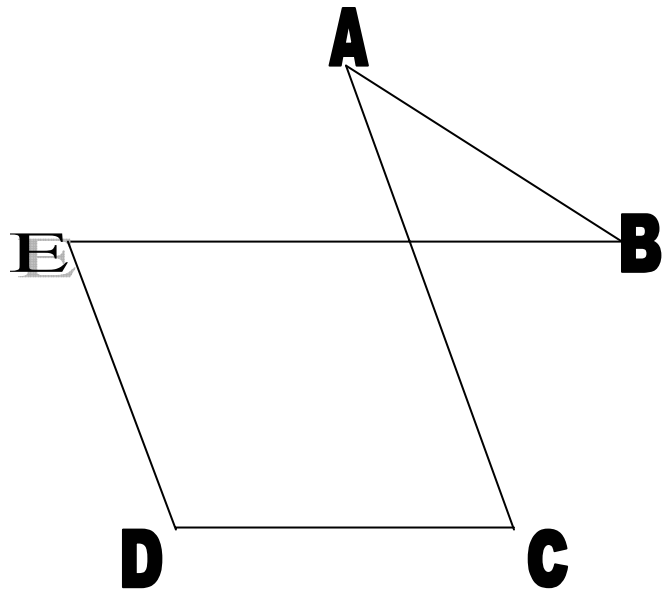
Dengan menggunakan metode yang sudah ada diatas kita akan mengambil tempat tujuan sebagai sebuah simpul. Masing masing simpul diberi tanda Alfabet. Lalu ambil yang berupa lintasannya saja. Hilangkan sisi yang tidak dilewati. Lalu hitung bobotnya.

Lintasan pertama adalah (A-B-C-D-E-A)



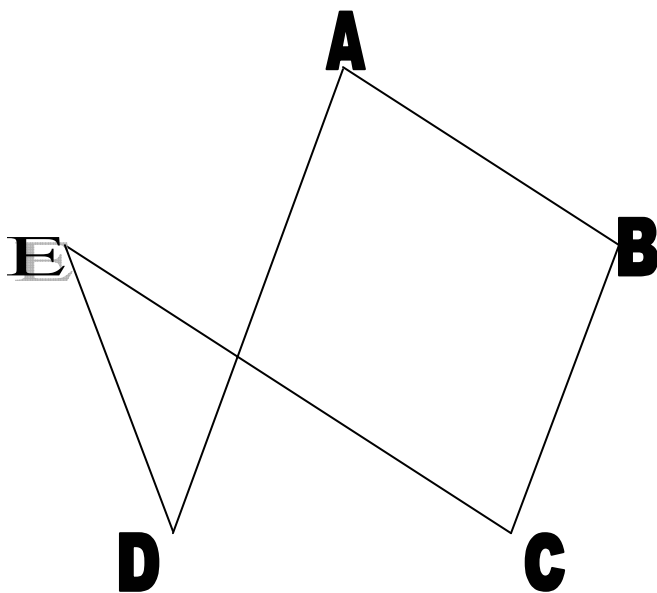
Lintasan ini mempunyai panjang
 $12+6+8+9+17=52$

Lintasan ketiga (A-B-E-D-C-A)



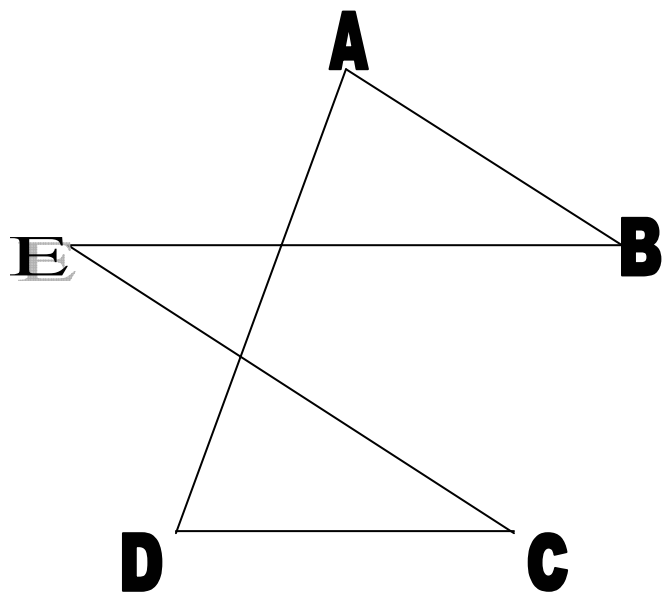
Lintasan ini mempunyai panjang
 $12+13+9+8+15=57$

