

# Aplikasi Teori Graf dalam Optimasi Pembangunan Trayek Transjakarta

Yosef Ardhito Winatmoko / 13509052<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

<sup>1</sup>13509052@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Transjakarta has been a new way of travelling for people who live in Jakarta. Transjakarta offers a very good price and simplicity. It gives a solution to traffic jam although the DKI Jakarta's Government did not really take a very well care with its infrastructure. After almost 6 years of operation, it only have 8 corridors functionally available and 2 corridors yet to be implemented soon. This paper determine which corridor from 5 planned to be implemented corridors to be built first and later using the graf theory for an efficient development.

**Index Terms**—Transjakarta, Route, Graf, Dijkstra's Algorithm.

## 1. PENDAHULUAN

Kemacetan merupakan salah satu masalah kota - kota besar di Indonesia yang menuntut solusi yang tepat dalam waktu cepat. Jika tidak segera diselesaikan, maka kemacetan akan semakin parah dan lama kelamaan akan semakin sulit untuk mengatasinya. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah memindahkan kecenderungan penggunaan kendaraan pribadi ke kendaraan umum.

Di Jakarta, kendaraan umum yang pada akhirnya direalisasikan adalah *busway* dan mulai beroperasi pada tanggal 15 Januari 2004 dengan nama Transjakarta. Pada dasarnya, implementasi Transjakarta merupakan salah satu solusi yang baik dan patut diharapkan. Untuk perbandingan, 1 buah bus Transjakarta dapat menampung 85 penumpang. Jika diasosiasikan bahwa 1 kendaraan pribadi digunakan masing - masing oleh 3 orang, maka seharusnya setiap bus dapat mengurangi sekitar 28 kendaraan pribadi.

Kelebihan dari busway adalah biaya pembangunan dan pemeliharaan infrastrukturnya lebih murah daripada kebanyakan kendaraan umum sejenis lain seperti *monorail* ataupun kereta bawah tanah. Selain itu, *busway* juga menawarkan jumlah lebih besar dalam tenaga kerja yang diserap. Sebagai contoh pada canangan pembangunan koridor IX dan X, operasional *busway* akan menyerap kurang lebih 1.466 tenaga kerja.

Kekurangan dari busway adalah kerugian akan jalur yang harus dikorbankan untuk busway. Inilah poin penting yang membedakan busway dari kendaraan umum lain,

busway menggunakan jalur yang sama dengan kendaraan pribadi. Jadi pilihannya adalah antara menggunakan jalur yang memang sudah dibangun, atau membangun jalur khusus busway baru dan biasanya mengorbankan jalur hijau.

Poin penting inilah yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengembangan jalur busway. Lebih banyak rute memang selalu lebih baik karena akan menawarkan jumlah tujuan yang juga menjadi lebih banyak, sehingga orang akan semakin tertarik untuk menggunakan busway dan dengan demikian diharapkan akan mengurangi jumlah kendaraan pribadi di jalan raya. Tetapi, busway menggunakan jalur yang sebelumnya boleh digunakan oleh kendaraan pribadi, sehingga pembangunan tanpa pertimbangan yang baik justru akan memperburuk kemacetan.

Teori graf menjadi alat yang baik untuk menentukan efektifitas dari rute busway. Penggunaan graf berbobot dan analisis akan jumlah simpul dan sisi yang terdapat dalam rute busway akan menentukan pengembangan yang tepat. Rute busway yang optimal berarti rute yang tidak berlebihan untuk tujuan tertentu dan menawarkan kemudahan untuk berpergian antara satu tempat ke tempat lain, tanpa terlalu lama dalam perjalanan, yaitu dengan memanfaatkan interseksi antar koridor.

## 2. METODE

### 2.1 Trayek Transjakarta

Sampai dengan tanggal 12 Desember 2010, sudah ada 8 koridor dari rencana akhir 15 koridor Transjakarta yang beroperasi secara normal setiap harinya. Tabel I menunjukkan data yang berkaitan dengan kondisi operasional koridor 1 sampai dengan koridor 8 yaitu jumlah halte, jarak tempuh, rata - rata waktu tempuh untuk setengah trayek, dan halte yang merupakan interseksi dengan koridor lain. Sedangkan tabel II menunjukkan data yang berkaitan dengan koridor 9 dan 10, yaitu 2 koridor yang pembangunannya telah selesai dilakukan dan akan segera beroperasi dalam waktu dekat yang belum ditentukan oleh Pemerintah Daerah DKI Jakarta.

