

Pencarian Jalur Pengiriman Paket Terbaik dengan Pendekatan Branch and Bound

Royyan Abdullah Dzakiy / 13515123
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13515123@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Dalam pengiriman paket barang, dibutuhkan pemahaman atas lokasi sehingga pengiriman yang dilakukan menjadi lebih efektif dan efisien. Ia dapat meningkatkan produktifitas dan memudahkan pengirim paket dari segi ekonomi dan juga waktu karena semua pengiriman telah tuntas dilakukan dan lintasan yang ditempuh adalah lintasan paling optimum. Dengan menggunakan pendekatan Travelling Salesperson dan Branch and Bound, dapat ditemukan jalur optimum berdasarkan jarak tempuh.

Kata Kunci—pengiriman paket, branch and bound, optimasi, lintasan.

I. PENDAHULUAN

1.1 Permasalahan Pencarian Lintasan Terpendek

Dalam segala aspek kehidupan, selalu dibutuhkan pencarian jalur yang optimum untuk menyelesaikan masalah. Contoh masalah yang dibahas adalah pada permasalahan seorang pengirim barang yang harus mengirimkan paketnya ke beberapa poin dan kemudian kembali ke tempat kerjanya. Tentunya jika lokasi pengiriman yang ada memiliki jarak yang berjauhan, pemilihan jalur yang terbaik akan jauh menghemat biaya perjalanan dan waktu. Permasalahan lain adalah pada jalur penentuan jalur transportasi yang hendak dipilih oleh seorang supir. Ia akan berusaha menemukan jalur terpendek dan efisien yang bisa ditemukan untuk. Pencarian lintasan terdekat telah menjadi permasalahan yang terus dicari solusi terbaiknya.

Tentunya permasalahan ini telah menyinggung banyak peneliti dan saintis. Mereka ditantang untuk menyelesaikan permasalahan itu dengan sains dan teknologi. Berbagai permasalahan itu mereka formulakan dengan berbagai parameter penghitungan. Pendekatan yang dapat dilakukan berbeda-beda, tergantung pada kasus yang dihadapi. Beberapa solusi untuk permasalahan besar adalah navmesh atau visibility graph. Banyak juga permasalahan yang dapat diselesaikan menggunakan algoritma dasar seperti A*. Seluruh algoritma penyelesaian tersebut digunakan untuk memudahkan dalam proses memutuskan sesuatu.

Hal ini tentu akan berdampak pada seberapa optimal suatu solusi diselesaikan dimana solusi yang dihasilkan biasanya belum sempurna, tapi didekati sedemikian rupa sehingga mendekati sempurna.

1.2 Pengiriman Paket

Pengiriman barang dan logistik telah menjadi suatu kebutuhan yang besar di masyarakat perkotaan. Terutama untuk daerah yang terus berkembang dan membutuhkan pemasukan. Hal ini juga telah ditunjang dengan semakin meningkatnya kebutuhan digital dimana dengan kemudahan teknologi digital, orang-orang lebih suka untuk membeli barang atau jasa secara online, kemudian meminta untuk dikirimkan langsung ke lokasi pembeli. Menurut data bps, untuk daerah kabupaten tulungagung sendiri terjadi pengiriman paket sejumlah 15.334 kali dan penerimaan paket sejumlah 14.825 buah. Tentunya paket yang dikirimkan dan sampai tersebut masih akan dikirimkan kepada sang pemilik, dimanapun mereka berada.

Pada kota-kota besar, pengiriman paket menjadi sesuatu yang sangat lazim, bahkan sebagai kebutuhan sehari-hari. Dalam pengiriman paket tersebut tata kota yang cukup kompleks mengharuskan pihak pengirim untuk selalu siap dengan peta digital dan jalur yang paling baik dan efisien. Hal tersebut dikarenakan perjalanan yang jauh serta pengiriman yang banyak akan banyak memakan biaya uang maupun waktu. Jika perusahaan mampu mengelola hal tersebut dengan baik, maka akan jauh meningkatkan efisiensi dan menambahkan pemasukan bagi perusahaan.