Lintasan kedua (A-B-C-E-D-A)



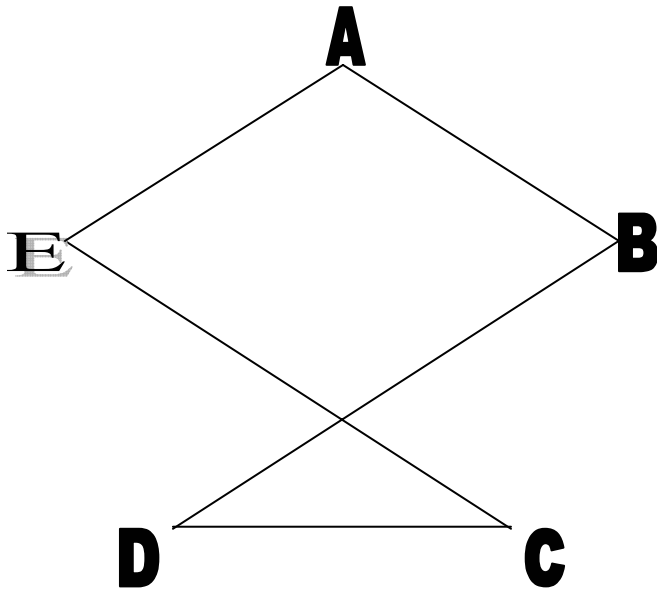
Lintasan ini mempunyai panjang
 $12+6+11+9+24=62$

Lintasan keempat (A-B-E-C-D-A)



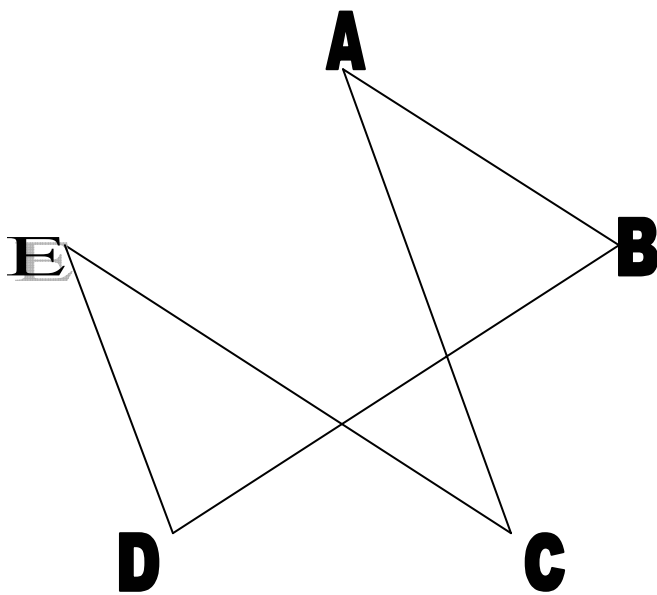
Lintasan ini mempunyai panjang
 $12+13+11+8+24=58$

Lintasan kelima (A-B-D-C-E-A)



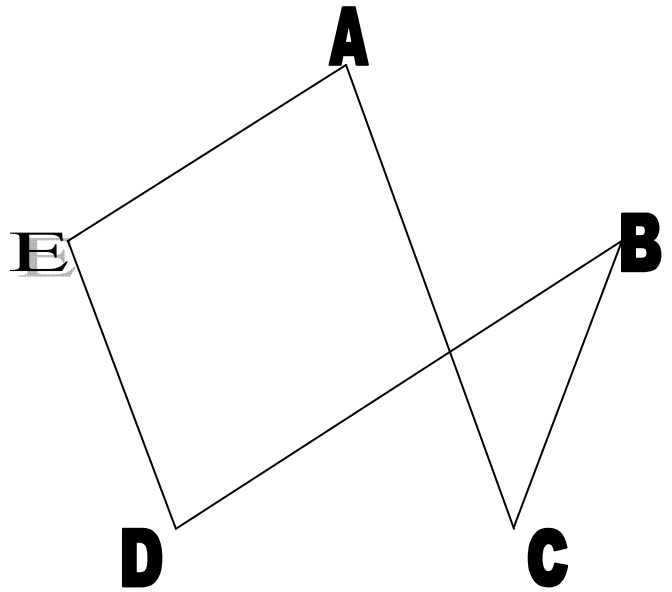
Lintasan ini mempunyai panjang
 $12+14+8+11+17=62$