Tabel I dan Tabel II menunjukkan bahwa masing -

**Tabel I. Trayek Transjakarta Koridor 1-8**

Koridor	Tujuan	Jumlah Halte	Jarak Tempuh Total (km)	Rata - Rata Jarak Antar Halte (km)	Waktu Tempuh Setengah Trayek (menit)	Halte Transfer yang Tersedia (tujuan koridor transfer)
1	Blok M - Kota	20	12,9	0,6479	43	Dukuh Atas (4,6), Harmoni(2,3,8), Semanggi(9)
2	Pulo Gadung - Harmoni	23	14,3	0,65	48	Senen(5), Harmoni(1,3,8), Cempaka(10)
3	Harmoni - Kalideres	14	14	1,077	47	Grogol(8,10), Harmoni(1,2,8)
4	Dukuh Atas - Pulo Gadung	15	11,5	0,8214	38	Matraman(5), Dukuh Atas(1,6), Kehakiman(10)
5	Kampung Melayu - Ancol	15	13,5	0,9643	45	Senen(2), Matraman(4), Kampung Melayu(7)
6	Ragunan - Kuningan	19	13,3	0,7389	44	Halimun(4), Dukuh Atas(1), Kuningan(9)
7	Kampung Melayu - Kampung Rambutan	14	12,8	0,9846	43	Kampung Melayu(5) Cililitan(9,10)
8	Lebak Bulus - Harmoni	22	26	1,238	80	Grogol(3) Harmoni(1,2,3)

**Tabel II. Trayek Transjakarta Koridor 9-10**

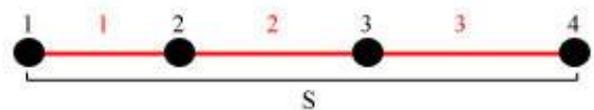
Koridor	Tujuan	Jumlah Halte	Jarak Tempuh Total (km)	Rata - Rata Jarak Antar Halte (km)	Waktu Tempuh Setengah Trayek (menit)	Halte Transfer yang Tersedia (tujuan koridor transfer)
9	Pinang Ranti - Pluit	29	29,9	1,068	-	Cililitan(7,10), Grogol(3), Kuningan(6), Semanggi(1)
10	Priok - Cililitan	22	19	0,9048	-	Cililitan(7,9), Pemuda(4), Cempaka(2)

masing koridor memiliki jumlah halte, jarak tempuh, dan rata - rata waktu tempuh setengah trayek yang berbeda antar koridor[1][2]. Oleh karena itu diperlukan informasi yang membuat bobot antar koridor tersebut bisa disetarakan sehingga perbedaan jumlah halte dan jarak tempuh dapat dihilangkan. Penulis memutuskan untuk menggunakan jumlah halte dan jarak tempuh sebagai perbandingan yang digunakan dengan mempertimbangkan beberapa hal berikut :

- Jarak tempuh dan jumlah halte bersifat tetap bagaimanapun kondisi jalur busway.
- Waktu tempuh sangat bergantung akan banyak hal dan sulit untuk diambil suatu acuan yang tetap. Misalnya jika terjadi masalah teknis di perjalanan, terjadi kerusakan jalan, atau perbaikan jalan yang tidak terduga.
- Untuk koridor yang belum diimplementasikan,

perhitungan waktu tempuh rata - rata tidak dapat dilakukan selain dengan melakukan estimasi yang rentan akan kesalahan dan ketidaksesuaian dengan kondisi lapangan karena terlalu banyak hal yang mempengaruhi.

Dengan demikian Tabel I dan Tabel II memuat data tambahan yaitu rata - rata jarak antar halte yang berbeda untuk masing - masing koridor. Nilai rata - rata jarak antar halte didapat dari perbandingan jumlah halte dengan jarak tempuh total setengah trayek. Angka yang ditunjukkan dapat dianggap sebagai nilai sebuah halte di koridor tertentu.



**Gambar 1. Trayek Berjarak Total S**

Jika  $S$  menggambarkan total jarak setengah trayek, maka rata - rata jarak antar halte didapatkan dari pembagian  $S$  oleh jumlah halte keseluruhan dikurangi 1, atau bisa dikatakan sebagai pembagian  $S$  dengan jumlah jalur yang dilalui antar halte.

$$\text{Rata - rata jarak antar halte} = \frac{\text{Jarak total seluruh halte}}{\text{Jumlah total halte} - 1}$$

(1)

