

Penentuan Lintasan Terbaik Dengan Algoritma *Dynamic Programming* Pada Fitur *Get Driving Directions* Google Maps

Michael Ingga Gunawan 13511053
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
michael.ingga@students.itb.ac.id

Abstrak—Google, sebagai mesin pencari terbesar di dunia, telah diakui dan dikenal oleh seluruh penjuru dunia akan fitur-fitur dan inovasi-inovasi yang telah dikembangkan olehnya. Salah satu permasalahan yang sering kita hadapi ketika sedang bepergian untuk rekreasi atau jalan-jalan ke suatu tempat adalah terkadang kita tidak mengetahui arah dan jalur yang tepat untuk mencapai tujuan tersebut dan mengetahui berapa lama kita dapat mencapai tujuan tersebut, jika mengambil salah satu jalur tersebut. Untuk itu, Google telah menyediakan salah satu inovasinya bernama Google Maps yang merupakan salah satu penyedia aplikasi peta yang menyediakan fitur *Get Driving Directions* untuk para penggunanya. Pada saat kita menggunakan fitur ini dan telah menentukan tempat tujuan kita, maka Google Maps akan memberikan beberapa alternatif pilihan jalur yang bisa kita lewati. Pada kesempatan kali ini, kita akan menguji apakah jalur yang disarankan oleh Google Maps tersebut merupakan lintasan terbaik dengan menggunakan algoritma *Dynamic Programming*.

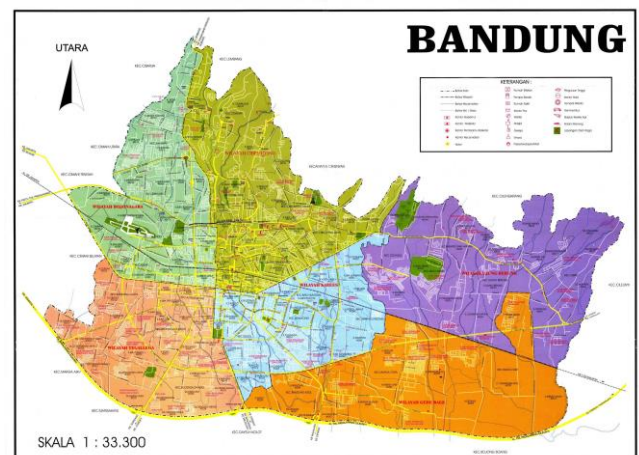
Kata Kunci—*Dynamic programming, maps, optimum solution, path finding.*

I. PENDAHULUAN

Beberapa tahun yang lalu, peta sering kita gunakan untuk mengetahui arah dan jalur yang tepat untuk mencapai suatu tempat tujuan tertentu. Di dalam peta tersebut terdapat berbagai macam informasi mengenai jalur-jalur yang ada, tempat-tempat yang kita ingin kunjungi beserta daerah-daerah tertentu yang merupakan dataran tinggi, dataran rendah, sungai, gunung, dan lain-lain.

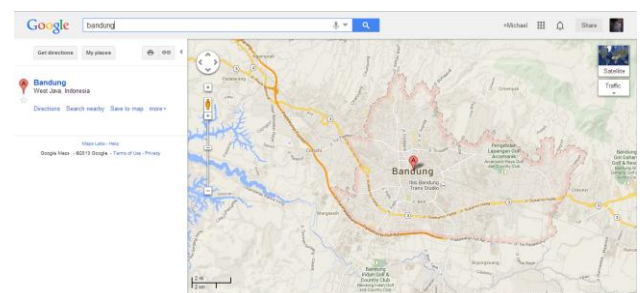
Secara harafiah, peta adalah gambaran permukaan bumi pada bidang datar dengan skala tertentu melalui suatu sistem proyeksi. Peta dapat disajikan dalam berbagai macam cara yang berbeda, mulai dari peta konvensional yang tercetak hingga peta digital yang tampil di layar computer. Asal mula istilah peta ini berasal dari Bahasa Yunani *mappa* yang berarti sebuah taplak atau kain penutup meja. Namun, secara umum pengertian peta adalah lembaran seluruh atau sebagian permukaan bumi pada bidang data yang diperkecil dengan menggunakan skala tertentu.

Sebuah peta adalah representasi dua dimensi dari suatu ruang tiga dimensi. Ilmu yang mempelajari pembuatan peta disebut kartografi. Banyak peta yang mempunyai skala, yang menentukan seberapa besar objek pada peta dalam keadaan yang sebenarnya.



