

LINTASAN TERPENDEK DALAM *GLOBAL POSITIONING SYSTEM*

Nur Cahya Pribadi – NIM : 13505062

Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha 10, Bandung

E-mail : if15062@students.if.itb.ac.id

Abstrak

Makalah ini membahas tentang lintasan terpendek dalam *Global Positioning System* (GPS). Seringkali ketika kita sedang berpergian berpikir sebaiknya jalan yang mana yang harus dilewati untuk sampai ke tujuan. Pernyataan tersebut dapat dijawab oleh alat canggih yang bernama *Global Positioning System* (GPS). Selain berguna untuk mencari jalan terbaik untuk sampai tujuan *Global Positioning System* (GPS) ini juga mampu untuk menjawab pertanyaan “Dimana saya?”, “Kemana saya pergi?”, “Dimana kamu?”, “Kapan saya bisa kesana?” dan lain-lain.

Global Positioning System (GPS) adalah suatu sistem navigasi yang memanfaatkan satelit. Penerima GPS memperoleh sinyal dari beberapa satelit yang mengorbit bumi. Satelit yang mengitari bumi pada orbit pendek ini terdiri dari 24 susunan satelit, dengan 21 satelit aktif dan 3 buah satelit sebagai cadangan. Dengan susunan orbit tertentu, maka satelit *Global Positioning System* (GPS) bisa diterima diseluruh permukaan bumi dengan penampakan antara 4 sampai 8 buah satelit. *Global Positioning System* (GPS) dapat memberikan informasi posisi dan waktu dengan ketelitian sangat tinggi.

Nama lengkapnya adalah NAVSTAR GPS (*Navigational Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*; ada juga yang mengartikan "*Navigation System Using Timing and Ranging.*") Dari perbedaan singkatan itu, orang lebih mengenal cukup dengan nama *Global Positioning System* (GPS). *Global Positioning System* (GPS) mulai diaktifkan untuk umum 17 Juli 1995.

Di bidang militer GPS digunakan untuk keperluan perang, seperti menuntun arah bom, atau mengetahui posisi pasukan berada. Dengan cara ini maka kita bisa mengetahui mana teman mana lawan untuk menghindari salah target, ataupun menentukan pergerakan pasukan. Dalam navigasi GPS digunakan sebagai alat navigasi seperti kompas. Beberapa jenis kendaraan telah dilengkapi dengan GPS untuk alat bantu navigasi, dengan menambahkan peta, maka bisa digunakan untuk memandu pengendara. Pada sistem informasi geografis GPS sering juga diikutsertakan dalam pembuatan peta, seperti mengukur jarak perbatasan, ataupun sebagai referensi pengukuran. Peran GPS sebagai Pelacak kendaraan ialah pemilik kendaraan/pengelola armada bisa mengetahui ada dimana saja kendaraannya/aset bergeraknya berada saat ini. Selain itu, GPS dapat juga berfungsi sebagai Pemantau gempa. Bahkan saat ini, GPS dengan ketelitian tinggi bisa digunakan untuk memantau pergerakan tanah, yang ordenya hanya mm dalam setahun. Pemantauan pergerakan tanah berguna untuk memperkirakan terjadinya gempa, baik pergerakan vulkanik ataupun tektonik. Tapi dalam makalah ini penulis akan memfokuskan GPS berfungsi sebagai navigasi dan pelacak kendaraan.

Kata kunci: *Global Positioning System, Navigasi, Pelacak Kendaraan.*

1. Pendahuluan

Dalam dunia yang semakin berkembang ini para pekerja dituntut untuk bekerja cepat dalam pekerjaannya. Masalah-masalah dalam berperjalanan menuju tujuan membuat tuntutan itu terhambat contohnya seperti tersesat di jalan, bingung memilih jalan terbaik untuk sampai tujuan. Untuk mengurangi masalah tersebut dibuatlah sebuah global positioning system (GPS) yang dapat menunjukkan lintasan terpendek dalam perjalanan. Jadi sistem tersebut melacak tempat dimana anda berada kemudian mencari dan menentukan lintasan terpendek menuju tempat tujuan. Sistem yang dirancang dan dikendalikan oleh Dhepan Amerika kini bisa dinikmati oleh publik.