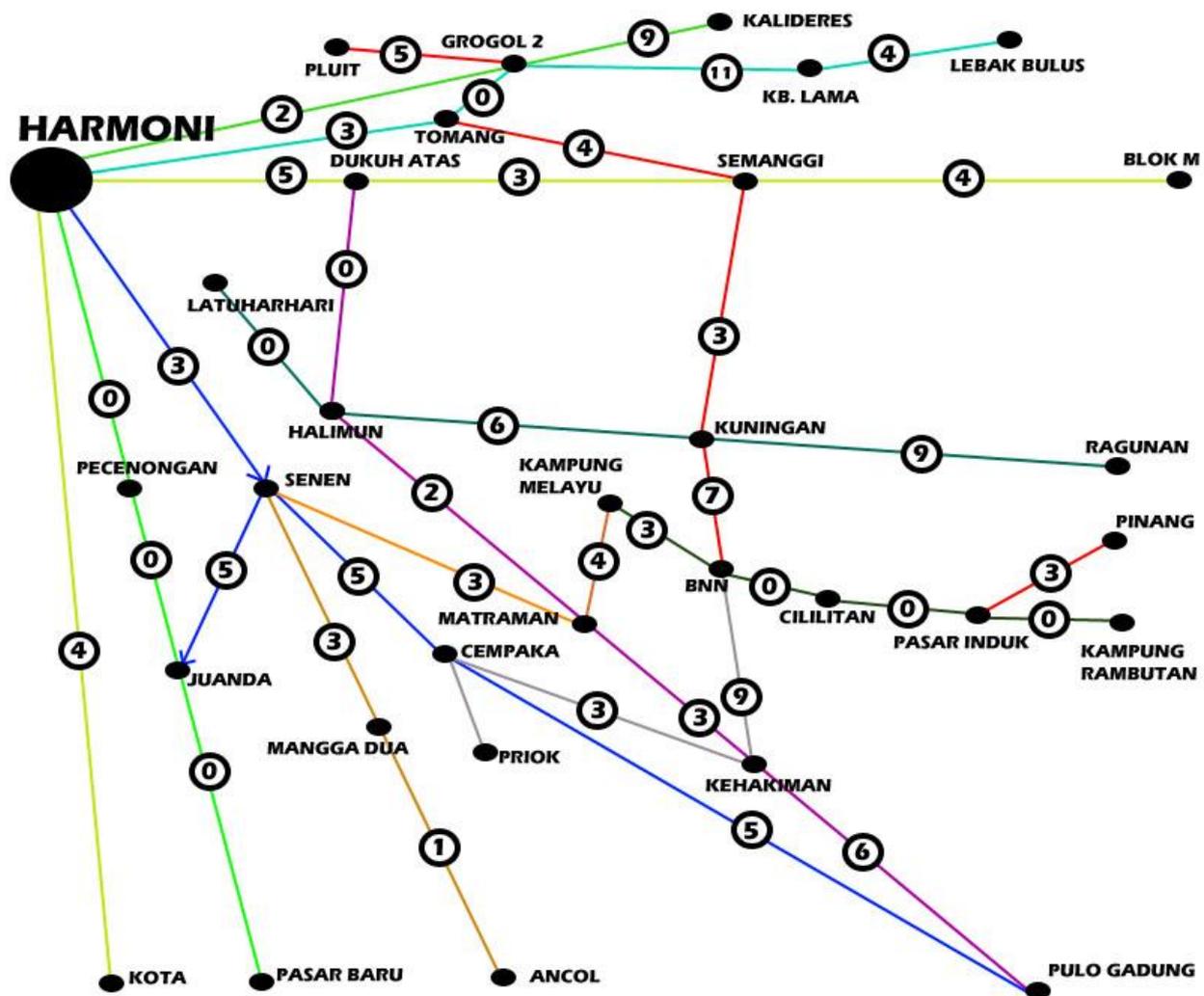
## 2.2 Menyederhanakan Jaringan Trayek Transjakarta

Halte pada trayek Transjakarta pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu halte yang merupakan interseksi dengan koridor lain dan yang bukan merupakan interseksi. Dengan memanfaatkan sifat ini dapat dibentuk suatu graf yang menggambarkan trayek Transjakarta. Gambar 1 menunjukkan sebuah graf berbobot untuk trayek Transjakarta yang belum disetarakan. Belum disetarakan disini berarti bobot masing - masing sisi belum bisa dikatakan mewakili bobot sebenarnya dari sisi

tersebut.

Bobot yang tertera pada graf pada Gambar 1 hanya menunjukkan jumlah halte yang terletak di antara 2 simpul, dimana simpul menunjukkan halte yang merupakan interseksi dari minimal 2 koridor. Terdapat 10 warna sisi yang menunjukkan 10 koridor dimana masing - masing koridor memiliki bobot yang berbeda - beda. Pembuatan graf berbobot ini sama sekali tidak memperhitungkan lokasi dan jarak asli antar simpul. Informasi tersebut tidak diperlukan karena sebenarnya yang akan dianalisis adalah keadaan nyata jumlah halte di tiap koridor dan efektifitas daripada halte interseksi, yaitu parameter dari trayek yang optimal.