Gambar 1.2.1 : Gojek mengirimka paket^[7]
 Sumber: <https://www.tokopedia.com/izzzara/paket-khusus-pengiriman-dg-gojek-gosend-20-gerigen>



Gambar 1.2.2 : Gojek gosend
 Sumber: <http://www.gojakgojek.com/2016/06/cara-kirim-barang-lewat-gojek.html>

Namun, disayangkan untuk daerah perumahan yang kecil seringkali belum terpetakan dengan baik, sehingga pengguna layanan peta digital seringkali kesulitan dalam mengidentifikasi lokasi yang tepat dan belum dapat menentukan jalur yang paling efisien untuk ditempuh di dalam perumahan tersebut. Kali ini penulis ingin mendemonstrasikan penggunaan algoritma Branch and Bound dalam rangka mencari solusi dari permasalahan tersebut, dengan lebih spesifik yaitu pada perumahan Cigadung Permai.

II. DASAR TEORI

2.1 Graf

Graf terdiri dari vertex atau simpul dan juga edge atau penghubung. Graf memiliki derajat berupa seberapa banyak simpul pada graf tersebut. Graf sendiri dapat dilambangkan dengan $G = (V,E)$ dimana V adalah jumlah Vertice atau simpul dan E berupa Edge atau keterhubungan.

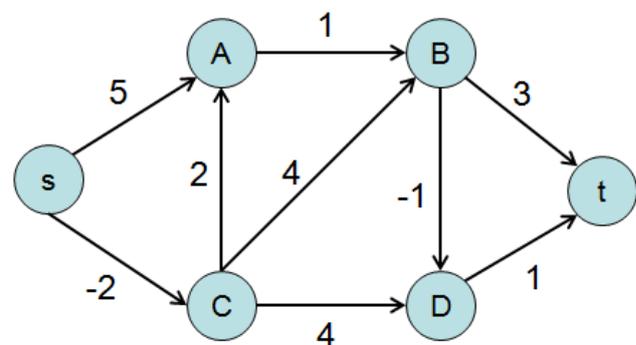
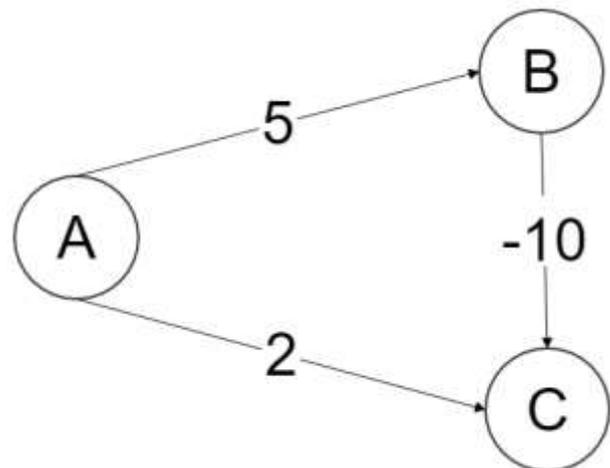
$$V = \{ v1, v2, v3, \dots, vn \}$$

$$E = \{ e1, e2, e3, \dots, en \}$$

Seringkali suatu permasalahan dapat dipetakan menjadi graf dengan menggunakan titik serta keterhuubungan antar titik.

Jenis Graf sesuai arah:

1. Graf tidak berarah = tidak memiliki arah tertentu pada sisinya
2. Graf berarah = memiliki arah pada tiap sisinya



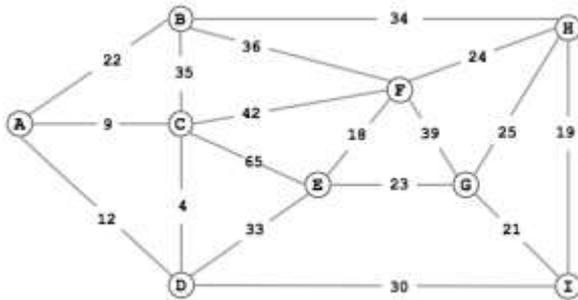
Gambar 2.1.1 : Graf Tidak Berarah
 Sumber: <https://stackoverflow.com>

Gambar 2.1.2 : Graf Berarah

Sumber: <https://www.cpp.edu/>

Jenis Graf untuk merepresentasikan informasi:

1. Graf berbobot = graf yang memiliki bobot pada tiap sisinya dan disebut bobot. Bobot ini dapat merepresentasikan berbagai informasi seperti berat, biaya and berbagai informasi lain yang terukur.