Lintasan Keenam (A-B-D-E-C-A)



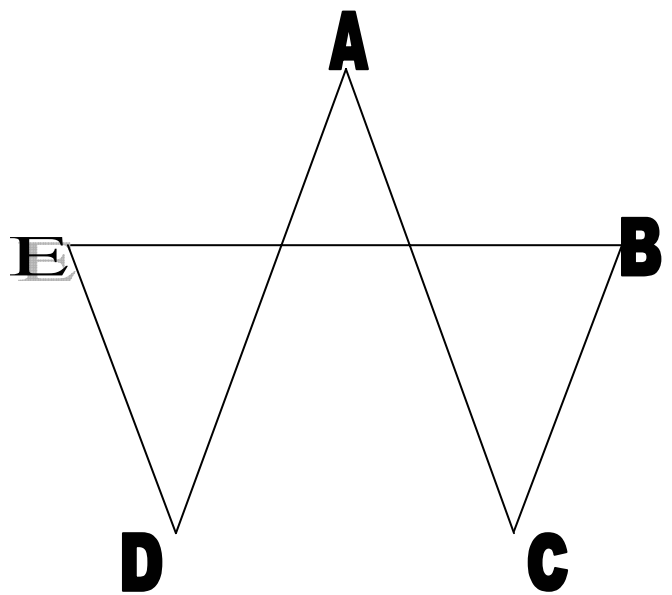
Lintasan ini mempunyai panjang
 $12+14+9+11+15=61$

Lintasan ketujuh (A-C-B-D-E-A)



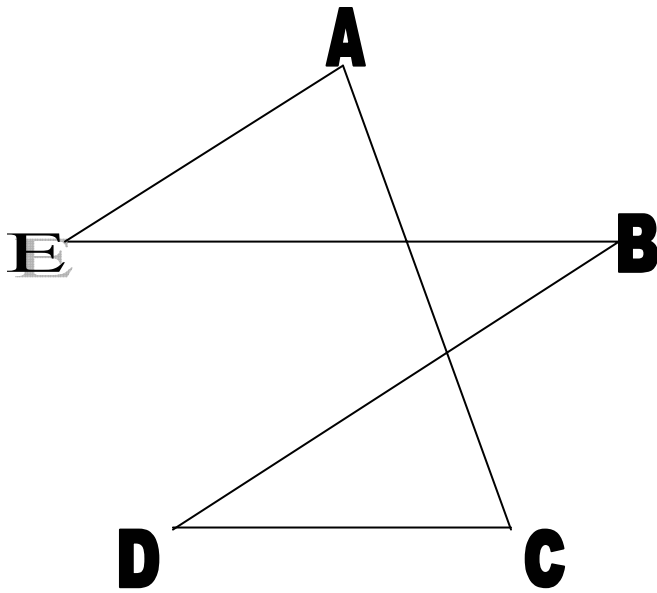
Lintasan ini mempunyai panjang
 $15+6+14+9+17=61$

Lintasan kedelapan (A-C-B-E-D-A)



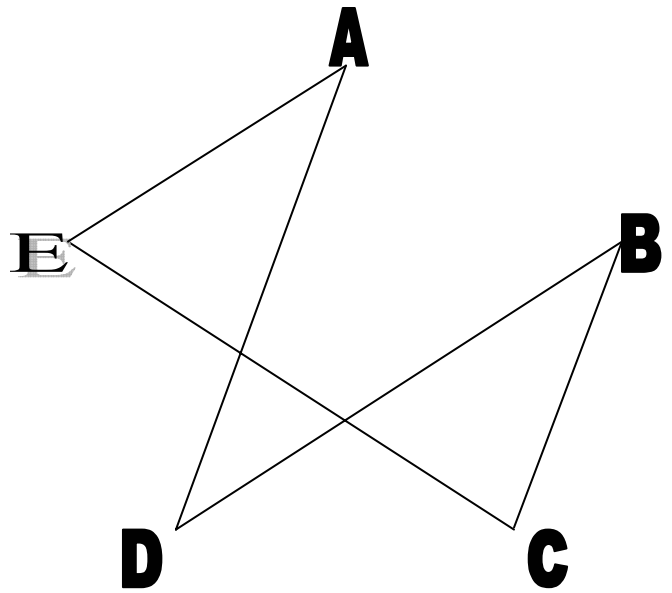
Lintasan ini mempunyai panjang
 $15+6+13+9+24=67$