Untuk mengetahui posisi dari GPS, diperlukan minimal 3 satelit. Pengukuran posisi GPS didasarkan oleh sistem pengukuran matematika yang disebut dengan Trilaterasi. Yaitu pengukuran suatu titik dengan bantuan 3 titik acu. Misalnya anda berada di suatu kota A (disini kota kita anggap sebagai titik), tetapi anda tidak mengetahui dimana anda berada. Untuk mengetahui keberadaan anda, anda bertanya kepada seseorang, dan orang tersebut menjawab bahwa anda 2 km dari kota B. Jawaban ini tidak memuaskan anda karena anda tidak tahu apakah anda di sebelah selatan, utara, barat, atau timur kota B. Kemudian anda bertanya kepada orang ke-2 dan mendapat jawaban bahwa anda berada 5 km dari kota C. Dengan jawaban ini anda sudah dapat membayangkan dimana posisi anda, hanya ada kemungkinan 2 titik berbeda yang berpotongan antara lingkaran dengan radius kota A dengan kota B dan lingkaran dengan radius kota A dengan kota C. Untuk lebih memperjelas lagi anda mumerlukan orang ke-3, misalnya anda berada di 1 km dari kota D. Dengan demikian anda mendapatkan perpotongan antara lingkaran dengan radius jarak kota A ke kota B, lingkaran antara kota A dan kota C, dan lingkaran antara kota A dan kota D. Dalam GPS kota A adalah alat penerima GPS, kota B, C, dan D adalah Satelit.

2. Lintasan Terpendek

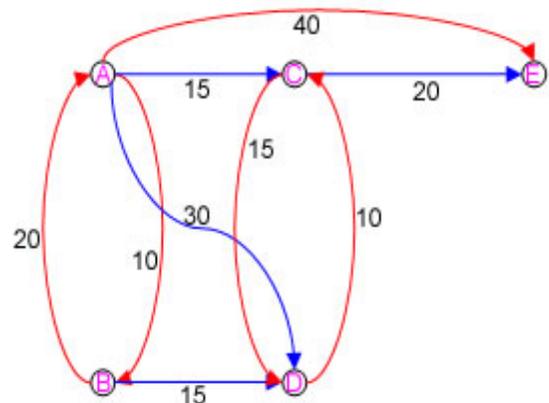
Persoalan mencari lintasan terpendek didalam graf merupakan persoalan salah satu persoalan optimasi. Dalam pencarian lintasan terpendek, graf yang digunakan adalah graf berbobot, yaitu graf yang setiap sisinya diberikan suatu bobot atau nilai. Kata "terpendek" secara umum bererti meminimisasi bobot pada suatu lintasan di dalam graf.

Ada beberapa macam persoalan lintasan terpendek, antara lain:

1. Lintasan terpendek antara dua buah simpul tertentu.
2. Lintasan terpendek antara semua pasangan simpul.
3. Lintasan terpendek dari simpul tertentu ke semua simpul yang lain.
4. Lintasan terpendek antara dua buah simpul yang melalui beberapa simpul tertentu.

Deskripsi persoalan lintasan terpendek sebagai berikut:

Diberikan graf berbobot $G=(V, E)$ dan sebuah simpul awal a . Tentukan lintasan terpendek dari a ke setiap simpul lainnya di G .



Gambar 1

Sebagai ilustrasi, tinjau graf berarah pada gambar 1. Lintasan terpendek dari simpul A ke simpul B, C, D, E diberikan pada tabel dibawah ini.

Simpul Asal	Simpul Tujuan	Lintasan Terpendek	Jarak
A	B	A→B	10
A	C	A→C	15
A	D	A→B→D	25
A	E	A→C→E	35

2.1 Algoritma Dijkstra

Saat ini banyak sekali algoritma untuk mencari lintasan terpendek, salah satunya yang paling terkenal adalah algoritma yang ditemukan oleh Edsger Wybe Dijkstra yaitu **algoritma Dijkstra**. Pada dasarnya Algoritma ini digunakan untuk mencari lintasan terpendek pada graf berarah, tetapi algoritma ini dapat juga digunakan untuk graf tidak berarah.

