

## Pemrograman Perhitungan Alinyemen Horisontal Berdasarkan *Standard Specification For Geometric Design Of Urban Roads 1992*

**Rudy Setiawan, Sukanto Tedjokusuma**

Dosen Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya, 60236  
(P):031-8494831 (F):031-8417658  
rudy@peter.petra.ac.id, sukanto@peter.petra.ac.id

**Hariyono, Yulianto Sanjaya**

Alumni Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya, 60236  
(P):031-8494831 (F):031-8417658

### ABSTRAK

Alinyemen horisontal merupakan salah satu bagian dari desain geometrik jalan raya yang mempunyai prosedur perhitungan yang relatif rumit untuk mendapatkan desain yang optimal. Desain yang optimal adalah desain yang memenuhi kriteria umum dari alinyemen horisontal, antara lain: jari-jari minimum, jenis lengkung horisontal (*Full Circle, Spiral-Circle-Spiral, Spiral-Spiral*), jarak antar lengkung horisontal yang tidak boleh saling melampaui (*overlap*), pelebaran perkerasan jalan ditikungan, pemeriksaan jarak pandang ditikungan, penggambaran diagram superelevasi dan *Stationing*.

Dengan bantuan program komputer proses desain maupun redesain alinyemen horisontal menjadi lebih mudah dan cepat. Program dibuat dengan bahasa pemrograman *Borland Delphi 6.0* dan disesuaikan dengan persyaratan desain yang terdapat dalam *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads 1992* (SSGDUR 1992).

Hasil output dari program tersebut berupa tabulasi rangkuman perhitungan alinyemen horisontal dan *script file* yang selanjutnya dapat diolah menjadi gambar alinyemen horisontal dengan bantuan program *AutoCAD*.

**Kata kunci:** Alinyemen horisontal, program komputer, *AutoCAD script file*.

### 1. PENDAHULUAN

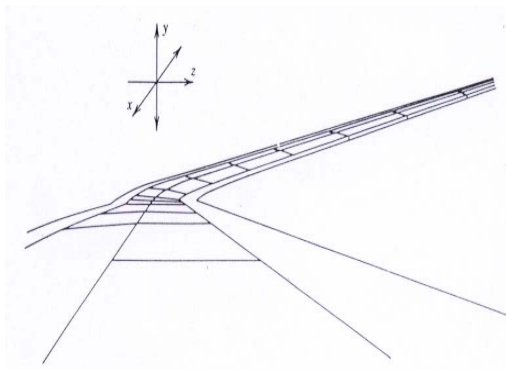
Dalam desain alinyemen horisontal untuk mendapatkan hasil yang optimal perlu dilakukan perhitungan dengan teliti dan membutuhkan banyak waktu karena faktor-faktor yang mempengaruhi dalam desain alinyemen horisontal jumlahnya cukup banyak. Hal tersebut mendasari pemikiran perlunya dikembangkan sebuah program komputer untuk membantu proses desain alinyemen horisontal berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia, yaitu *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads 1992* (SSGDUR 1992).

dengan tanjakan dan turunan pada jalan raya (Gambar 3). Kedua alinyemen tersebut saling berhubungan satu dengan yang lain, sebab jalan yang didesain merupakan komponen tiga dimensi yang merupakan kombinasi dari komponen horisontal dan komponen vertikal (Mannering, 1990).

### 2. LANDASAN TEORI

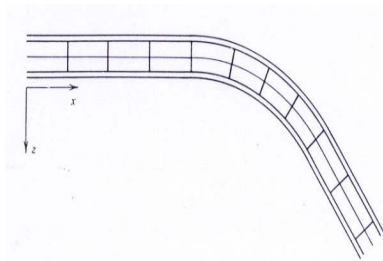
#### 2.1. Pengertian Umum

Dalam desain geometrik jalan raya terdapat dua bagian penting yang harus diperhatikan, yaitu desain alinyemen horisontal dan desain alinyemen vertikal (Gambar 1). Desain alinyemen horisontal berkaitan dengan tikungan pada jalan raya (Gambar 2) sedangkan desain alinyemen vertikal berkaitan



Gambar 1. Alinyemen Jalan Raya Dalam Tiga Dimensi Sumber: *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis* [Manning, 1990]

Alinyemen horisontal adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus bidang datar peta (trase) [Hadiwardoyo, 1995]. Trase jalan biasa disebut situasi jalan, secara umum menunjukkan arah dari jalan yang bersangkutan.