Gambar 1.1 Peta Konvensional Bandung

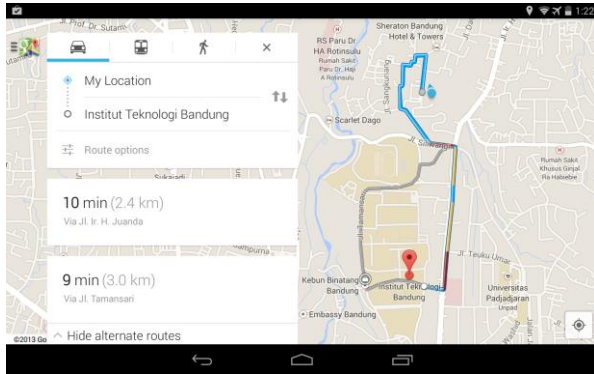
Seiring dengan berkembangnya teknologi, peta konvensional pun berkembang menjadi peta digital yang dapat berada pada perangkat elektronik yang ada seperti handphone, GPS, dsb. Peta digital menjadi salah satu kebutuhan yang diperlukan oleh kita ketika kita sedang ingin bepergian ke suatu tempat.



Gambar 1.2 Peta Digital Bandung dalam Google Maps

Salah satu peta digital yang diakui dan paling banyak

dikenal oleh seluruh dunia adalah Google Maps. Google Maps adalah sebuah aplikasi penyedia pemetaan pada web yang menyediakan berbagai macam fitur-fitur seperti Google Ride Finder, Google Transit, Google Maps API, dan dapat menentukan rute atau jalur pada peta yang akan kita tuju dengan menggunakan tombol Get Driving Directions. Ketika kita menekan tombol tersebut, maka Google Maps akan menyarankan beberapa alternatif jalur yang akan kita lewati. Selain menyarankan beberapa alternative jalur, Google juga menampilkan jarak dari posisi awal hingga ke tujuan beserta estimasi waktu perjalanan bila kita mengambil jalur tersebut.



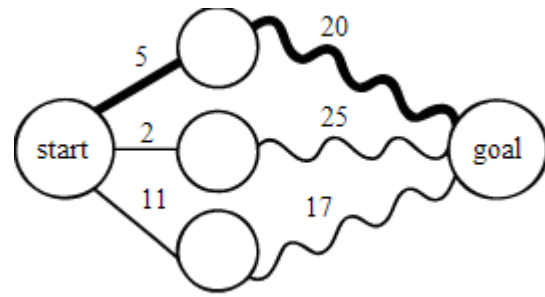
Gambar 1.3 Beberapa Jalur Alternatif yang disarankan oleh Google Maps untuk menuju Institut Teknologi Bandung

Masalah yang sering ditemui ketika kita menggunakan peta konvensional adalah kita harus mengetahui posisi kita berada, jalur yang akan kita pilih dan harus mencari daerah tempat tujuan tersebut dalam peta konvensional. Dengan adanya Google Maps ini, masalah-masalah yang kita sering temui dalam peta konvensional sudah terselesaikan.

Beserta masalah tentang jalur mana yang harus kita ambil pada saat bepergian. Namun, apakah jalur-jalur yang disarankan oleh Google Maps tersebut merupakan jalur-jalur terbaik yang ada. Untuk membuktikan hal tersebut, maka akan digunakan algoritma Dynamic Programming dalam menentukan jalur yang terbaik yang dapat kita ambil.

II. DASAR TEORI

Pemrograman Dinamis atau yang biasa disebut Dynamic Programming adalah salah satu strategi algoritma atau desain algoritma selain Breadth First Search Algorithm (BFS), Depth First Search Algorithm (DFS), Greedy Algorithm, dan Divide and Conquer untuk menyelesaikan suatu persoalan. Metode pemecahan masalah tersebut adalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan tahapan (stage) yang nanti akan dipilih. Solusi dari persoalan tersebut dapat dipandang dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Istilah “program dinamis” ini muncul karena perhitungan solusi yang menggunakan tabel-tabel.



Gambar 2.1 Pencarian jalur terpendek dalam sebuah graph dengan menggunakan dynamic programming. Garis yang di bold merupakan jalur terpendek yang paling optimal yang ditemukan.

Karakteristik permasalahan yang dapat diselesaikan dengan menggunakan program dinamis :

1. Terdapat sejumlah berhingga pilihan yang mungkin yang kemudian nanti dipecah ke dalam beberapa upapilihan yang lebih sederhana.
2. Solusi pada setiap tahap dibangun dari hasil solusi tahap sebelumnya yang merupakan pilihan yang optimal dari pilihan yang ada.
3. Kita menggunakan persyaratan optimasi dan kendala untuk membatasi sejumlah pilihan yang harus dipertimbangkan pada suatu tahap untuk mencapai solusi global.