Koridor 9 dan 10 juga sudah dimasukkan pada Gambar 1 karena jalur untuk koridor 9 dan 10 sudah selesai dibuat dan kemungkinan besar akan beroperasi dalam jalur tersebut[5]. Untuk koridor 11-15 tidak dimasukkan karena keberadaan koridor 11-15 masih bisa diubah dan disesuaikan dengan hasil pengoperasian koridor 1-10[4][5]. Namun beberapa halte yang diharapkan akan menjadi interseksi, namun belum diimplementasikan, sudah digambarkan pada Gambar 1 juga karena pembangunan sudah disiapkan sedemikian sehingga



Gambar 2. Jaringan Trayek Transjakarta yang Disederhanakan

kemungkinan besar juga akan tetap digunakan sebagai halte interseksi, misalnya Halte Kebayoran Lama, Halte Mangga Dua, dan Halte Cililitan.[1]

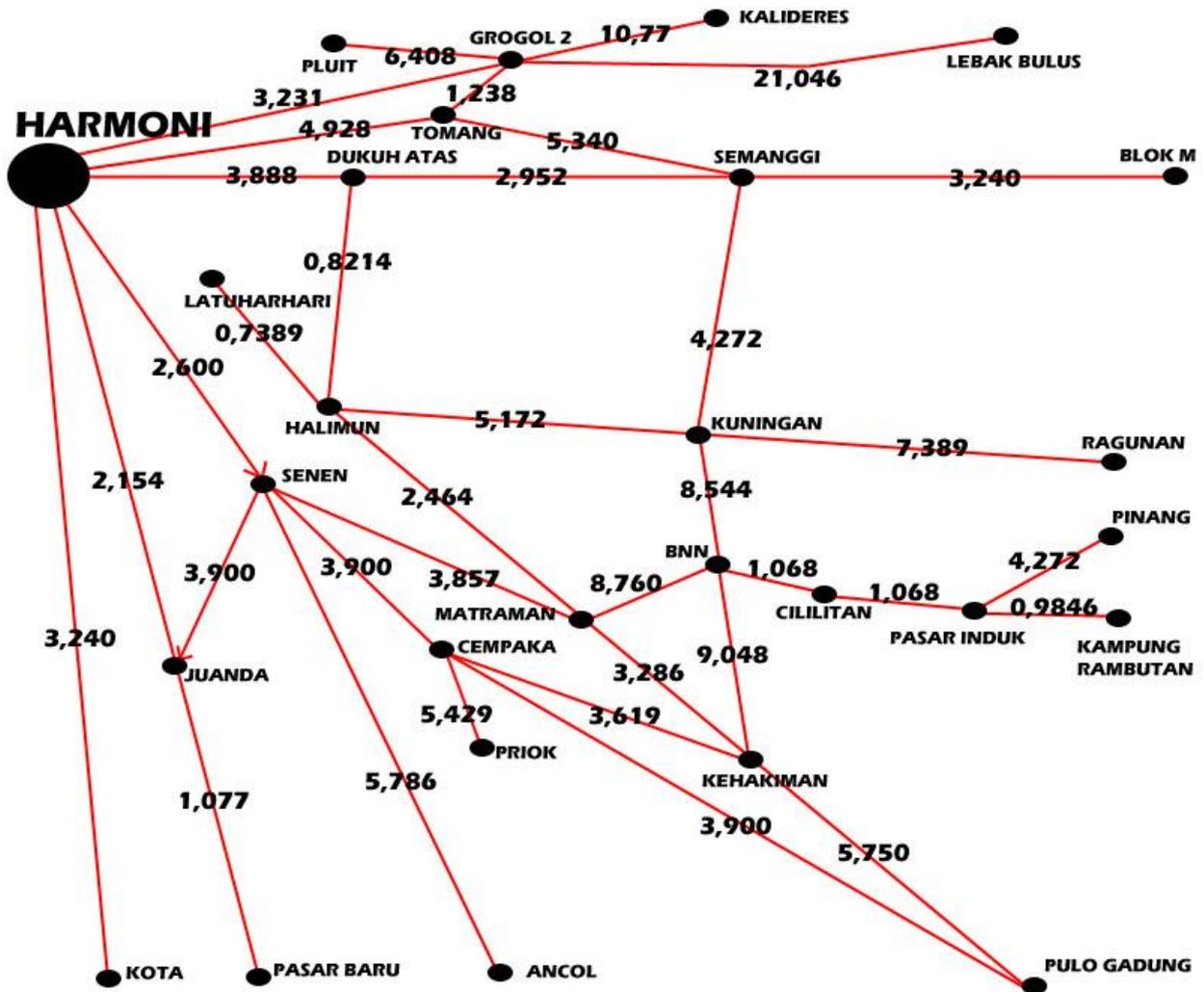
Halte - halte yang akan menjadi halte interseksi namun belum diimplementasikan ini akan tetap dihitung sebagai 1 bobot tambahan untuk simpul. Hal ini berlaku untuk semua halte non-interseksi yang telah digambarkan kecuali untuk Halte Cililitan yang sebenarnya sudah merupakan interseksi dari koridor 10 dan koridor 7.[1]