Lintasan kesembilan (A-C-D-B-E-A)



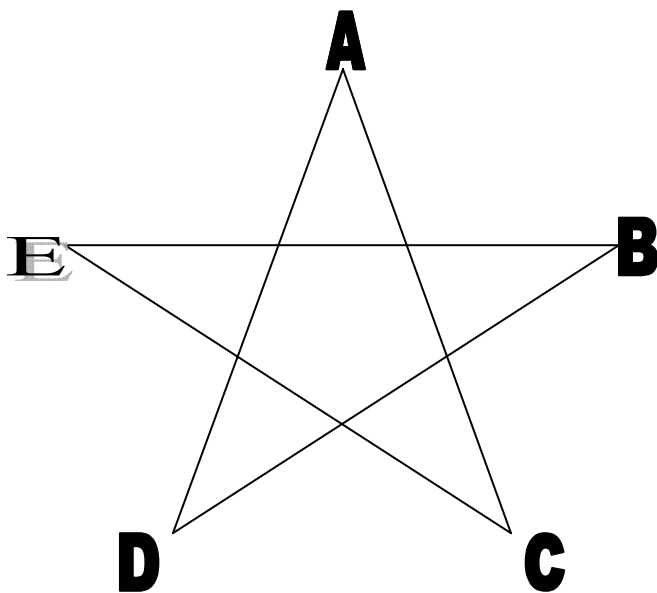
Lintasan ini mempunyai panjang
 $15+8+14+13+17=67$

Lintasan kesebelas (A-D-B-C-E-A)



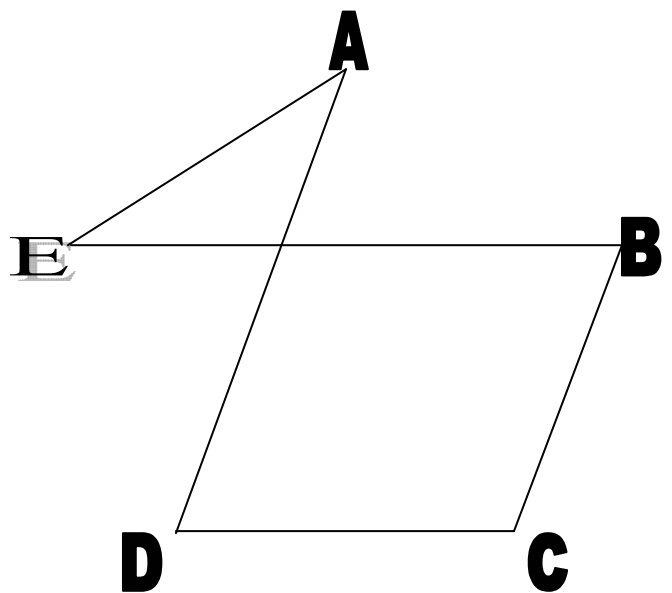
Lintasan ini mempunyai panjang
 $24+14+6+11+17=72$

Lintasan kesepuluh (A-C-E-B-D-A)



Lintasan ini mempunyai panjang
 $15+11+13+14+24=77$

Lintasan keduabelas (A-E-B-C-D-A)