Algoritma Dijkstra mencari lintasan terpendek dalam sejumlah langkah. Algoritma ini menggunakan prinsip *greedy*. Prinsip *greedy* pada algoritma Dijkstra menyatakan bahwa pada setiap langkah kita memilih sisi yang berbobot minimum dan memasukkannya kedalam himpunan solusi. strategi *Greedy* sebagai berikut:

“Pada setiap langkah, ambil sisi yang berbobot minimum yang menghubungkan sebuah simpul yang sudah terpilih dengan sebuah simpul lain yang belum terpilih. Lintasan dari simpul asal ke simpul yang baru haruslah merupakan lintasan yang terpendek diantara semua lintasannya ke simpul-simpul yang belum terpilih.”

Ada beberapa versi algoritma Dijkstra yang ditulis pada berbagai pustaka. Algoritma yang dibahas dibawah ini adalah salah satu versinya.

Misalkan sebuah graf berbobot dengan n buah simpul dinyatakan dengan matriks $m = m(i, j)$, yang mana i merupakan matriks baris dan j merupakan matriks kolom.

$$m(i, j) = \text{bobot sisi } (i, j)$$

$$m(i, i) = 0$$

$$m(i, j) = \infty, \text{ jika tidak ada sisi dari simpul } i \text{ ke simpul } j$$

Selain matriks m, kita juga dapat menggunakan larik $s = s(i)$ yang dalam hal ini,

$$s(i) = 1, \text{ jika simpul } i \text{ termasuk ke dalam lintasan terpendek}$$

$$s(i) = 0, \text{ jika simpul } i \text{ tidak termasuk ke dalam lintasan terpendek}$$

dan larik/tabel $d = d(i)$ yang dalam hal ini ,

$$d(i) = \text{panjang lintasan dari simpul awal A ke simpul } i$$

Algoritma Dijkstra dinyatakan dalam notasi *pseudo-code* sebagai berikut:

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

```
{ Mencari lintasan terpendek dari simpul awal a ke semua simpul lainnya. Masukan : matriks ketetangaan (m) dari graf berbobot G dan simpul awal a. Keluaran: lintasan terpendek dari a ke semua simpul lainnya }
```

Deklarasi

```
s1, s2, s3, ..., sn : integer
d1, d2, d3, ..., dn : integer
i, j : integer
```

Algoritma

```
{ langkah 0 inialisasi }
```

```
for i ← 1 to n do
  si ← 0
  di ← m(a, i)
```

```
endfor
```

```
{ langkah 1 }
```

```
sa ← 1 {karena simpul a adalah simpul lintasan terpendek, jadi simpul a sudah pasti terpilih dalam lintasan terpendek}
da ← ∞ {tidak ada lintasan terpendek dari simpul a ke a}
```

```
{ langkah 2, 3, ... n-1 }
```

```
for i ← 2 to n-1 do
  proses cari j sedemikian sehingga sj = 0 dan dj = min( d1, d2, ..., dn )
```

$s_j \leftarrow 1 \{ \text{simpul } j \text{ sudah terpilih ke dalam lintasan terpendek} \}$
 proses perbarui d_i , untuk $i=1, 2, 3, \dots, n$ dengan $d_i(\text{baru}) = \min(d_i(\text{lama}), d_j + m(j, i))$
endfor

i/j	A	B	C	D	E
A	0	10	15	30	40
B	20	0	∞	15	∞
C	∞	∞	0	15	20
D	∞	∞	10	0	∞
E	∞	∞	∞	∞	0

Tinjau kembali graf berarah pada gambar 1 dengan matriks ketetanggaan M sebagai berikut:

Perhitungan lintasan terpendek dari simpul awal $a=1$ ke semua simpul lainnya ditabulasikan sebagai berikut.