Gambar 2. Alinyemen Horisontal (Plan View) Sumber: *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis* [Manning, 1990]

Alinyemen vertikal adalah perpotongan antara bidang vertikal dengan sumbu jalan (Banks, 2002). Desain alinyemen vertikal sangat mempengaruhi volume pekerjaan tanah yang akan dilakukan, sebab dengan melakukan desain tersebut dapat diperkirakan volume pekerjaan tanah yang harus dilaksanakan.

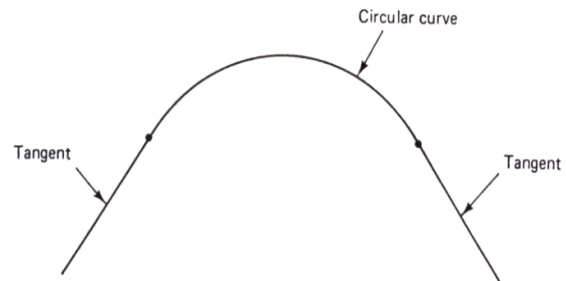


Gambar 3. Alinyemen Vertikal (Profile View) Sumber: *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis* [Manning, 1990]

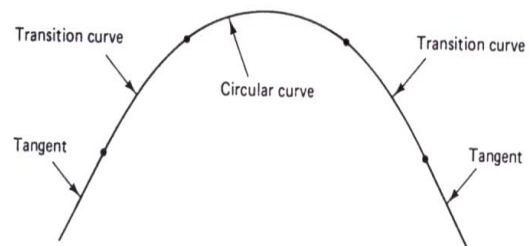
## 2.2. Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal terdiri dari garis-garis lurus (*tangent*) yang dihubungkan dengan garis-garis

lengkung (*curve*) [Sukirman, 1999]. Garis-garis lengkung tersebut dapat terdiri dari lengkung lingkaran (*circle/circular curve*) ditambah dengan lengkung spiral (*transition curve*), lengkung lingkaran saja ataupun lengkung spiral saja (Gambar 4 & Gambar 5)

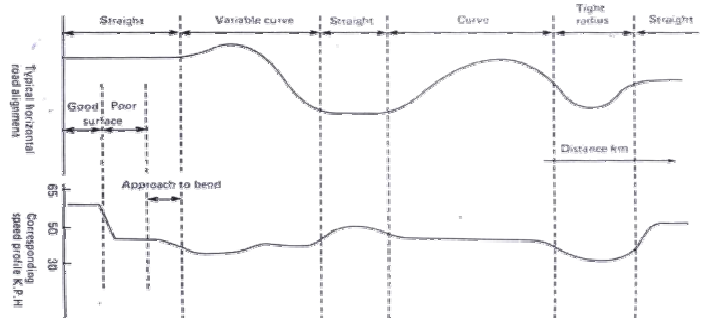


Gambar 4. Alinyemen horisontal dengan lengkung Lingkaran Sumber: *Transportation Engineering and Planning* [Papacostas, 1993]



Gambar 5. Alinyemen horisontal dengan lengkung lingkaran dan lengkung spiral Sumber: *Transportation Engineering and Planning* [Papacostas, 1993]

Desain alinyemen horisontal sangat dipengaruhi oleh kecepatan rencana yang ditentukan berdasarkan tipe dan kelas jalan. Pada bagian lurus, kecepatan kendaraan cenderung lebih tinggi apabila dibandingkan pada bagian lengkung. Kecepatan tersebut akan menurun ketika kendaraan melintasi bagian lengkung dan kembali meningkat ketika kendaraan melintasi bagian lurus seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara Alinyemen Horisontal dengan Kecepatan Sumber: *Toward Safer Roads in Developing Countries* [TRRL, 1991]



### 3. KONSEP DAN PEMROGRAMAN

Program ini dibuat dengan bahasa pemrograman *Borland Delphi 6* dengan tampilan *windows* agar mudah dimengerti dan digunakan. Tampilan dibuat dengan model *tabsheet* sehingga terbentuk suatu proses perhitungan bertahap. Dua macam jenis proses perhitungan (*run*) disediakan dalam program ini, yaitu secara otomatis dan secara manual.