Gambar 2.1.3 : Graf Berbobot

Sumber:

<http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring11/cos226/exercises/mst.png>

2.2 Travelling Salesperson Problem

Diberikan sekumpulan perkotaan dengan cost atau biaya tertentu untuk menjelajahi antar kota, Traveling Salesperson Problem atau TSP merupakan permasalahan untuk mencari suatu lintasan termurah dengan mengunjungi tiap kota satu kali dan kembali ke tempat semula. pada persoalan kali ini, biaya perjalanan memiliki harga yang sama untuk arah dari X ke Y dengan Y ke X.

Persoalan ini biasa dipetakan dalam bentuk graf dan pada contoh sebelumnya, kota dipetakan sebagai simpul atau vertice. Maka pada TSP dicari suatu cara terbaik untuk mengunjungi semua simpul dalam suatu graf dengan dimulai dari suatu simpul dan kembali ke simpul tersebut. Cara terbaik yang dimaksud dapat diukur dengan berbagai cara, misalnya saja waktu tempuh, biaya bahkan jarak.

Terkadang sederhananya penyampaian persoalan ini bisa menipu. Persoalan TSP adalah salah satu persoalan yang paling banyak dipelajari pada komputasi matematika dan hingga sekarang masih belum juga dapat ditemukan solusi atau cara penyelesaian yang umum untuk semua kasus. Penyelesaiannya bisa berbeda-beda tergantung kasus yang dihadapi.

Meskipun kompleksitas dari TSP sendiri tidak diketahui, namun selama 50 tahun, telah dilakukan studi yang mendalam terhadapnya dan telah menghasilkan berbagai solusi untuk berbagai persoalannya dalam bidang

optimasi matematika.

2.3 Branch and Bound

Branch and bound adalah suatu teknik yang digunakan untuk melakukan pencarian pada jalur terdekat dan menyelesaikan permasalahan Travelling Salesperson Problem. Branch and bound menyelesaikannya melalui langkah sebagai berikut.

Pencarian ke simpul solusi dapat dilakukan dengan memilih simpul hidup berdasarkan nilai ongkos (cost). Dimana tiap nilai ongkos tersebut dibatasi oleh suatu nilai batasan (*bound*). Nilai batas dapat berupa :

- jumlah simpul dalam upapohon X yang perlu dibangkitkan sebelum simpul solusi ditemukan
- panjang lintasan dari simpul tertentu ke simpul solusi terdekat

Untuk memilih simpul mana yang akan menjadi simpul yang dipilih, maka simpul yang hidup tersebut diurutkan berdasarkan nilai batasnya.

Adapun fungsi heuristik yang digunakan untuk menghitung taksiran nilai dinyatakan sebagai berikut:

$$c(i) = f(i) + g(i)$$

dimana,

$c(i)$ = ongkos untuk simpul i

$f(i)$ = ongkos mencapai simpul I dari akar

$g(i)$ = ongkos mencapai simpul tujuan dari simpul

i

nilai c digunakan untuk mengurutkan pencarian yang dilakukan. Simpul yang selanjutnya dipilih dan melanjutkan simpul yang memiliki c minimum.

Berikut adalah algoritma Branch and Bound,

1. Masukkan suatu simpul awal atau akar ke antrian Queue. Jika simpul tersebut adalah solusi maka stop.
2. Jika Queue kosong, maka tidak ada solusi, stop.
3. Jika Queue tidak kosong, maka pilih dari antrian Queue simpul I yang mempunyai cost atau $c(i)$ minimum. Jika terdapat beberapa simpul i , maka pilih secara acak.
4. Jika suatu simpul I adalah solusi, maka solusi ditemukan dan stop. Jika bukan, maka hidupkan anak simpulnya. Jika tidak mempunyai anak lanjut ke langkah 2.
5. Untuk tiap anak j dari suatu simpul, hitung costnya $c(j)$, dan masukkan kedalam Queue.
6. Kembali ke langkah 2.

III. PEMBAHASAN

A. Kasus wilayah perumahan: Cigadung Permai



Gambar 3.a.1: Peta perumahan Cigadung Permai
Sumber: maps.google.com

Cigadung Permai adalah salah satu perumahan yang terdapat di wilayah cigadung. Seperti kebanyakan perumahan lainnya, ia tersusun padat oleh rumah-rumah yang jarak tidak terlalu berjauhan. Namun dengan kepadatan itu, terkadang sulit menentukan jalur yang paling efisien untuk berkunjung ke tiap rumah dan mengirimkan paket. Tak jarang juga, baik di kasus perumahan Cigadung Permai maupun perumahan lainnya, pengirim harus berputar berkeliling dan melewati jalan yang tidak selalu ideal. Hal ini tentunya berdampak pada tidak hematnya ongkos perjalanan serta waktu total pengiriman, belum lagi jika rumah yang harus dikunjungi ada banyak dan terpecah-pecah.