Lelaran	Simpul yang dipilih	Lintasan	s					d				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inisial	-	-	0	0	0	0	0	0	10 (A, B)	15 (A, C)	30 (A, D)	40 (A, E)
1	A	A	1	0	0	0	0	∞	10 (A, B)	15 (A, C)	30 (A, D)	40 (A, E)
2	B	A, B	1	1	0	0	0	∞	10 (A, B)	15 (A, C)	25 (A, B, D)	40 (A, E)
3	D	A, B, D	1	1	0	1	0	∞	10 (A, B)	15 (A, C)	25 (A, B, D)	40 (A, E)
4	C	A, C	1	0	1	0	0	∞	10 (A, B)	15 (A, C)	25 (A, B, D)	35 (A, C, E)
5	E	A, C, E	1	0	1	0	1	∞	10 (A, B)	15 (A, C)	25 (A, B, D)	35 (A, C, E)

(Keterangan: Angka-angka di dalam tanda kurung menyatakan lintasan terpendek dari simpul 1 ke simpul tersebut)

Jadi, lintasan terpendek dari:

- A ke B adalah A, B dengan panjang=10
- A ke D adalah A, B, D dengan panjang=25
- A ke C adalah A, C dengan panjang=15
- A ke E adalah A, C, E dengan panjang=35

3. Global Positioning System

3.1 Pelacak Kendaraan

Sebelum menentukan lintasan terpendek, GPS terlebih melacak kendaraan dimana kendaraan berada. Alat pelacak/pemantau posisi saat ini aplikasinya makin berkembang dengan adanya satelit navigasi Navstar. Perangkat penerima

satelit dari satelit Navstar ini umumnya memakai GPS (Global Positioning System) sebagai sumber datanya. Dengan menggunakan perangkat ini, kita bisa tahu posisi kita dimanapun di permukaan bumi, yang direpresentasikan dalam bujur dan lintang. Alat pemantau posisi memanfaatkan teknologi GPS untuk keperluan mengenal tempat/posisi dari benda yang akan dipantau posisinya. Selanjutnya perangkat semacam ini

biasanya memanfaatkan GSM untuk mengirimkan data ke pusat pemantauan. Pengiriman data ke pusat pemantauan diatur sesuai kebutuhan, dengan menggunakan SMS (short message service) ataupun gprs.

Di pusat pemantauan data dilapiskan diatas peta, baik berupa foto satelit ataupun peta garis, sehingga kita bisa mengenali area yang dimaksudkan terhadap area yang dikenal. Selain itu di pusat pemantauan dilengkapi pula dengan komputer, perangkat gsm, perangkat lunak pemetaan akan memantau posisi kendaraan dari komputer yang menerima data posisi kendaraan melalui sms ataupun gprs.

Terdapat dua jenis alat pemantau kendaraan yang beredar dipasar saat ini, yaitu pemantau langsung ataupun pemantau tunda. Pemantau langsung adalah seperti yang terdapat pada bagian awal dokumen ini, sementara pemantau tunda, dengan merekam data posisi di kendaraan, dan data diambil saat kendaraan sampai di kantor lagi.

Alat pemantau posisi kendaraan ini membantu para manajer armada menjadi lebih mudah dalam mengambil keputusan yang berhubungan dengan armada mereka, selain itu bisa pula diketahui hal-hal yang berhubungan dengan prestasi seorang pengemudi, biaya perawatan setiap kendaraan setiap kilometer, ataupun konsumsi bahan bakar setiap kendaraan.

Hal lain yang tidak kalah penting adalah menghindari curi pakai kendaraan, ataupun penggunaan jalur/trayek yang tidak seharusnya, yaitu jalur yang dilarang oleh manajer armada karena berbagai alasan.

Di beberapa negara, keberadaan alat pemantau kendaraan ini berguna untuk mengurangi biaya premi asuransi, hal ini disebabkan dengan alat ini bisa mengurangi resiko kehilangan kendaraan karena pencurian, sehingga resiko perusahaan asuransi juga berkurang, dikembalikan ke pelanggan dalam bentuk pengurangan premi.

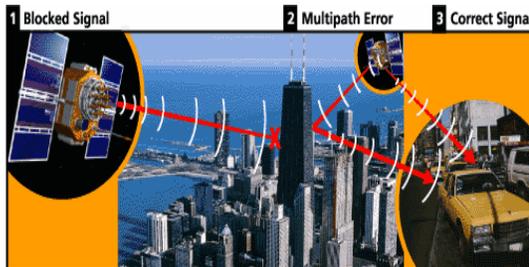
Aplikasi pada perusahaan taksi digunakan untuk mempercepat layanan penjemputan oleh armada taksi, yaitu dengan mengetahui alamat pelanggan, dan posisi taksi yang kosong, maka pusat layanan armada taksi tersebut bisa langsung menentukan taksi terdekat untuk menjemput peanggan mereka.

