

Pengaplikasian Graf dan Algoritma Dijkstra dalam Masalah Penentuan Pengemudi Ojek Daring

Ilham Firdausi Putra / 13516140
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13516140@std.stei.itb.ac.id

Abstrak— Sepeda atau sepeda motor yang ditambangkan dengan cara memboncengkan penumpang atau penyewanya yang biasa disebut ojek adalah salah satu jenis transportasi yang tersedia di kota Bandung. Seiring perkembangan teknologi, muncul alternatif transportasi berupa ojek daring. Ojek daring memiliki berbagai keunggulan dibanding pendahulunya, ojek pangkalan atau ojek konvensional. Dengan ojek daring, pengguna bisa memesan ojek di mana saja dan kapan saja dengan beberapa klik dan sistem akan otomatis memilihkan pengemudi ojek bagi pengguna. Seiring semakin banyaknya pengguna dan pengemudi ojek daring, timbul masalah dalam memilih pengemudi bagi pengguna aplikasi. Penulis menyelesaikan masalah ini dengan menerapkan teori graf dan algoritma Dijkstra.

Kata Kunci—Ojek Daring, Graf, Algoritma Dijkstra, Jalur Terpendek.

I. PENDAHULUAN

Sepeda atau sepeda motor yang ditambangkan dengan cara memboncengkan penumpang atau penyewanya yang biasa disebut ojek adalah salah satu jenis transportasi yang tersedia di kota Bandung. Banyaknya tempat menempuh pendidikan yang lebih tinggi di kota Bandung menjadikan kota ini penuh dengan mahasiswa yang tidak dapat membawa alat transportasi sendiri dari kampung halamannya. Oleh karena itu, ojek menjadi salah satu alternatif transportasi pilihan para mahasiswa dalam bepergian.

Dalam praktiknya terdapat beberapa masalah pada ojek yang biasa disebut ojek pangkalan atau ojek konvensional seiring berkembangnya zaman ini. Salah satunya adalah masalah harga. Hanya Tuhan dan sang pengemudi ojeklah yang mengetahui berapa ongkos sebenarnya perjalanan yang baru saja si pengguna tempuh. Suatu hari harganya bisa bersahabat dengan kantong, hari lainnya bisa melambung sangat tinggi seakan-akan baru saja melakukan perjalanan antar kota. Apalagi jika sang pengemudi mengetahui pelanggannya sedang dalam keadaan terdesak. Selain masalah harga, terdapat permasalahan aksesibilitas. Sesuai namanya, ojek pangkalan biasa berkumpul di satu titik yang biasa mereka sebut pangkalan. Akibatnya pengguna ojek harus menyambangi pangkalan tersebut untuk dapat menggunakan jasa ojek. Masalah jarak dan letak pangkalan yang tidak strategis menjadikan ojek bukanlah pilihan pada saat terdesak.

Seiring perkembangan teknologi, muncul berbagai alternatif transportasi. Salah satunya adalah ojek daring. Berbeda dengan ojek konvensional, cara kerja ojek daring lebih fleksibel dan

transparan. Tidak ada pangkalan, tidak ada giliran dalam menarik pelanggan, praktik ojek berstandar, dan yang paling penting harga yang jelas. Pengguna ojek hanya perlu membuka ponsel pintarnya, menggunakan aplikasi ojek daring, dan memilih tujuan yang diinginkan. Aplikasi ojek daring dengan algoritmanya otomatis memilih pengemudi ojek daring bagi pengguna. Mulai dari sana sang pengemudi dapat berkomunikasi dengan pelanggannya dan bertemu di tempat yang telah ditentukan. Hal ini dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Dikarenakan kemudahan dan kenyamanannya, tidak sedikit mahasiswa yang berasal dari luar kota Bandung mengandalkan alternatif transportasi ini dalam bepergian.