Hasil yang diperoleh berupa tabulasi perhitungan yang dikonversikan dalam bentuk *Microsoft Excel* dan gambar desain alinyemen horisontal yang disajikan dengan bantuan *AutoCAD*.

Spesifikasi minimum yang dibutuhkan untuk bahasa pemrograman ini adalah *Pentium II*, Memori 64MB, dan ruang *harddisk* untuk instalasi program sebesar 60MB.

#### 3.1. Pembuatan Tampilan (Interface) dan Module

Tampilan program terdiri dari 13 *form*, Nama, jenis dan keterangan *form* seperti terlihat pada Tabel 1. Tabel 1. Macam *Form* Program *HCurve* dan Kegunaanya

No	Nama	Jenis	Keterangan
1	<i>Splash Screen</i>	<i>window</i>	tampilan halaman pembuka
2	<i>Main</i>	<i>window</i>	form utama untuk proses <i>input</i> , <i>open</i> , <i>save</i> , <i>run</i> , dan <i>output</i>
3	<i>Number of PI</i>	<i>dialog</i>	untuk <i>input</i> jumlah PI
4	<i>Tab Sheet PI</i>	<i>window</i>	form untuk <i>input</i> koordinat PI
5	<i>Tab Sheet Azimuth</i>	<i>window</i>	sheet untuk menampilkan hasil perhitungan <i>azimuth</i>
6	<i>Tab Sheet Road Properties</i>	<i>window</i>	form untuk <i>input</i> data jalan
7	<i>Crossfall Section</i>	<i>window</i>	untuk memilih bentuk penampang jalan
8	<i>Tab Sheet Grouping</i>	<i>window</i>	form untuk klasifikasi data PI
9	<i>Run Manual</i>	<i>dialog</i>	untuk menjalankan perhitungan secara manual
10	<i>Tab Sheet Result</i>	<i>window</i>	sheet untuk menampilkan hasil

			perhitungan
11	<i>Tab Sheet Superelevation</i>	<i>window</i>	sheet untuk menampilkan diagram superelevasi
12	<i>Help and Reference</i>	<i>window</i>	berisi cara pengoperasian program, tabel data-data, dan peraturan
13	<i>About</i>	<i>dialog</i>	berisi data-data program

Untuk membuat *sub-module* dan *function*, Program *HCurve* dibagi menjadi 3 *Module*, yaitu:

- *Module Azimuth*.  
Bagian ini berisi pendeklarasian jumlah PI, memasukkan koordinat PI, menghitung *azimuth*, sudut dan jarak antar PI, serta menampilkan hasil perhitungan tersebut.
- *Module Utama*.  
Bagian ini berisi semua variabel yang ada dalam pembuatan program dan data yang diperlukan dalam perhitungan berdasarkan standar yang dipakai. Bagian ini juga berisi perhitungan utama dalam alinyemen horisontal, serta menampilkan hasil perhitungan tersebut.
- *Module Script*.  
Bagian ini berisi *sub-module* dan *function* yang digunakan untuk membuat *script file* (.scr) yang berguna untuk membuat gambar desain alinyemen horisontal dengan bantuan *AutoCAD*.

#### 3.2. Penyimpanan Data

Pada *HCurve* data disimpan dalam bentuk *textfile* dengan ekstensi *.had* (*Horizontal Alignment Data*). Format ini dipilih karena pembuatannya yang mudah dan tidak memerlukan banyak ruang dalam *harddisk*. Format dari *file .had* ini adalah:

[Jumlah PI] →  
[Koordinat X1]  
[Koordinat Y1]  
[Koordinat X2]  
[Koordinat Y2]  
[Koordinat Xn]  
[Koordinat Yn]  
[Tipe jalan]  
[Kelas jalan]  
[Standar desain]  
[Jenis penampang]  
[Nama group]  
[Superelevasi]  
[Superelevasi maksimum]  
[Jari-jari desain]  
[Jari-jari minimum]  
[FC] → [True/False]