### 2.3 Membentuk Graf Berbobot untuk Trayek Transjakarta

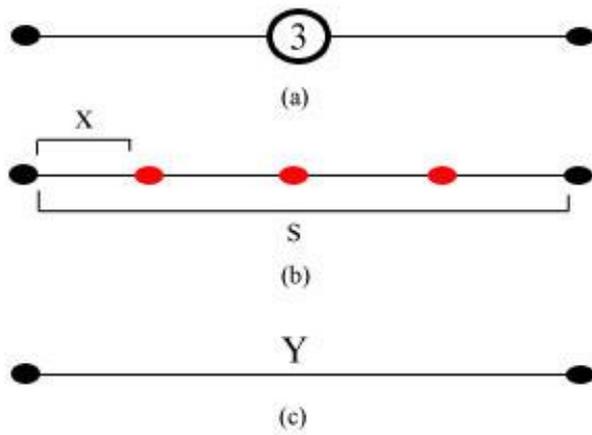
Untuk membentuk graf berbobot dari trayek Transjakarta, maka dari Gambar 1 harus dilakukan beberapa perubahan terutama untuk bobot setiap sisi dari masing - masing koridor yang berbeda[6]. Tabel III menunjukkan bobot masing - masing koridor yang diindikasikan oleh warna garis pada gambar 2.

Tabel III. Bobot Masing - Masing Koridor

Warna Jalur	Koridor	Bobot Koridor
	1	0,6479
	2	0,65
	3	1,077
	4	0,8214
	5	0,9643
	6	0,7389
	7	0,9846
	8	1,238
	9	1,068
	10	0,9048



Gambar 4. Graf Berbobot untuk Trayek Transjakarta



Gambar 3. Trayek Berbobot Y dengan 3 Halte Antara

Dengan mengacu pada tabel III, gambar 2 dapat disempurnakan menjadi sebuah graf berbobot seperti ditunjukkan oleh gambar 4. Beberapa halte yang bukan merupakan halte interseksi dihilangkan dan dianggap sebagai 1 halte tambahan. Dengan demikian, digunakan perhitungan seperti ditunjukkan oleh gambar 3.

Gambar 3(a) menunjukkan trayek dengan 3 halte antara atau jika dijabarkan maka ketiga halte tersebut dapat

digambarkan seperti gambar 3(b). Pada gambar 3(b), halte berwarna merah adalah halte hasil konversi. Maka jika dimisalkan X sebagai bobot trayek yang megacu tabel III dan Y sebagai hasil konversi, perhitungan Y ditunjukkan oleh persamaan (2) dengan bobot trayek sama dengan Y.