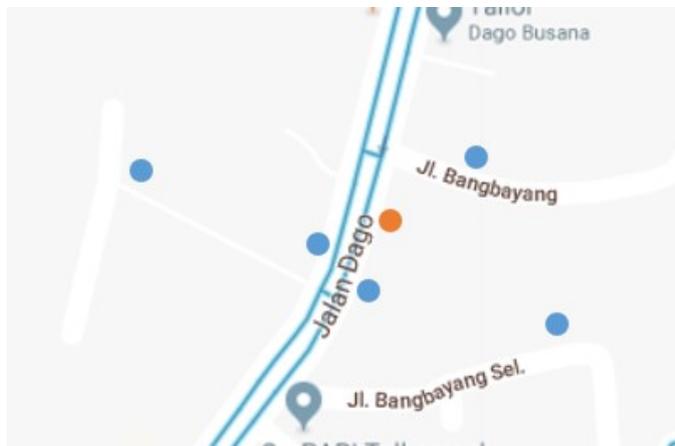
Tidak hanya mahasiswa sebagai pengguna, berbagai kalangan masyarakat juga merasakan manfaat akan munculnya ojek daring. Ojek daring telah membuka sebuah lapangan kerja baru bagi kalangan masyarakat yang memiliki waktu luang dan alat transportasi yang menganggur. Tidak hanya itu, ojek daring juga perlahan-lahan menggeser ojek konvensional dalam praktiknya. Dengan harga yang lebih kompetitif, standar dalam beroperasi, dan kemudahan mendapatkannya, ojek daring jelas keluar sebagai pemenang dalam bidang ini.



Gambar 1: Tampilan salah satu aplikasi ojek daring (Sumber: Aplikasi luring GO-JEK)

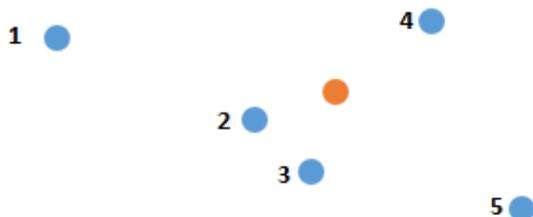
Pada tampilan aplikasi ojek daring tersebut dapat dilihat pengguna menentukan tempat ia dijemput dengan panah warna

biru dan tempat tujuan dengan panah warna oranye. Dapat dilihat aplikasi langsung menampilkan harga perjalanan berdasarkan jarak (2.6km) yang akan ditempuh oleh pengguna. Dengan menekan tombol “ORDER GO-RIDE” aplikasi langsung memilihkan pengemudi yang paling cocok dengan pengguna dan menghubungkan mereka. Di sini timbul masalah, aplikasi harus dapat memilih pengemudi yang paling cocok bagi sang pengguna. Untuk mendapatkan performa yang bagus, beberapa faktor harus diperhatikan.



Gambar 2: Tampilan Jl. Ir. H. Djuanda (Sumber: Google Maps)

Misalkan titik biru adalah pengemudi ojek daring dan titik oranye adalah orang yang ingin memesan ojek daring. Jika semua aspek dihilangkan kecuali pengemudi dan pengguna ojek daring akan dihasilkan gambar berikut.



Gambar 3: Tampilan Gambar 2 tanpa jalan

Jika dilihat sekilas, pengemudi ojek daring 2 atau 3 akan tampak sebagai pengemudi pilihan bagi sang pengguna aplikasi. Kenyataannya jalan memiliki berbagai aturan-aturan yang tidak bisa diabaikan. Masalah pemilihan pengemudi ojek daring tidak bisa diselesaikan dengan hanya menghitung jarak antara 2 objek pada bidang 2 dimensi. Di sinilah penulis mendekati masalah ini dengan pengaplikasian graf berarah dan berbobot.