Aplikasi dilogistik digunakan untuk melakukan efisiensi dalam rute ataupun percepatan penurunan/pengangkutan muatan dengan adanya fasilitas geofencing. Dengan fasilitas ini maka supervisor bisa mengetahui lebih awal adanya armada yang akan masuk gudang, sehingga bisa mempersiapkan pelaksanaan bongkar muat lebih dini.

Penentuan posisi GPS pun tak luput dari faktor kesalahan, kesalahan tersebut bisa timbul dari:

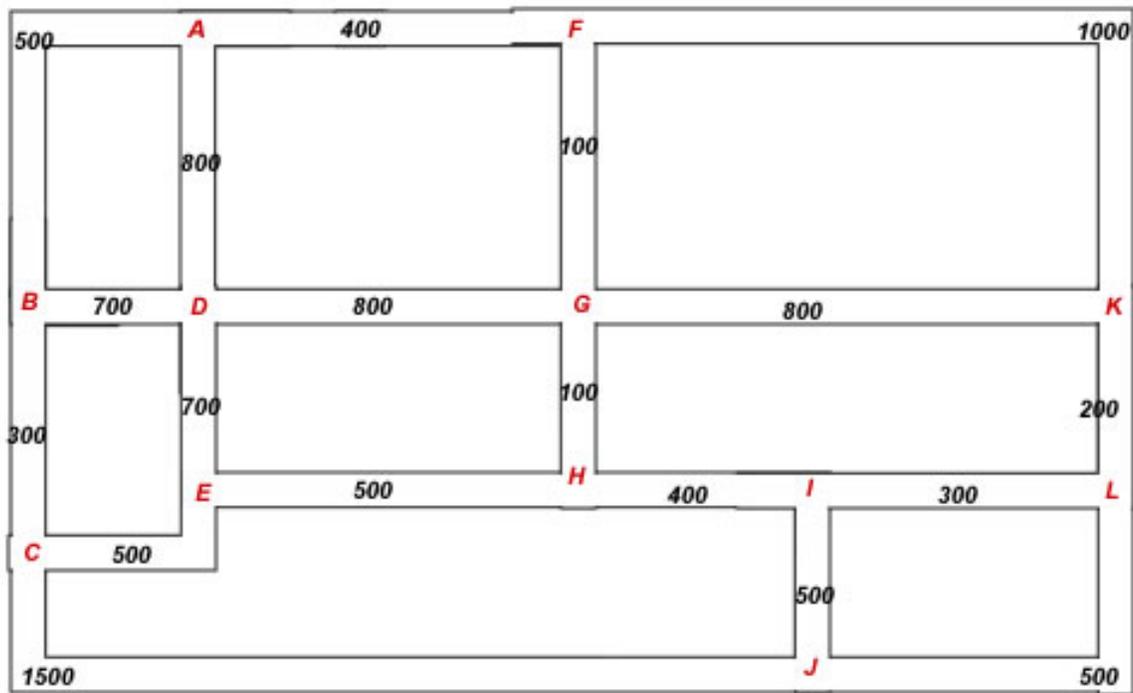
1. Referensi waktu, untuk ketepatan minimal 4 sinyal satelit harus didapat.
2. Ionosfer, kondisi cuaca memengaruhi delaynya waktu penerimaan sinyal, sebagai koreksi satelit mengirimkan sinyal lain pada frekuensi yang berbeda, sebagai komparasi perhitungan untuk mencapai presisi.
3. Multipath, GPS receiver tidak hanya menerima sinyal dari satelit tapi bisa saja dari pantulan, dari perangkat lain di daratan dan sebagainya. GPS mengirimkan sinyal pada frekuensi L1 (1575, 42MHz), L2 (1227, 60MHz) yang dipakai untuk koreksi karena ionosfer, L3 (1381, 05MHz), L4 (1841, 40MHz) dan L5 (1176, 45MHz).
4. Selective Availability, awalnya kalangan sipil tidak bisa menangkap semua sinyal GPS namun setelah Bill Clinton membuka hak pemakaian GPS ini maka kalangan sipil bisa lebih mendapatkan kepresisian posisi GPS.