Terdapat beberapa perbedaan Algoritma Program Dinamis dengan Algoritma Greedy :

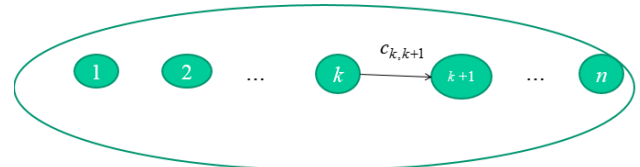
- Pada Algoritma Greedy, hanya satu rangkaian keputusan yang dihasilkan dari penyelesaian solusi permasalahan.
- Pada Algoritma Program Dinamis, terdapat lebih dari satu rangkaian keputusan yang dipertimbangkan yang dihasilkan dari penyelesaian solusi permasalahan.

Pada program dinamis, rangkaian keputusan yang optimal dibuat dengan menggunakan **Prinsip Optimalitas**.

Prinsip Optimalitas :

jika solusi total optimal, maka bagian solusi sampai tahap ke-k juga optimal.

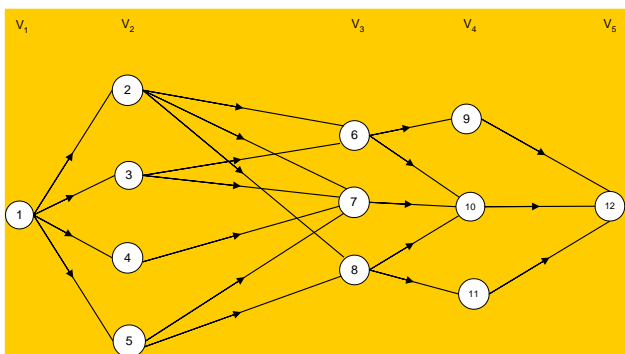
Prinsip optimalitas berarti bahwa jika kita bekerja dari tahap k ke tahap $k + 1$, kita dapat menggunakan hasil optimal dari tahap k tanpa harus kembali ke tahap awal. Ongkos pada tahap $k + 1 =$ (ongkos yang dihasilkan pada tahap k) + (ongkos dari tahap k ke tahap $k + 1$)



Gambar 2.2 Prinsip optimalitas

Karakteristik persoalan program dinamis :

1. Persoalan dapat dibagi menjadi beberapa tahap (stage), yang pada setiap tahap hanya diambil satu keputusan.
2. Masing-masing tahap terdiri dari sejumlah status (stage) yang berhubungan dengan tahap tersebut. Secara umum, status merupakan bermacam kemungkinan masukan yang ada pada tahap tersebut.
3. Hasil dari keputusan yang diambil pada setiap tahap ditransformasikan dari status yang bersangkutan ke status berikutnya pada tahap berikutnya.
4. Ongkos (cost) pada suatu tahap meningkat secara teratur (steadily) dengan bertambahnya jumlah tahapan.
5. Ongkos pada suatu tahap bergantung pada ongkos tahap-tahap yang sudah berjalan dan ongkos pada tahap tersebut.
6. Keputusan terbaik pada suatu tahap bersifat independen terhadap keputusan yang dilakukan pada tahap sebelumnya.
7. Adanya hubungan rekursif yang mengidentifikasi keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap k memberikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap $k + 1$.
8. Prinsip optimalitas berlaku pada persoalan tersebut.



Gambar 2.3 Multistage graph. Tiap simpul di dalam graf tersebut menyatakan status, sedangkan V_1, V_2, \dots menyatakan tahap.

Pada pemrograman dinamis terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan :

1. Program Dinamis Maju (*forward* atau *up-down*).
2. Program Dinamis Mundur (*backward* atau *bottom-up*).

Misalkan terdapat x_1, x_2, \dots, x_n menyatakan peubah (*variable*) keputusan yang harus dibuat masing-masing untuk tahap $1, 2, \dots, n$. Maka,

1. Program dinamis maju. Program dinamis bergerak mulai dari tahap 1, terus maju ke tahap 2, 3, dan seterusnya sampai tahap n . Runtunan peubah keputusan adalah x_1, x_2, \dots, x_n .

2. Program dinamis mundur. Program dinamis bergerak mulai dari tahap n , terus mundur ke tahap $n-1, n-2$, dan seterusnya sampai tahap 1. Runtunan peubah keputusan adalah x_n, x_{n-1}, \dots, x_1 .