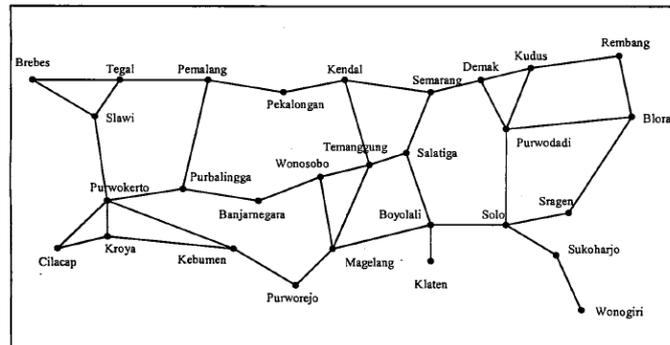
II. LANDASAN TEORI

2.1. Graf

Berdasarkan buku Matematika Diskrit edisi 3 – Rinaldi Munir.

“Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V,E) , ditulis dengan notasi $G=(V,E)$ yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) dan E adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul.”

Dalam praktiknya, graf banyak digunakan untuk merepresentasikan objek-objek yang dapat dinyatakan dengan simpul-simpul dan sisi-sisi. Salah satu contohnya adalah representasi jalan raya di provinsi Jawa Tengah ini.



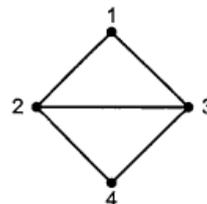
Gambar 3: Representasi jalan raya di provinsi Jawa Tengah dalam bentuk graf tidak berarah. (Sumber: Buku Matematika Diskrit Edisi 3-Rinaldi Munir)

2.1.1. Jenis-Jenis Graf

Berdasarkan ada tidaknya sisi ganda atau kalang graf dikelompokkan menjadi:

1. Graf Sederhana

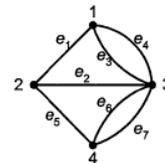
Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung sisi ganda atau kalang. Di bawah terdapat gambar contoh graf sederhana yang dapat merepresentasikan sebuah jaringan komputer dengan setiap simpul menyatakan komputer dan sisi menyatakan saluran telepon untuk berkomunikasi.



Gambar 4: Graf sederhana. (Sumber: Buku Matematika Diskrit Edisi 3-Rinaldi Munir)

2. Graf Tak Sederhana

Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung sisi ganda atau kalang. Di bawah terdapat gambar contoh graf tak sederhana yang dapat merepresentasikan sebuah jaringan telekomunikasi, di mana sisi ganda pada graf tersebut menandakan bahwa komunikasi dapat dilakukan pada jalur alternatif jika saluran pertama sedang sangat padat.



Gambar 5: Graf tak sederhana. (Sumber: Buku Matematika Diskrit Edisi 3-Rinaldi Munir)

Berdasarkan ada tidaknya orientasi arah pada sisi graf dikelompokkan menjadi:

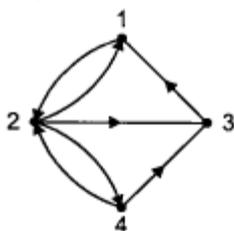
1. Graf Tak Berarah

Graf tak berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah. Gambar 4 di atas adalah salah satu contoh graf sederhana tak berarah. Pada jaringan

telepon, sisi pada graf berarah bisa diartikan saluran telepon tersebut hanya beroperasi pada arah yang ditentukan.

2. Graf Berarah

Graf berarah adalah graf yang sisinya memiliki orientasi arah. Di bawah terdapat contoh graf berarah yang dapat merepresentasikan sebuah saluran telepon. Arah pada sisi suatu graf dapat diartikan sebagai arah beroperasinya telepon tersebut. Graf berarah juga sering kali digunakan dalam merepresentasikan jalan. Arah pada graf yang merepresentasikan jalan dapat diartikan sebagai orientasi lalu lintas pada jalan tersebut. Dalam pembahasan makalah kali ini, penulis akan menggunakan graf jenis ini dalam merepresentasikan jalan.