Lintasan ini mempunyai panjang :
 $24+8+6+13+17=68$

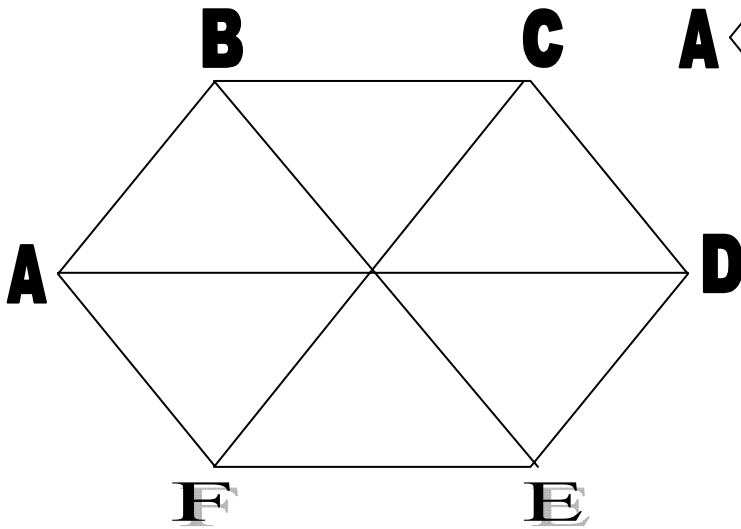
Dengan mengambil lintasan A-B-C-D-E-A dengan panjang 52 kilometer, kita mendapatkan lintasan yang terpendek .

b. Graf Tak Lengkap

Jika graf tak lengkap, maka persoalan tidak bisa diselesaikan dengan rumus $(n-1)!/2$. Harus dicari sirkuit hamiltonnya dengan cara manual atau cara biasa. Setelah itu langkahnya tetap sama yaitu dengan membandingkan sirkuit hamiltonnya.

Contoh graf tak lengkap misalnya. PT Antar harus mengirim paket ke 5 tempat dimana 2 tempat tidak bisa diakses langsung 2 tempat tersebut hanya bisa diakses melewati 3 tempat lainnya dan antara kedua tempat tadi tidak mempunyai sisi.

Gambar graf dari graf tak lengkap diatas



Jarak A ke B adalah 10, jarak A ke D adalah 20, jarak A ke F adalah 12, jarak B ke C adalah 7, jarak B ke E adalah 15, jarak C ke D adalah 8, jarak C ke F adalah 14, jarak D ke E adalah 9, jarak E ke F adalah 6.

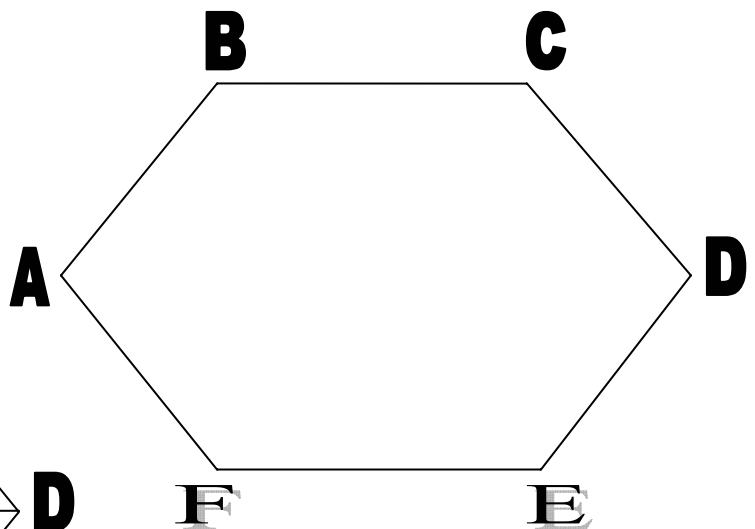
Sekarang kita anggap A sebagai tempat PT antar, sedangkan B-F adalah tempat tujuan. Cari sirkuit Hamilton yang ada.

Sirkuit hamiltonnya:

- (A-B-C-D-E-F-A)
- (A-B-C-F-E-D-A)
- (A-B-E-F-C-D-A)
- (A-B-E-D-C-F-A)
- (A-F-E-B-C-D-A)
- (A-F-C-B-E-D-A)