Prinsip optimalitas pada Program Dinamis maju:

Ongkos pada tahap $k + 1 =$ (ongkos yang dihasilkan pada tahap k) + (ongkos dari tahap k ke tahap $k + 1$)

$k = 1, 2, \dots, n-1$

Prinsip optimalitas pada Program Dinamis mundur:

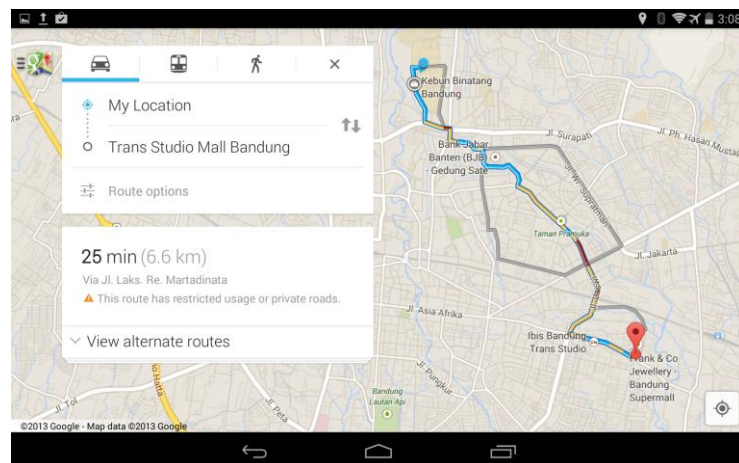
Ongkos pada tahap $k =$ (ongkos yang dihasilkan pada tahap $k + 1$) + (ongkos dari tahap $k + 1$ ke tahap k)

$k = n, n-1, \dots, 1$

Langkah-langkah pengembangan algoritma Program Dinamis :

1. Karakteristikan struktur solusi optimal.
2. Definisikan secara rekursif nilai solusi optimal.
3. Hitung nilai solusi optimal secara maju atau mundur.
4. Konstruksi solusi optimal.

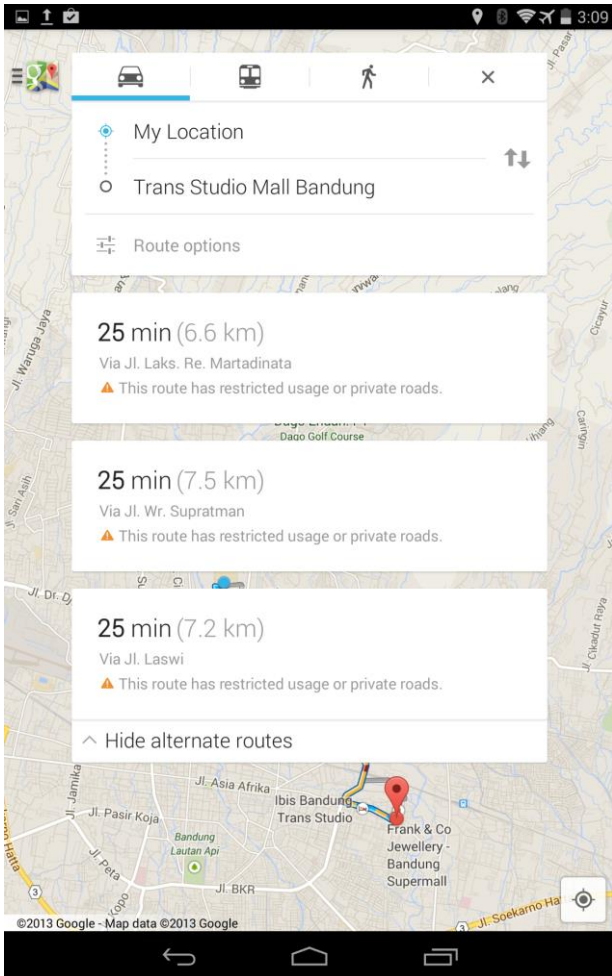
III. JALUR – JALUR YANG DIDAPAT PADA FITUR GET DRIVING DIRECTIONS GOOGLE MAPS



Gambar 3.1 Beberapa jalur yang disarankan oleh Google Maps dengan menggunakan fitur Get Driving Directions dari Institut Teknologi Bandung ke Trans Studio Mall (Bandung Supermall)

Berdasarkan permasalahan yang telah dibahas sebelumnya, bagaimana cara kita menentukan rute dan jalur yang terbaik untuk mencapai suatu tujuan yang telah kita tentukan. Dapat dilihat pada gambar 3.1, misalnya posisi kita berada pada Institut Teknologi Bandung dan ingin pergi ke Trans Studio Mall (Bandung Supermall), kemudian kita membuka Google Maps dan memasukkan tujuan yang kita ingin tuju tersebut. Setelah itu, pilih tombol “Get Driving Directions”, kemudian Google Maps akan memberikan jalur terbaik paling atas. Pada gambar 3.1 ditampilkan bahwa jarak yang dituju dari Institut

Teknologi Bandung ke Trans Studio Mall (Bandung Supermall) adalah 6.6 KM melalui Jalan Laksamana R.E. Martadinata dengan estimasi waktu 25 menit. Selain itu, terdapat pilihan view alternative route yang merupakan alternative jalur-jalur untuk menuju Trans Studio Mall (Bandung Supermall).