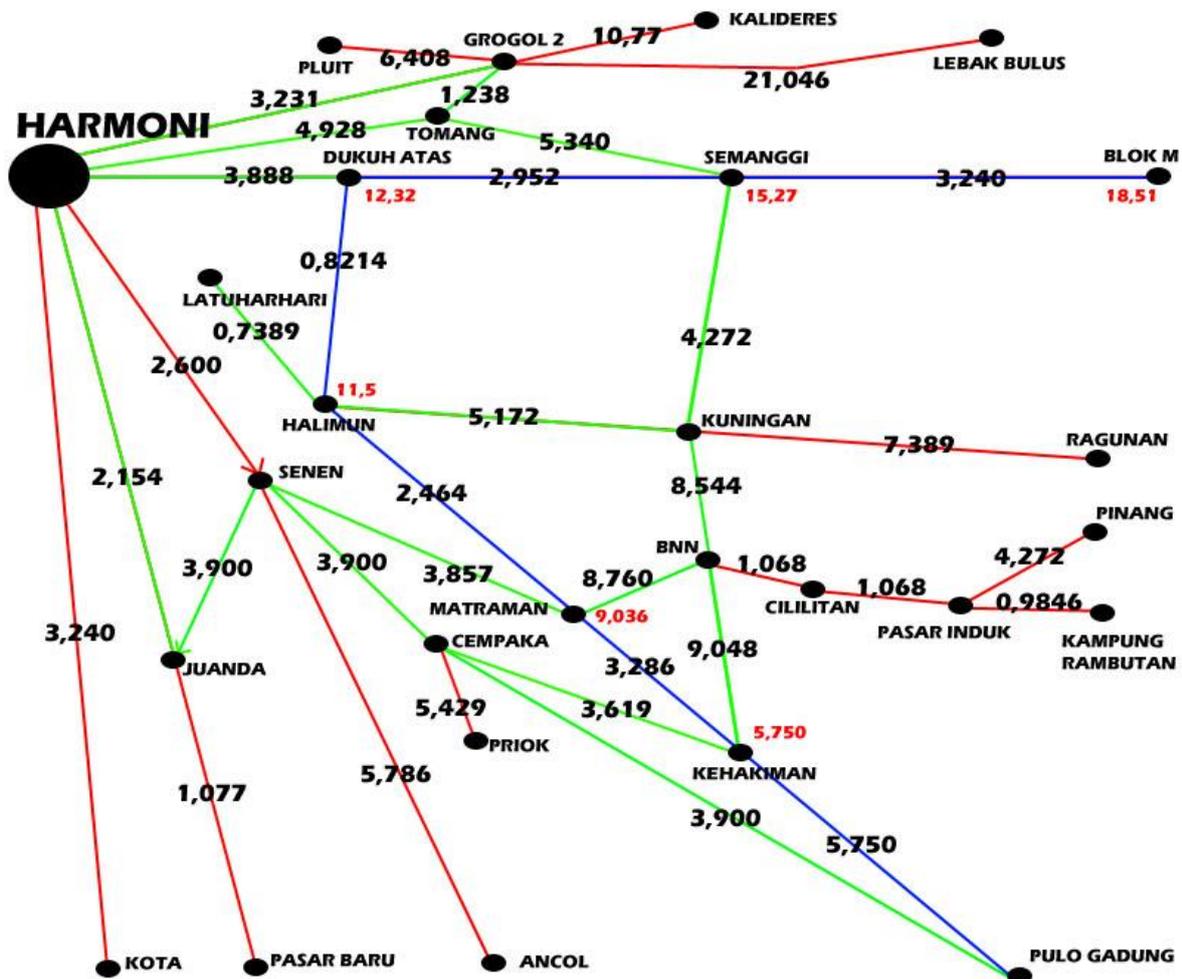
$$\text{Bobot trayek} = (\text{Bobot koridor}) (\text{Jumlah halte antara} + 1) \quad (2)$$

Hasil konversi seluruh koridor dengan menggunakan rumus konversi (2) ditunjukkan oleh gambar 4.

## 2.4 Menggunakan Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Jarak Terpendek Antar Halte

Efektifitas masing - masing koridor dapat ditentukan dengan menghitung jalur terpendek antar dua halte yang letaknya berjauhan dan dalam koridor tersebut tidak ada halte yang letaknya lebih jauh. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma Dijkstra. Halte yang tergolong ekstrim adalah halte yang letaknya sangat jauh pada koridor tertentu sedemikian sehingga tidak ada halte yang letaknya lebih jauh daripada halte tersebut.

Dengan mengacu pada gambar 4, halte yang tergolong ekstrim adalah :



Gambar 5. Menentukan Jalur Terpendek Pulo Gadung - Blok M dengan Algoritma Dijkstra

- Halte Kota (KO)
- Halte Pasar Baru (PB)
- Halte Ancol (AN)
- Halte Priok (PR)
- Halte Kampung Rambutan (KR)
- Halte Pinang (PI)
- Halte Blok M (BM)
- Halte Lebak Bulus (LB)
- Halte Pluit (PL)
- Halte Kali Deres (KD)
- Halte Latuharhari (LH)

Selain daripada 12 halte tersebut, Halte Pulo Gadung juga dimasukkan sebagai halte ekstrim karena menjadi halte terjauh dari interseksi pada Halte Kehakiman dan Halte Cempaka. Sehingga didapatkan ada 13 halte ekstrim yang akan dilakukan perhitungan jalur terpendek antar masing - masing halte ekstrim.

Dengan menggunakan algoritma Dijkstra, misalnya kita akan menghitung jalur terpendek antara Halte Pondok Gede(PG) dengan Halte Blok M(BM). Menggunakan gambar 4 sebagai acuan dan Algoritma Dijkstra[5] untuk menentukan jalur terdekat :

1. Menentukan Pulo Gadung(PG) sebagai titik awal dan Blok M(BM) sebagai titik akhir.
2. Menentukan upagraf dari semua kemungkinan Jalur dari PG ke BM, ditandai pada gambar 5 dengan garis berwarna hijau
3. Dari PG maka opsi yang ada adalah menuju Halte Cempaka atau Halte Kehakiman. karena  $5,750 \geq 3,9$ , langkah yang minimum adalah lewat Halte Kehakiman.