Dibawah ini merupakan gambar sinyal yang terganggu dan yang tidak terganggu:



3.2 Navigasi

Navigasi adalah penentuan posisi dan arah di atas permukaan bumi. Misalkan diberikan gambar 2 mendeskripsikan sebuah peta kota dan jalannya. Jalan pada kota tersebut tidak searah. Persimpangan jalan dapat diasumsikan dengan titik atau simpul dan jalan dari sebuah peta kota tersebut dapat dijadikan sebuah sisi dari simpul (persimpangan jalan). Gambar peta ini dideteksi terlebih dahulu oleh GPS.



Gambar 2

Dari Langkah-langkah bab 2 diatas dapat diaplikasikan untuk mencari lintasan pada peta ini (gambar 2) .Matriks ketetangaan M sebagai berikut:

i/j	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	500	∞	800	∞	400	∞	∞	∞	∞	∞	∞
B	500	0	300	700	∞							
C	∞	300	0	∞	500	∞	∞	∞	∞	1500	∞	∞
D	800	700	∞	0	700	∞	800	∞	∞	∞	∞	∞
E	∞	∞	500	700	0	∞	∞	500	∞	∞	∞	∞
F	400	∞	∞	∞	∞	0	100	∞	∞	∞	1000	∞
G	∞	∞	∞	800	∞	100	0	100	∞	∞	800	∞

i/j	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
H	∞	∞	∞	∞	500	∞	100	0	400	∞	∞	∞
I	∞	400	0	500	∞	300						
J	∞	∞	1500	∞	∞	∞	∞	∞	500	0	∞	500
K	∞	∞	∞	∞	∞	1000	800	∞	∞	∞	0	200
L	∞	300	500	200	0							

Misalkan diberikan Pertanyaan Lintasan terdekat Antara simpul A ke simpul L. Perhitungan lintasan terpendek dari simpul A ke simpul L ditabulasikan sebagai berikut.

Lelaran	Simpul yang dipilih	Lintasan	s												d												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Inisial	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	∞	800	∞	400	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
1	A	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	∞	500	∞	800	∞	400	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
2	F	A, F	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	∞	500	∞	800	∞	400	500	∞	∞	∞	1400	∞	
3	B	A, B	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	∞	500	800	800	∞	400	500	∞	∞	∞	∞	1400	∞	
4	D	A, D	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	∞	500	800	800	1500	400	500	∞	∞	∞	∞	1400	∞	
5	G	A, F, G	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	∞	500	800	800	1500	400	500	600	∞	∞	∞	1300	∞	
6	C	A, B, C	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	∞	500	800	800	1300	400	500	600	∞	∞	2300	1300	∞	
7	E	A, B, C, E	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	∞	500	800	800	1300	400	500	600	∞	∞	2300	1300	∞	
8	H	A, F, G, H	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	∞	500	800	800	1100	400	500	600	1000	∞	2300	1300	∞	
9	K	A, F, G, K	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	∞	500	800	800	1100	400	500	600	1000	∞	2300	1300	1500
10	J	A, B, C, J	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	∞	500	800	800	1100	400	500	600	1000	∞	2300	1300	1500
11	I	A, F, G, H, I	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	∞	500	800	800	1100	400	500	600	1000	∞	1500	1300	1300
12	L	A, F, G, H, I, L	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	∞	500	800	800	1100	400	500	600	1000	∞	1500	1300	1300

Dari tabel sebelumnya dapat kita simpulkan bahwa lintasan terpendek dari simpul A ke simpul L adalah A, F, G, H, I, L dengan jarak=1300.

Kemudian urutan simpul A, F, G, H, I, L yang telah didapatkan ini dikirim kembali kepada pengguna GPS sehingga pengguna GPS tahu bahwa jalan yang harus dilewati adalah A, F, G, H, I, L.