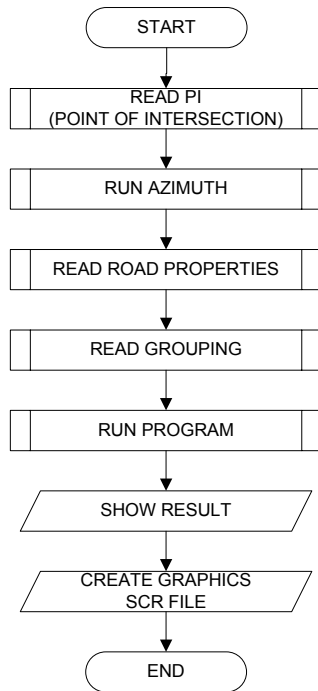


[SCS] → [True/False]

[SS] → [True/False]

### 3.3 Proses Perhitungan

Proses perhitungan program dapat dilihat pada Gambar 7. Diagram alir tersebut terdiri dari masing-masing blok yang merupakan *sub-module* tersendiri.



Gambar 7 Diagram Alir Konsep Kerja Program  
*Hcurve* Secara Garis Besar

Penjelasan untuk masing-masing *sub-module* adalah sebagai berikut:

#### Read PI

Bagian ini merupakan bagian dimana program melakukan proses pembacaan data dari masing-masing PI. Data-data yang dibaca adalah jumlah dan koordinat PI.

#### Run Azimuth

Pada bagian ini, program melakukan proses perhitungan *azimuth*, sudut dan jarak antar PI.

#### Read Road Properties

Bagian ini merupakan bagian dimana program melakukan proses pembacaan data yang akan digunakan dalam mendesain lengkung horisontal, meliputi: tipe jalan, kelas jalan, standar desain, elevasi rencana, elevasi maksimum, jari-jari rencana, jenis lengkung horisontal, jenis kendaraan rencana dan pendefinisian penampang jalan. Dalam bagian ini ada satu hal yang berhubungan dengan *Read Grouping*, yaitu pilihan mengenai *To All PI*.

#### Read Grouping

Pada bagian ini, program melakukan klasifikasi PI berdasarkan kesamaan *road properties*, dengan

tujuan agar PI yang diklasifikasi dapat dihitung dengan beberapa batasan. Dilakukan atau tidaknya proses ini diatur pada saat *Read Road Properties*. Bagian ini akan dilakukan apabila pilihan *To All PI* tidak dipilih, sebaliknya apabila dipilih maka bagian *Read Grouping* tidak akan dilakukan.

#### Run Program

Bagian *run* ini akan dibagi menjadi dua, yaitu: *run* secara *automatic* dan *run* secara *manual*. Adapun perbedaan antara keduanya terletak pada bagian optimasi.

Pada *Run Automatic*, program melakukan perhitungan berdasarkan batasan yang diberikan pengguna pada saat *Run Read Properties*. Apabila hasilnya tidak memenuhi persyaratan yang ada, pengguna tidak memiliki kesempatan untuk mengubah batasan-batasan yang telah diberikan.

Pada bagian *Run Manual*, program melakukan perhitungan tahap demi tahap sesuai dengan panduan dari pengguna. Apabila hasilnya tidak memenuhi persyaratan yang ada, pengguna memiliki kesempatan untuk mengubah batasan-batasan yang telah diberikan pada saat *Run Read Properties* sehingga hasilnya diupayakan dapat memenuhi persyaratan.

Program akan melakukan optimasi dengan melakukan reduksi nilai jari-jari desain setiap 10 m sampai didapatkan hasil yang memenuhi persyaratan dengan batasan nilai jari-jari minimum.