4. Dari Halte Kehakiman ada 3 opsi yaitu menuju Halte Cempaka, Halte Matraman, dan Halte BNN. Untuk Halte Cempaka,  $5,750 + 3,619 = 9,369$  tetapi  $9,369 \geq 3,9$  yaitu jalur langsung dari PG ke Halte Cempaka maka jalur ini dicoret. Untuk Halte Matraman, jumlahnya menjadi  $3,286 + 5,750 = 9,036$  dan untuk Halte BNN jumlahnya menjadi  $9,048 + 5,740 = 14,788$ .  $14,788 \geq 9,036$  maka jalur Halte Matraman yang digunakan.
5. Dengan menggunakan prinsip yang sama seperti langkah 4, ditemukan jalur minimum selanjutnya adalah melalui Halimun, Dukuh Atas, Semanggi. Jalur ini ditunjukkan oleh garis berwarna biru.
6. Melalui jalur tersebut ditemukan bahwa jalur terdekat antara PG sampai BM memiliki jumlah biaya 18,51.

Dengan menggunakan algoritma yang sama untuk setiap kemungkinan antar halte ekstrim, didapatkan data pada tabel IV. Jalur antar halte ekstrim terhadap dirinya sendiri adalah data yang tidak valid karena pada dasarnya pengguna Busway tidak akan menggunakan jalur jika tidak pergi dari halte tempat ia berangkat kecuali ingin melakukan 1 kali putaran dimana jalur terdekat tidak dapat ditentukan.

## 2.5 Menentukan Efektifitas Halte

Dari tabel V diambil kesimpulan urutan halte yang jalur terpendeknya paling jauh untuk mengunjungi halte ekstrim lain ditunjukkan oleh tabel IV, sementara urutan untuk halte yang paling jarak terdekat untuk mencapainya

**Tabel V. Jalur Terdekat antar Halte Ekstrim**

	KO	PB	AN	PR	PG	KR	PI	RA	BM	LB	PL	KD	LH
KO		6,471	15,08	18,62	17,09	22,29	25,58	19,69	13,32	27,52	12,88	17,24	8,69
PB	6,471		11,62	14,31	12,78	20,71	24	20,5	13,31	27,51	12,87	17,23	8,68
AN	11,63	10,76		15,12	13,59	21,53	24,83	24,67	19,12	32,66	18,03	22,39	13,83
PR	15,17	15,16	15,12		9,33	21,22	24,5	27,36	21,81	39,66	25,02	7,844	15,54
PG	13,64	13,63	13,59	9,33		17,92	21,21	25,83	18,51	38,13	23,49	27,85	12,24
KR	21,58	22,29	21,53	21,22	17,92		5,257	19,05	19,18	43,33	28,69	33,05	15,08
PI	24,87	25,58	24,83	24,5	21,21	5,257		22,34	22,47	44,48	29,84	34,2	18,37
RA	19,69	20,5	24,67	27,36	25,83	19,05	22,34		14,9	39,29	21,65	29,01	13,3
BM	13,32	13,31	19,12	21,81	18,51	19,18	22,47	14,9		30,86	16,22	20,58	7,75
LB	27,52	27,51	36,12	39,66	38,13	43,33	44,48	39,29	30,86		27,45	31,82	32,14
PL	12,88	12,87	21,48	25,02	23,49	28,69	29,84	21,65	16,22	27,45		17,18	17,5
KD	17,24	17,23	25,84	7,844	27,85	33,05	34,2	29,01	20,58	31,82	17,18		21,86
LH	8,69	8,68	12,85	15,54	12,24	15,08	18,37	13,3	7,75	32,14	17,5	21,86	
SUM	192,7	194,0	241,9	240,3	238,0	267,3	297,1	277,6	218,0	414,9	250,8	280,3	185,0
AVG	16,06	16,17	20,15	20,03	19,83	22,28	24,76	23,13	18,17	34,57	20,90	23,35	15,42
STDV	6,35	6,61	7,10	8,69	8,09	9,46	9,29	6,91	5,81	6,16	5,97	7,98	6,75
HSTD	22,41	22,77	27,25	28,72	27,92	31,74	34,05	30,05	23,98	40,73	26,87	31,33	22,16
LSTD	9,70	9,56	13,05	11,34	11,74	12,81	15,46	16,22	12,36	28,41	14,93	15,38	8,67

dari yang paling jauh ditunjukkan oleh tabel VI.