Gambar 6: Graf berarah.
(Sumber: Buku Matematika Diskrit Edisi 3-Rinaldi Munir)

2.1.2 Terminologi Graf

Graf memiliki beberapa terminologi (istilah) dasar. Beberapa istilah dasar yang berkaitan dengan graf adalah:

1. Bertetangga
Dalam graf bertetangga didefinisikan sebagai dua buah simpul pada graf tak berarah G yang mana keduanya terhubung langsung dengan sebuah sisi. Hal ini dilambangkan dengan (u, v) yang berarti simpul u bertetangga dengan simpul v .
2. Bersisian
Dalam graf bersisian didefinisikan sebagai sembarang sisi $e = (u, v)$, menandakan e bersisian dengan simpul u dan simpul v .
3. Simpul Terpencil
Dalam graf simpul terpencil didefinisikan sebagai simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya atau simpul yang tidak satupun bertetangga dengan simpul-simpul lainnya.
4. Graf Kosong
Dalam graf graf kosong didefinisikan sebagai graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong.
5. Derajat
Dalam graf derajat suatu simpul didefinisikan sebagai jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Pada graf berarah, derajat simpul v dinyatakan dengan $d_{in}(v)$ dan $d_{out}(v)$.
 $d_{in}(v)$ = derajat masuk = jumlah busur yang masuk ke simpul v .

$d_{out}(v)$ = derajat keluar = jumlah busur yang keluar dari simpul v .

Dengan total keseluruhan $d(v) = d_{in}(v) + d_{out}(v)$

6. Lintasan

Dalam graf lintasan didefinisikan sebagai barisan selang-seling antara simpul-simpul dan sisi-sisi yang berbentuk $v_0, e_1, v_1, e_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$.

7. Siklus atau Sirkuit

Dalam graf siklus atau sirkuit didefinisikan sebagai lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama.

8. Terhubung

Dalam graf sebuah graf disebut terhubung jika untuk setiap pasang simpul u dan v di dalam himpunan simpul-simpul V terdapat lintasan dari simpul u ke v . Jika tidak, maka graf tersebut disebut graf tak terhubung.

9. Upagraf

Dalam graf upagraf didefinisikan sebagai himpunan bagian dari himpunan simpul-simpul dan sisi-sisi sebuah graf.

10. Upagraf Merentang

Dalam graf upagraf merentang didefinisikan sebagai upagraf yang mengandung semua simpul-simpul dari graf aslinya.

11. Cut-Set

Dalam graf *cut-set* adalah himpunan sisi yang bila dibuang dari graf utamanya menyebabkan graf tersebut tidak terhubung.

12. Graf Berbobot

Graf berbobot adalah graf yang sisinya diberi sebuah harga. Dalam makalah kali ini, penulis akan menggunakan graf berbobot untuk merepresentasikan jarak.

2.2 Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra adalah salah satu algoritma untuk mencari lintasan terpendek antar simpul di graf yang paling populer. Algoritma ini ditemukan oleh, sesuai dengan nama algoritmanya, Edsger W. Dijkstra. Algoritma yang bersifat rakus atau biasa disebut *greedy* ini memiliki beberapa varian. Salah satu varian aslinya adalah mencari lintasan terpendek antara dua buah simpul. Varian lainnya yang lebih populer dan yang akan penulis gunakan adalah mencari lintasan terpendek dari suatu titik tetap ke seluruh simpul-simpul lainnya.