Penggunaan GPS untuk menentukan lintasan terpendek juga mempunyai kekurangan yaitu:

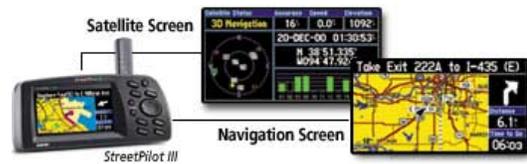
1. Tidak dapat mendeteksi jalan-jalan di pedesaan atau hutan-hutan
2. Tidak dapat menentukan jalan yang mengalami kemacetan
3. Lintasan terpendek tidak pasti merupakan waktu tercepat untuk sampai tujuan

Walaupun menggunakan lintasan terpendek tapi tidak luput juga dari hal-hal yang dapat memperlambat untuk sampai tujuan. Misalnya:

1. Kemacetan
2. Proyek pembangunan jalan yang dapat mengganggu perjalanan pengemudi
3. Angkot-angkot yang berhenti sembarangan
4. Kecelakaan kendaraan
5. Para pengguna jalan yang tidak menertibkan lalu lintas sehingga mengganggu pengguna jalan lain.

Untuk itulah walaupun dengan adanya GPS, masyarakat pengguna jalan harus tetap mempunyai kesadaran untuk memakai jalan dengan taat dan tertib.

Dibawah ini adalah foto pemakaian GPS:



5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari lintasan terpendek dalam *Global Positioning System* ini adalah:

1. *Global Positioning System* salah satu solusi untuk membantu agar perjalanan cepat sampai tujuan
2. *Global Positioning System* salah satu solusi untuk membantu agar perjalanan tidak tersesat
3. *GPS* juga memiliki kesalahan yaitu
 1. Referensi waktu, untuk ketepatan minimal 4 sinyal satelit harus didapat.
 2. Ionosfer, kondisi cuaca memengaruhi delaynya waktu penerimaan sinyal.
 3. Multipath, *GPS* receiver tidak hanya menerima sinyal dari satelit tapi bisa saja dari pantulan, dari perangkat lain di daratan dan sebagainya.
 4. Selective Availability, awalnya kalangan sipil tidak bisa menangkap semua sinyal *GPS* namun setelah Bill Clinton membuka hak pemakaian *GPS* ini maka kalangan sipil bisa lebih mendapatkan kepresisian posisi *GPS*.

4. Algoritma Dijkstra menggunakan prinsip *greedy*. prinsip *Greedy* sebagai berikut:

“Pada setiap langkah, ambil sisi yang berbobot minimum yang menghubungkan sebuah simpul yang sudah terpilih dengan sebuah simpul lain yang belum terpilih. Lintasan dari simpul asal ke simpul yang baru haruslah merupakan lintasan yang terpendek diantara semua lintasannya ke simpul-simpul yang belum terpilih.”

5. Penggunaan GPS untuk menentukan lintasan terpendek juga mempunyai kekurangan yaitu:
1. Tidak dapat mendeteksi jalan-jalan di pedesaan atau hutan-hutan
 2. Tidak dapat menentukan jalan yang mengalami kemacetan
 3. Lintasan terpendek tidak pasti merupakan waktu tercepat untuk sampai tujuan
6. Hal-hal yang dapat memperlambat untuk sampai tujuan. Misalnya:
1. Kemacetan
 2. Proyek pembangunan jalan yang dapat mengganggu perjalanan pengemudi
 3. Angkot-angkot yang berhenti sembarangan
 4. Kecelakaan kendaraan
 5. Para pengguna jalan yang tidak menertibkan lalu lintas sehingga mengganggu pengguna jalan lain.
7. Walaupun dengan adanya GPS, masyarakat pengguna jalan harus tetap mempunyai kesadaran untuk memakai jalan dengan taat dan tertib.

- [4] Wikipedia. (2006). <http://id.wikipedia.org/wiki/GPS>. Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 15:00.
- [5] Wikipedia. (2006). http://id.wikipedia.org/wiki/Pelacak_ken_daraan. Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 15:00.
- [6] Wikipedia. (2006). <http://id.wikipedia.org/wiki/Navigasi>. Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 15:00.
- [7] Garmin. (2006). <http://www.garmin.com>. Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 15:00.
- [8] Firdaus, Yulian. (2006). <http://yulian.firdaus.or.id>. Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 15:00.
- [9] Everyday Mysteries. (2006). <http://www.loc.gov/rr/scitech/mysteries/>. Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 15:00.
- [10] Prama, Irvan, dkk. 2005. *Makalah Algoritma Greedy untuk Mencari Lintasan Terpendek*, Departemen Teknik Informatika ITB, Institut Teknologi Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munir, Rinaldi. (2006). Diktat Kuliah IF2153 Matematika Diskrit. Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.