**Tabel IV. Urutan Halte dengan Jarak Terdekat Terjauh ke Halte Ekstrim Lain**

No	Halte	Koridor	Bobot
1	Lebak Bulus	8	414,9
2	Pinang Ranti	9	297,1
3	Kalideres	3	280,3
4	Ragunan	6	277,6
5	Kampung Rambutan	7	267,3
6	Pluit	9	250,8
7	Ancol	5	241,9
8	Priok	10	240,3
9	Pulogadung	2, 4	238,0
10	Blok M	1	218,0
11	Pasar Baru	3	149,0
12	Kota	1	192,7
13	Latuharhari	6	185,0

**Tabel VI. Urutan Halte dengan Jarak Terdekat Terjauh ke Halte Ekstrim Lain**

No	Halte	Koridor	Bobot
1	Lebak Bulus	8	414,9
2	Pinang Ranti	9	297,1
3	Kalideres	3	280,3
4	Ragunan	6	277,6
5	Kampung Rambutan	7	267,3
6	Pluit	9	250,8
7	Priok	10	241,9
8	Pulogadung	2, 4	240,3
9	Ancol	5	238,0
10	Blok M	1	218,0
11	Kota	1	149,0
12	Pasar Baru	3	192,7
13	Latuharhari	6	185,0

## 2.6 Menentukan Prioritas Pembangunan Trayek Transjakarta

Tabel V menunjukkan keefektifan dari masing - masing halte jika ingin berpergian ke halte lain. SUM menunjukkan jumlah keseluruhan jarak, AVG menunjukkan rata - rata jarak, STDV menunjukkan standar deviasi jarak. Warna kuning menandakan angka yang lebih tinggi dari angka rata-rata ditambah standar deviasi sementara warna hijau menunjukkan angka yang lebih rendah dari rata - rata dikurangi standar deviasi.

Dengan mengacu pada tabel V, dapat dibuat suatu statistik yang dapat digunakan untuk menentukan trayek mana yang prioritas pembangunannya paling tinggi. Rencana Pemerintah Daerah Jakarta pada akhirnya adalah membangun 15 koridor dan baru terealisasi sebanyak 10 koridor. 5 koridor yang belum dibangun sama sekali ditunjukkan oleh tabel VII.[4]

**Tabel VII. Koridor yang Belum Dibangun**

Koridor	Halte Interseksi(Koridor)
11	Jatinegara(10), Kampung Melayu(5,7)
12	Pluit(9), Manggadua (5), Priok(10)
13	Kalimalang(10), BNN(7,9,10) Pancoran(14), Kuningan (6,9), Blok M(1,15)
14	Pancoran(9,13), Manggarai(4)
15	Kebayoran Lama(8), Blok M(1,13)

Dengan mengacu tabel VI dan urutan halte pada tabel IV dan tabel V, urutan yang tepat untuk koridor yang paling efektif diselesaikan lebih awal adalah :

- Hanya ada 1 koridor yang akan memiliki interseksi dengan halte koridor 8 yaitu koridor 15. Koridor 15 akan menghubungkan koridor 8 dengan koridor 1 sehingga jelas akan memperkecil jarak yang dibutuhkan untuk mencapai halte ekstrim lain.
- Ada 3 koridor yang memiliki halte interseksi dengan koridor 9 yaitu koridor 12, koridor 13, dan koridor 14.
- Koridor 13 memiliki interseksi dengan koridor 9 di 2 tempat dan juga lebih banyak interseksi dengan koridor lain terutama koridor 1 yang memiliki angka jarak terdekat yang sangat kecil.
- Koridor 12 juga menghubungkan koridor 5 dan 10 yang memiliki jarak terpendek yang juga bernilai besar.
- Koridor 14 hanya memiliki interseksi dengan koridor 9 dan 4 sementara koridor 11 memiliki interseksi dengan koridor 5 dan 7 yang juga memiliki angka yang cukup besar dalam jarak antar halte sehingga koridor 11 harus lebih dulu dibangun daripada koridor 14.

Dari langkah tersebut didapatkan urutan pembangunan koridor sehingga meminimalisasi jarak terpendek antar halte ekstrim dan meningkatkan efisiensi koridor adalah :

1. Koridor 15
2. Koridor 13
3. Koridor 12
4. Koridor 11
5. Koridor 14

## 3. REFERENSI

- [1] <http://organisasi.org/daftar-jurusan-trayek-rute-busway-halte-koridor-dan-tips-cara-naik-bis-trans-jakarta-yang-baik>. Tanggal Akses : 13 Desember 2010.
- [2] [http://www.facebook.com/note.php?note\\_id=232004332944](http://www.facebook.com/note.php?note_id=232004332944). Tanggal Akses : 13 Desember 2010.
- [3] <http://www.rutebusway.com/>. Tanggal Akses : 13 Desember 2010.
- [4] <http://www.transjakarta.co.id/>. Tanggal Akses : 13 Desember 2010
- [5] Dijkstra, E. W. "A note on two problems in connexion with graphs" *Numerische Mathematik* 1: 269–271. 1959.
- [6] Munir, Rinaldi, "Matematika Diskrit Edisi 3" *Informatika Bandung*.Maret 2009. ISBN : 979-96446-3-1.

#### **4. 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, 16 Desember 2010

ttd

Yosef Ardhito Winatmoko / 13509052