Prinsip rakus atau *greedy* pada algoritma ini berarti setiap langkah pada algoritma ini memilih sisi yang berbobot minimum dan memasukkan sisi tersebut ke dalam himpunan solusi. Salah satu contoh implementasi algoritma ini dalam *pseudocode* dari buku Matematika Diskrit Edisi 3-Rinaldi Munir adalah sebagai berikut.

```
procedure Dijkstra (input m : matriks, a :
simpul awal)
```

```

Deklarasi Variabel
s1, s2, ..., sn : integer
d1, d2, ..., dn : integer
i : integer
Algoritma
{langkah 0}
for i ← 1 to n do
    si ← 0
    di ← mai
endfor
{langkah 1}
sa ← 1 {simpul awal terpilih menjadi lintasan terpendek}
da ← ∞ {tidak ada lintasan terpendek simpul a ke a}
{langkah 2, 3, 4, ..., n-1}
for i ← 2 to n-1 do
    cari j sehingga sj = 0 dan dj = min{d1, d2, d3, ..., dn}
    sj ← 1 {simpul j terpilih menjadi lintasan terpendek}
    perbaharui di, untuk i = 1, 2, 3, ..., n dengan: di (baru) = min {di (lama), dj + mji}
endfor

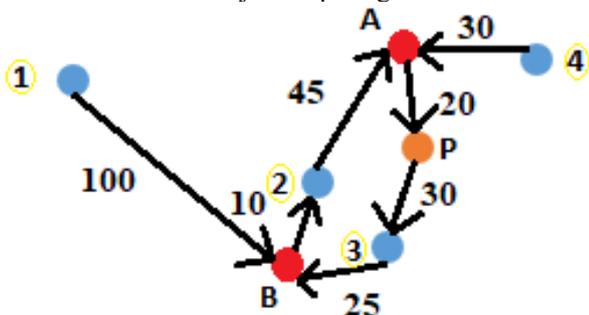
```

III. METODOLOGI

3.1 Pembentukan Graf

Untuk dapat menyelesaikan masalah pemilihan pengemudi ojek daring, penulis merepresentasikan jalan dalam bentuk graf berarah dan berbobot. Kita dapat menganggap simpul-simpul sebagai representasi dari simpang-simpang pada jalan, pengemudi, dan pengguna ojek daring. Arah pada masing-masing sisi graf merepresentasikan orientasi lalu lintas. Bobot dari masing-masing sisi pada graf merepresentasikan jarak pada jalan. Pada kesempatan kali ini, bobot pada graf hanya memperhatikan satu faktor saja. Pada kenyataannya terdapat lebih dari hanya faktor jarak dalam menentukan pengemudi tapi pada kesempatan kali ini penulis hanya menggunakan satu saja. Contoh bobot dengan faktor tambahan akan digunakan pada studi kasus di bab selanjutnya.

Dengan menerapkan hal-hal yang disebutkan sebelumnya, dapat diperoleh graf berbobot dan berarah yang menjadi representasi dari Jl. Ir. H. Djuanda pada gambar 2.



Gambar 7: Representasi gambar 2 dalam graf berarah dan berbobot

Dapat dilihat representasi simpul berwarna oranye dengan lambang P menandakan pengguna ojek daring, simpul biru dengan lambang angka di dalam lingkaran kuning menandakan pengemudi ojek daring, simpul berwarna merah dengan lambang huruf menandakan simpang-simpang pada jalan raya, dan angka yang berada di samping sisi menandakan bobot yang

dalam kesempatan kali ini merupakan jarak. Perlu diperhatikan bahwasanya kita mencari jarak terpendek antara pengguna ojek daring dengan pengemudi ojek yang akan menghampirinya dan arah pada graf melambangkan orientasi. Oleh karena itu, hubungan antara arah pada peta dengan nilainya terbalik. Alih-alih menyusuri graf dari simpul P menuju ke simpul yang ditunjuk oleh sisi yang berhubungan dengan P, kita menyusuri graf mundur mulai dari P lalu ke simpul yang sisinya menunjuk ke simpul P.

3.2 Langkah-Langkah Penentuan Pengemudi Ojek Daring

Setelah membentuk graf berbobot dan berarah yang merepresentasikan jalan, pengemudi, dan pengguna ojek daring, langkah selanjutnya adalah membuat matriks dari graf berbobot dan berarah pada gambar 7. Sesuai dengan modifikasi yang disebutkan pada bab 3.1 sebelumnya, kita mendapatkan matriks seperti berikut.