Pada makalah kali ini, penulis mencoba menggunakan peta Cigadung Permai dalam mengulas pembuatan lintasan pengiriman paket.

B. Penarikan informasi pada peta

Untuk bisa melakukan pencarian jalur paling efisien, dapat digunakan algoritma Branch and Bound. Namun sebelum itu, peta geografis harus di konversi menjadi bentuk yang dapat dibaca dan dipahami. Kali ini informasi yang diambil adalah jalan yang ada pada perumahan serta titik atau simpul berupa rumah yang menjadi tujuan pengiriman.



Gambar 3.b.1 : Peta Cigadung Permai dengan penandaan jalur perumahan
Sumber: maps.google.com

Dapat dilihat bahwa dari gambar terbentuk suatu graf, yang dalam hal ini adalah graf dua arah. Tentunya jika graf dalam satu arah saja itu tidak terlihat selayaknya dunia nyata (kecuali pada jalur *one-way*).

Setelah didapati informasi jalur perumahan yang terdapat pada gambar, dihitung juga jarak dari suatu titik rumah ke rumah lain. Hal ini dihitung dengan fitur *google maps* untuk mencari jarak antar titik. Namun dikarenakan masalah ketepatan atau presisi dalam pemosisian titik, terlalu sulit untuk mendapatkan posisi yang pasti betul, namun disini penulis membulatkan jarak antar titik pada nilai terdekat dengan error +/- 5 meter.

Agar dapat jarak antar titik dapat dilihat, berikut adalah visualisasi dari keterhubungan antar titik dalam matriks kedekatan. Kelak informasi pada matriks ini juga yang akan diproses oleh algoritma Branch and Bound yang telah dibuat.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	∞	80	130	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	80	∞	160	205	∞	255	120	310	300
3	130	160	∞	115	∞	180	170	250	230
4	∞	205	115	∞	120	160	115	193	300
5	∞	∞	∞	120	∞	∞	∞	∞	∞
6	∞	255	180	160	∞	∞	150	100	210
7	∞	120	170	115	∞	150	∞	200	285
8	∞	310	250	193	∞	100	200	∞	55
9	∞	300	230	300	∞	210	285	55	∞

Gambar 3.b.2 : Matriks kedekatan sesuai jarak antar titik pada peta

C. Pengolahan informasi peta

Dengan informasi yang sudah berhasil di ekstrak dari peta, maka dapat dilakukan pengolahan terhadap informasi tersebut dengan menggunakan algoritma Branch and Bound. Dikarenakan ukuran matriks yang cukup besar, maka kali ini digunakan program Branch and Bound dari tugas kecil yang sebelumnya pernah dikasih untuk menemukan solusi paling baik.

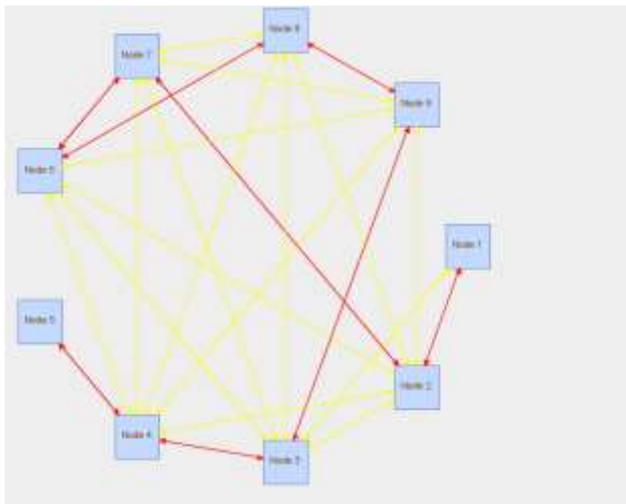
Program ini dijalankan dengan memasukkan matrix oleh user dalam bentuk file, dan kemudian akan diolah oleh program dengan melakukan tur graf lengkap. Selanjutnya program akan menghasilkan urutan lintasan paling baik serta bobotnya (*cost*).