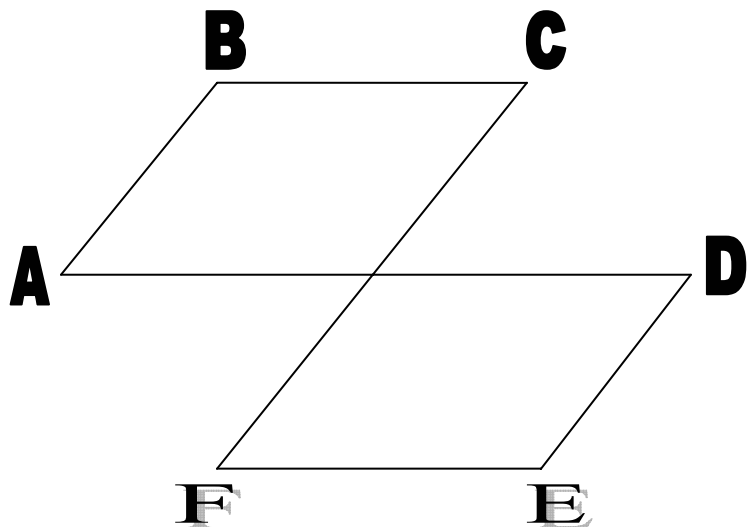
Lalu setelah ada sirkuit hamiltonnya maka dengan cara yang sama kita buat upagraf nya menurut sirkuit hamilton.

Lintasan pertama (A-B-C-D-E-F-A)



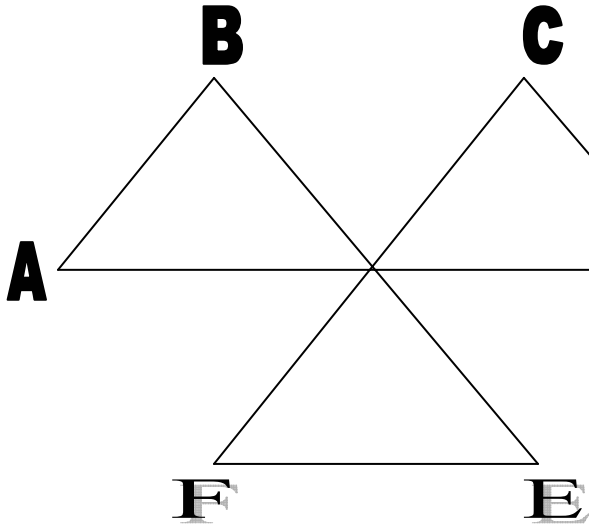
Mempunyai panjang lintasan sebesar $10+7+8+9+6+12=52$

Lintasan kedua (A-B-C-F-E-D-A)



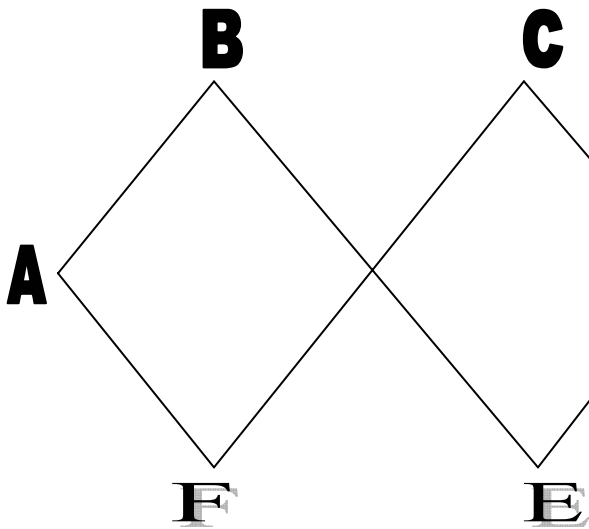
Mempunyai panjang lintasan sebesar
 $10+7+14+6+9+20=66$

Lintasan ketiga (A-B-E-F-C-D-A)



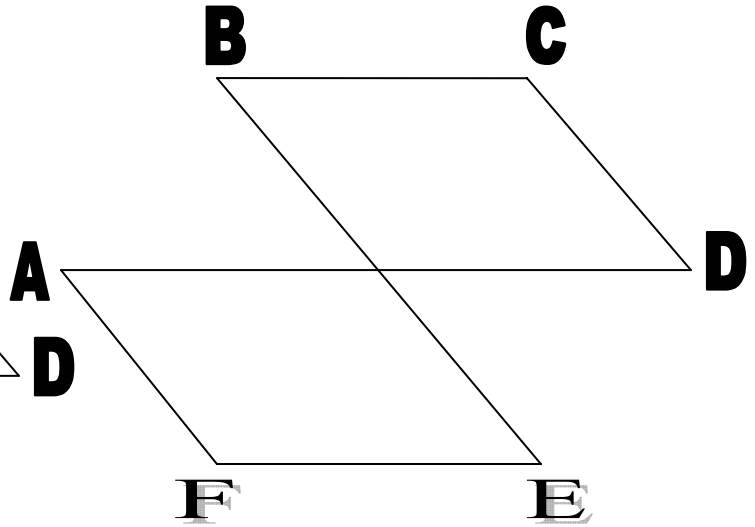
Mempunyai panjang lintasan sebesar
 $10+15+6+14+8+20=73$