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	∞	∞	∞
A	∞	0	∞	∞	45	∞	30
B	∞	∞	0	100	∞	25	∞
1	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞
2	∞	∞	10	∞	0	∞	∞
3	30	∞	∞	∞	∞	0	∞
4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0

Keterangan:

- Kolom pertama pada matriks melambangkan simpul asal.
- Baris pertama pada matriks melambangkan simpul tujuan
- Simpul yang tidak bisa dicapai dari suatu simpul tertentu dilambangkan dengan simbol ∞ (tak terhingga).
- Jarak simpul dengan dirinya sendiri adalah 0 (nol).

Langkah selanjutnya adalah menerapkan algoritma Dijkstra pada matriks ketetangaan untuk menentukan pengemudi ojek daring yang paling cocok untuk pengguna ojek daring. Algoritma ini akan langsung diaplikasikan pada bab berikutnya.

IV. STUDI KASUS

Pada bab ini akan dibahas mengenai langkah-langkah pengaplikasian algoritma Dijkstra dalam memilih pengemudi ojek daring.

4.1. Studi Kasus I

Pada studi kasus pertama kita mengambil contoh pada gambar 7. Sesuai dengan gambar nomor 7, ada seorang pengguna ojek daring ingin memesan ojek pada Jl. Ir. H. Djuanda. Pengguna ojek daring ini harus mendapatkan pengemudi yang paling optimal bagi dia agar proses pemesanan ojek daring menjadi

lebih cepat. Dalam kasus ini hasil paling optimal bagi dia adalah yang paling dekat lintasannya menuju sang pengguna. Berikut ini adalah penjabaran pengaplikasian algoritma Dijkstra dalam menentukan pengemudi ojek daring.

1. Pada graf, pengguna dilambangkan dengan simpul P. Baris simpul P yang terdapat pada matriks ketetanggaan disalin. Simpul P dipilih sebagai simpul awal.

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	∞	∞	∞

2. Selanjutnya, kita pilih simpul yang memiliki jarak terpendek dan belum pernah dikunjungi sebelumnya, dalam kasus ini hal tersebut adalah simpul A.

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	∞	∞	∞

3. Selanjutnya, kita lakukan perbandingan antara jarak simpul N ke suatu simpul dan jarak simpul N ke A + jarak simpul A ke suatu simpul. Hasil yang lebih kecil antara dua hal tersebut akan memperbaharui nilai matriks ketetanggaan.

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	∞	∞	50

4. Mengulangi langkah 2 dan 3 terus menerus hingga kita telah mengunjungi semua simpul.

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	65	∞	50

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	75	∞	65	∞	50

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	75	∞	65	100	50

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	75	175	65	100	50

5. Setelah selesai mengunjungi semua simpul, dapat dilihat pada matriks ketetanggaan lintasan-lintasan terpendek dari P menuju semua simpul. Pada kasus ini, kita mencari lintasan terpendek ke simpul-simpul pengemudi ojek daring yang dilambangkan dengan indeks angka. Dapat dilihat bahwa simpul yang memiliki lintasan dengan bobot terkecil adalah 4. Dapat disimpulkan bahwa pengemudi ojek daring 4 akan dipilih sebagai pengemudi bagi sang pengguna ojek daring P. Selain itu, dapat kita

perhatikan juga simpul 3 yang pada representasi jalan dengan bidang dua dimensi di awal makalah ini ternyata memiliki lintasan yang sangat jauh untuk menuju sang pengguna P. Hal ini dikarenakan jalan memiliki aturan-aturan dan orientasi yang harus dipatuhi.

4.2. Studi Kasus II

Pada studi kasus kedua kita mengambil contoh pada gambar 7. Bedanya, pada kesempatan kali ini kita memperhatikan faktor kemacetan pada setiap sisi. Kemacetan merupakan salah satu dari banyak faktor yang dapat memengaruhi pemilihan pengemudi ojek daring. Faktor kemacetan kita presentasikan sebagai pengali bagi setiap sisi. Semakin macet suatu sisi, semakin tinggi pengalinya. Asumsikan data kemacetan yang kita dapat sebagai berikut. Baris pertama berisi sisi-sisi dan baris kedua berisi pengalinya.