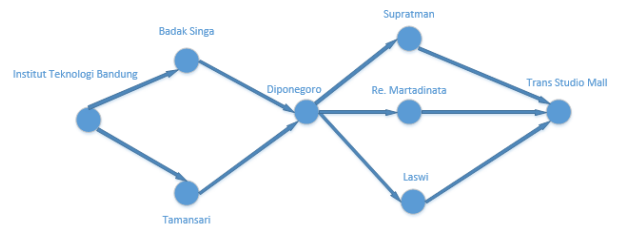
Gambar 3.2 Alternatif jalur yang diberikan oleh Google Maps untuk menuju Trans Studio mall (Bandung Supermall)

Dengan memilih “view alternative route” maka, akan ditampilkan 2 alternative jalan lain, yaitu :

1. Melalui Jalan Wr. Supratman dengan jarak 7.5 KM dengan estimasi waktu 25 menit.
2. Melalu Jalan Laswi dengan jarak 7.2 KM dengan estimasi waktu 25 menit.

IV. PENGUJIAN JALUR TERBAIK DENGAN MENGGUNAKAN DYNAMIC PROGRAMMING PADA PEMILIHAN JALUR YANG DISARANKAN OLEH GOOGLE MAPS

Dari data-data yang diberikan oleh Google Maps pada gambar 3.2, dapat dibuat atau dipecah menjadi beberapa alternative solusi jalur seperti ini.



Gambar 4.1 Pemecahan dari gambar 3.2 menjadi graf seperti berikut.

Dari gambar 4.1 yang telah dibuat, dapat ditentukan solusi mana yang paling tepat dengan menggunakan pemrograman dinamis. Untuk jarak antar titik graf tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

| No | Asal | Tujuan | Jarak |
|----|----------------------------|-------------------|--------|
| 1 | Institut Teknologi Bandung | Badak Singa | 1.1 KM |
| 2 | Institut Teknologi Bandung | Tamansari | 1.2 KM |
| 3 | Badak Singa | Diponegoro | 0.9 KM |
| 4 | Tamansari | Diponegoro | 0.7 KM |
| 5 | Diponegoro | Supratman | 3.2 KM |
| 6 | Diponegoro | RE Martadinata | 3 KM |
| 7 | Diponegoro | Laswi | 4 KM |
| 8 | Supratman | Trans Studio Mall | 2.3 KM |
| 9 | RE Martadinata | Trans Studio Mall | 1.7 KM |
| 10 | Laswi | Trans Studio Mall | 1.3 KM |

Dengan Menggunakan Algoritma Program Dinamis, Maka didapatkan hasil paling optimal pada jalur Institut Teknologi Bandung -> Tamansari -> Diponegoro -> RE Martadinata -> Trans Studio Mall

V. CONCLUSION

Dengan ini, dapat disimpulkan bahwa algoritma yang diugnakan oleh Google Maps pada fitur Get Driving Directions sudah optimal dan sesuai dengan hasil dari algoritma program dinamis yang menghasilkan solusi jalur-jalur yang optimal.

VII. ACKNOWLEDGMENT

Saya Michael Ingg Gunawan, sebagai penulis dari makalah ini, ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. dan Masayu Leylia Khodra, ST., M.T. yang telah bersedia menjadi dosen IF2211 – “Strategi Algoritma”. Terima kasih juga saya sampaikan kepada keluarga Labtek V beserta teman-teman Informatika 2011.

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. Strategi Algoritma. 2008. Bandung : Penerbit ITB.
- [2] <http://www.cs.berkeley.edu/~vazirani/algorithms/chap6.pdf>
- [3] [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2013-2014/Tugas%20Kecil%204%20\(2013\).docx](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2013-2014/Tugas%20Kecil%204%20(2013).docx)
- [4] <http://www.ccs.neu.edu/home/lieber/courses/csg110/sp08/project/project10/dyn-prog.htm>

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, 20 Desember 2013



Michael Ingga Gunawan 13511053