#### Show Result

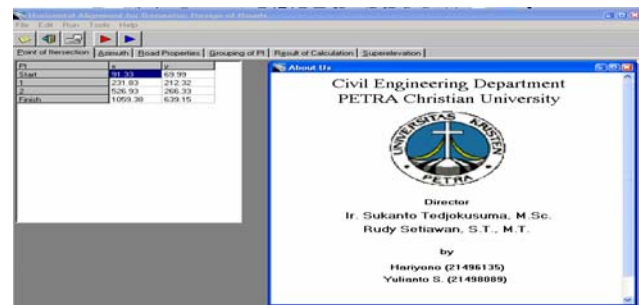
Setelah seluruh perhitungan dilakukan, hasil perhitungan yang berupa angka ditampilkan dalam bentuk tabulasi pada *Tab Sheet Show Result*. Sedangkan hasil yang berupa gambar ditampilkan pada *Tab Sheet Superelevation*, untuk gambar diagram superelevasi dan dalam bentuk *script file* untuk gambar desain hasil perhitungan.

#### Create scr Graphic

Bagian terakhir yang dilakukan program adalah membuat *script file* (.scr) yang berisi data hasil perhitungan untuk selanjutnya diproses dengan bantuan *AutoCAD* sehingga didapatkan gambar desain alinyemen horisontal.

## 4. TAMPILAN PROGRAM

Berikut sekilas tampilan dari Program *Hcurve* seperti terlihat pada gambar 8 s/d 15



Gambar 8. Input PI pada *Hcurve*

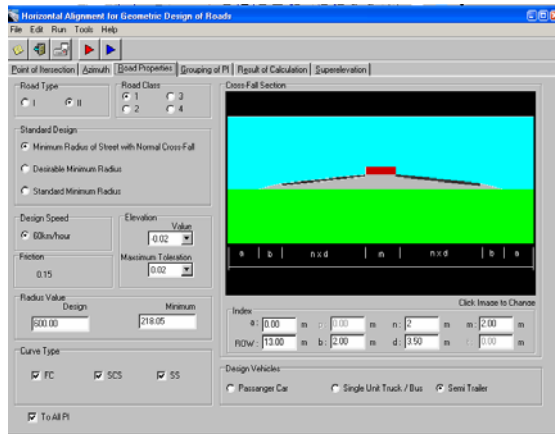


PI	X	Y	Azimuth	Distance
Start	91.33	63.99		
1	231.83	212.32	44.63	200
2	526.93	266.33	79.63	300
Finish	1059.38	639.15		650

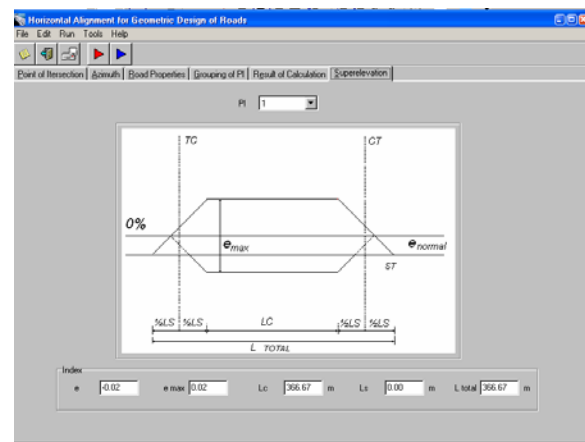
Gambar 9. Hasil Perhitungan *Azimuth*, Sudut dan Jarak Antar PI

PI	Start	1	2	End
Sta. PI	0+000	0+200	0+488	1+135
X	91.33	231.83	526.93	1059.38
Y	63.99	212.32	266.33	639.15
Delta		35.0000	24.6300	
V design		60.00	60.00	
Curve Type		FC	SCS	
L		600.00	390.00	
LS		0.00	50.00	
Teta s		0.00	3.67	
Xs		0.00	49.98	
Ys		0.00	1.07	
K		0.00	25.00	
P		0.00	0.27	
Teta c			17.29	
TC/TS		189.26	110.23	
Turning		Right	Left	
LC		366.67	117.72	
L total		366.67	284.77	