(P,A)	(A,4)	(A,2)	(2,B)	(B,1)	(B,3)	(3,P)
1,3x	2x	1,3x	1x	1,7x	1,5x	3x

Hasil dari setiap pengali diaplikasikan adalah matriks ketetanggaan sebagai berikut

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	26	∞	∞	∞	∞	∞
A	∞	0	∞	∞	58,5	∞	60
B	∞	∞	0	170	∞	32,5	∞
1	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞
2	∞	∞	10	∞	0	∞	∞
3	90	∞	∞	∞	∞	0	∞
4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0

Selanjutnya, lakukan langkah-langkah pencarian pengemudi ojek daring sesuai dengan studi kasus sebelumnya.

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	∞	∞	∞

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	∞	∞	∞

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	78,5	∞	∞

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	78,5	∞	∞

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	∞	∞	78,5	∞	80

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	88,5	∞	78,5	∞	80

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	88,5	∞	78,5	∞	80

	P	A	B	1	2	3	4
P	0	20	88,5	258,5	78,5	121	80

Pada studi kasus kedua ini, dapat dilihat ketika memperhatikan faktor kemacetan simpul 2 muncul sebagai pilihan pengemudi ojek daring bagi sang pengguna. Dalam praktiknya nanti, akan lebih banyak lagi faktor-faktor yang diperhatikan dalam pemilihan pengemudi ojek daring. Tidak hanya jarak dan kemacetan, kondisi di jalan hingga perilaku pengemudinya akan menjadi faktor yang diperhitungkan dalam pemilihan pengemudi ojek daring nantinya.

V. KESIMPULAN

Dalam menentukan pengemudi ojek daring bagi pengguna aplikasi ojek daring dapat diaplikasikan konsep graf dan algoritma Dijkstra. Dengan menambah lebih banyak faktor-faktor perhitungan terhadap bobot graf, akan dapat dihasilkan jawaban yang lebih akurat. Selain itu, algoritma Dijkstra ini masih dapat dimodifikasi agar berhenti mencari ketika suatu kondisi pasti sudah dapat diperhitungkan. Dalam contoh studi kasus pertama, kita dapat memodifikasi algoritma agar berhenti ketika sistem sudah mencapai sebuah simpul yang melambangkan simpang jalan (huruf) dalam keadaan:

1. Telah ditemukan sebuah simpul pengemudi sebelumnya.
2. Simpul ini adalah satu-satunya simpul yang melambangkan simpang jalan (huruf) yang bisa dicapai oleh titik awal.

Sehingga ketika kita mencapai simpul B pada studi kasus pertama, program dapat berhenti dikarenakan tidak akan mungkin ada pengemudi yang memiliki lintasan lebih pendek ke titik awal dibanding yang sudah ditemukan sebelum simpul B tersebut. Dengan mengaplikasikan semua hal ini, dapat diperoleh sebuah program yang dapat menyelesaikan masalah pemilihan pengemudi ojek daring dengan efektif dan tepat.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang berkat rahmat dan karuniaNYA-lah saya dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada kedua orang tua dan keluarga yang terus mendukung saya dalam menempuh pendidikan di Institut Teknologi Bandung. Ucapan

terima kasih juga saya sampaikan kepada dosen pengajar mata kuliah matematika diskrit IF2120, Bapak Ir. Rinaldi Munir, Ibu Dra. Harlili, M.Sc, dan Bapak Dr. Judhi Santoso M.Sc yang telah mengajar mata kuliah selama satu semester ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Bapak Ahmed Aljunied yang dalam acara “Fast Track to WORLD-CLASS ENGINEERING” pada tanggal 27 Oktober 2017 telah memberikan inspirasi bagi saya akan adanya masalah pencarian pengemudi di aplikasi ojek daring.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rinaldi Munir, *Diktat Kuliah IF2120: Matematika Diskrit*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, 2006.

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, 3 Desember 2017



Ilham Firdausi Putra - 13516140