Lintasan keempat (A-B-E-D-C-F-A)



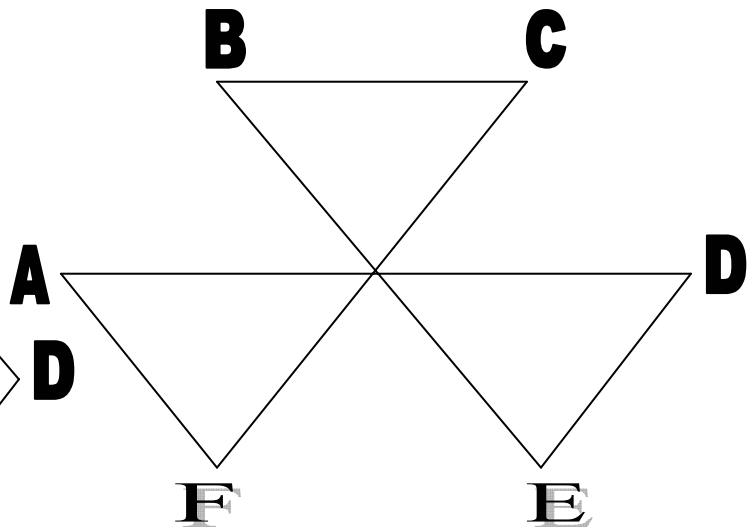
Mempunyai panjang lintasan sebesar
 $10+15+9+8+14+12=68$

Lintasan kelima (A-F-E-B-C-D-A)



Mempunyai panjang lintasan sebesar
 $12+6+15+7+8+20=68$

Lintasan keenam (A-F-C-B-E-D-A)



Mempunyai panjang lintasan sebesar
 $12+14+7+15+9+20=77$

Dengan mengambil lintasan A-B-C-D-E-F-A dengan panjang 52 kilometer, kita mendapatkan lintasan yang terpendek .

5. Kesimpulan & Analisis

Dengan memilih lintasan terpendek maka perusahaan jasa tersebut bisa mengurangi biaya pengeluaran untuk transportasi. Dengan begitu bisa menekan pengeluaran, dari segi bahan bakar. Akan tetapi hal ini masih diluar pertimbangan faktor-faktor yang menghambat perjalanan.

Seperti yang kita ketahui metode pedagang keliling akan mudah dilakukan jika grafnya adalah graf lengkap. Jika tidak lengkap, maka tidak bisa menggunakan rumus $(n-1)!/2$ untuk menentukan jumlah lintasan. Akan tetapi mencari sirkuit Hamilton masih bisa.

Jika persoalan yang ditemui tidak terdapat sirkuit hamilton maka metode pertama tidak bisa digunakan. Jadi pencarian harus lewat manual.

Aplikasi pada jumlah simpul yang banyak (lebih dari 5) akan membuat manusia sulit dalam menghitungnya. Jadi sebaiknya serahkan penghitungan kepada program komputer.

Persoalan ini juga mengungkap permasalahan transportasi kita. Jika kita mengaplikasikan metode diatas untuk cara kita bepergian, maka kita juga bisa mendapat keuntungan dari penghematan bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

Santoso, Judhi S. (1993). Catatan Kuliah Teori Graph dan Aplikasinya. Teknik Informatika, ITB.

Gibbons, Alan. (1985). Algorithmic Graph Theory. Cambrige University Press.

Travelling Salesman Problem.

<http://www.en.wikipedia.org/w/Theorygraph/TravellingSalesmanProblem>. diakses 2 january 2007 pukul 19.00.

E. L. Lawler and Jan Karel Lenstra and A. H. G. Rinnooy Khan and D. B. Shmoys (1985). *The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons.

G. Gutin and A. P. Punnen (2006). *The Traveling Salesman Problem and Its Variations*. Springer

Shortest Path Problem.

<http://www.en.wikipedia.org/w/Theorygraph/ShortestPathProblem>. diakses 2 january 2007 pukul 19.00.