Gambar 12. Hasil Perhitungan *Hcurve*



Gambar 10. Input Spesifikasi Jalan pada *HCurve*



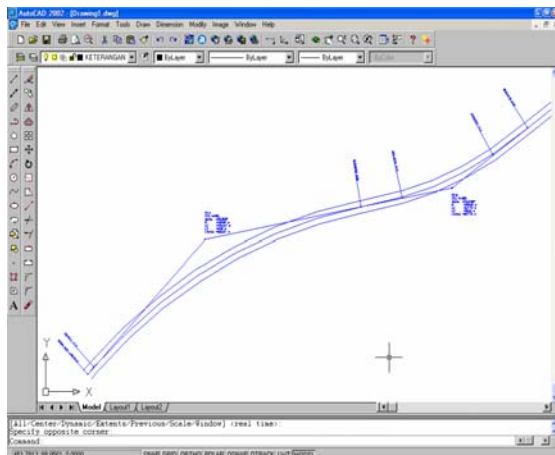
Gambar 13. Skets Diagram Superelevasi

PI	Group	e	e max	f	f min	FC	SCS	SS
1	Default	0.02	0.02	600	218.05	V	V	V
2	Default	0.02	0.02	600	218.05	V	V	V

Gambar 11. Input Pengelompokan PI

```
Example 1 - Notepad
File Edit Format View Help
HORIZONTAL ALIGNMENT FOR GEOMETRIC DESIGN OF ROADS
PI Start 1 2 End
Sta. PI 0+000 0+200 0+488 1+135
X 91.33 231.83 526.93 1059.38
Y 63.99 212.32 266.33 639.15
Delta 35.0000 24.6300
V design 60.00 60.00
Curve type FC SCS
L 600.00 390.00
LS 0.00 50.00
Teta s 0.00 3.67
Xs 0.00 49.98
Ys 0.00 1.07
K 0.00 25.00
P 0.00 0.27
Teta c 17.29
TC/TS 189.26 110.23
Turning Right Left
LC 366.67 117.72
L total 366.67 284.77
Sta. TS 0+011 0+378
Sta. SC 0+428 0+428
Sta. SS 0+428 0+428
Sta. ST/CT 0+377 0+596
e -0.02 -0.02
e maks 0.02 0.02
P 0.150 0.150
Distance 200.00 300.00 650.00
Azimuth 44.63 79.63 55.00
```

Gambar 14. Output Berupa *Text File*



Gambar 15. File Script Setelah Diproses Dengan AutoCAD

4. Grabowski, R., (1991) *Using AutoCAD*, 3<sup>rd</sup> ed., Indiana: Que Corporation, Carmel.
5. Guenthe, J. and Ocoboc, E., *AutoCAD Methods and Macros*, (1991) TAB Professional and Reference Books.
6. Hadiwardoyo, S.P., (1995) *Perencanaan Geometrik Jalan*, Laboratorium Jalan dan Survey Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
7. M. Agus J. Alam, (2002) *Borland Delphi 6.0*, Elex Media Komputindo.
8. Papacostas, C.S. and Prevedouros, P.D., (1993) *Transportation Engineering and Planning*, Englewood Cliffs, NJ.
9. Sukirman, S., (1999) *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova.
10. Wahana Komputer Semarang, (2003) *Pemrograman Borland Delphi 6.0*, Andi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dengan mempergunakan program komputer proses desain alinyemen horizontal dapat dilakukan dengan lebih cepat dengan tetap mendapatkan hasil yang optimal. Output program yang berupa rangkuman hasil perhitungan dan gambar desain akan mempermudah perencana dalam melakukan desain maupun redesain alinyemen horizontal.

### 5.2. Saran

Dalam desain geometrik jalan, keberadaan alinyemen horizontal tidak dapat dipisahkan dengan alinyemen vertikal. Kedua elemen tersebut saling melengkapi untuk menghasilkan jalan yang memenuhi fungsi dasarnya. Sehingga perlu dikembangkan sebuah program komputer untuk membantu proses desain alinyemen vertikal sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia, yaitu *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads 1992* (SSGDUR 1992). Selain itu pengembangan lebih lanjut juga diperlukan untuk mengkombinasikan kedua alinyemen tersebut, bahkan juga dengan elemen-elemen desain yang lain.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Banks, J.H., (2002) *Introduction to Transportation Engineering* 2<sup>nd</sup> ed., New York: McGraw – Hill.
2. Directorate General of Highways Ministry of Public Works, (1992) *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads*, Jakarta.
3. Fred L. Mannering, Walter P. Kilareski, (1990) *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis*, John Wiley and Sons, Inc.