Dari pengolahan informasi oleh program, maka didapatkan bahwa jarak paling minimum yang ditempuh adalah sebesar 1534.5 meter, dan melalui urutan titik sebagai berikut:

1-2-7-6-8-9-3-4-5

```
Cost : 1534.50
Child : 41789
Time : 1.97
1 2 7 6 8 9 3 4 5
```

Gambar 3.c.1 : Hasil dari pengolahan informasi peta



Gambar 3.c.2 : Graf pemilihan solusi

C. Hasil Pengolahan informasi peta

Berdasarkan solusi yang didapatkan dari pengolahan informasi, maka diketahui bahwa jalur paling cepat untuk melintasi tiap rumah adalah dengan melakukan putaran seperti angka 8 (menuju simpul kiri 1-2-7-6-8-9 baru berlanjut ke simpul kanan 3-4-5). Hal ini tentu masuk akal, jika sudut pandang yang digunakan adalah graf, yaitu suatu jalan tidak akan atau sisi tidak akan dilalui 2 kali.

Namun pada realita persoalan kali ini, solusi yang didapatkan menuntut kita menempuh jalan yang ada di depan rumah 3 sebanyak dua kali, hal ini tersebut pada peta yang didapat, rumah 3 berada didalam suatu jalan sehingga memungkinkan hal tersebut terjadi. Sedangkan simpul 1 dan 2 tidak akan dilalui lagi, maka terjadilah hal tersebut. Terdapat juga beberapa pertimbangan terkait solusi yang didapatkan :

- Terdapat kekurangan bahwa jarak antar titik yang diambil adalah jarak dengan hasil pembulatan. Hal ini berarti terdapat kemungkinan jarak yang terlalu panjang atau pendek.
- Pada proses penarikan informasi jarak, didapati bahwa proses yang dilakukan oleh google maps tidak mempertimbangkan kedalaman atau lekukan pada jalan, sehingga sekali lagi jarak tidak sepenuhnya tepat.
- Bisa jadi ada lebih dari satu solusi yang didapatkan untuk lintasan paling optimal.

IV. KESIMPULAN

Dalam permasalahan penentuan lintasan pengiriman paket, dapat digunakan algoritma Branch and bound. Namun, dalam dunia nyata, tidak akan sesimpel itu, dikarenakan terdapat berbagai faktor lain yang harus dipertimbangkan. Terkadang faktor-faktor tersebut begitu dinamis dan tidak bisa semudah itu ditampilkan dalam bentuk angka sehingga akan memberikan tantangan tersendiri untuk mengolahnya menjadi solusi yang dapat diterima dan optimal. Maka dalam kasus yang lebih akurat dan kompleks, solusi ini tidak sepenuhnya tepat.

Meski begitu, dengan segala asumsi dan keterbatasan yang ada, dan dengan memberikan heuristik yang sesuai, algoritma Branch and bound akan memberikan hasil yang optimal. Dan seiring dengan peningkatan kemampuan ekstraksi informasi, algoritma ini akan terus berkembang dan semakin luas digunakan terutama dalam rangka memberikan layanan penentuan lintasan dan sistem pengiriman yang lebih baik.

IV. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan syukur sebesar-besarnya kepada Allah SWT. Tuahn yang Maha Kuasa, karena makalah ini dapat tersusun dengan baik. Penulis berterimakasih kepada Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT. yang telah membimbing penulis dalam penulisan makalah inimelalui perkuliahan Strategi Algoritma. Penulis mengucapkan terimakasih terkhusus kepada Faiz Haznimtrama karena tempat tinggalnya telah menjadi inspirasi bagi penulis. Juga kepada Husnulzaki yang telah khusus langsung membantu penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang berperan dalam penyusunan makalah in.

REFERENSI

- [1] Munir Rinaldi, "Matematika Diskrit Rivisi Keenam", Informatika Bandung, September 2016
- [2] <https://tulungagungkab.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/728>, diakses pada 17 Mei 2017
- [3] <http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/problem/>, diakses pada 18 Mei 2017
- [4] <http://www.maths.ed.ac.uk/~aar/papers/wilsongraph.pdf>, diakses pada 18 Mei 2017
- [5] Wilson Robin, "Introduction to Graph Theory Fourth Edition", Essex: Prentice Hall, 1998
- [6] http://math.tut.fi/~ruohonen/GT_English.pdf, diakses pada 18 Mei 2017
- [7] <http://Stackoverflow.com>

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 19 Mei 2017



Royyan Abdullah Dzakiy / 13515123