

PEMROGRAMAN PERHITUNGAN ALINYEMEN VERTIKAL 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*

Robby Djajadi, Christian

*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 vertikal 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 vertikal, antara lain: kemiringan jalan maksimum (*grade*), jarak antar lengkung vertikal yang tidak boleh saling melampaui (*overlap*), panjang minimum dari lengkung (*minimum curve length*), dan tinggi bebas (*clearance*) yang cukup pada semua halangan (*obstacle*). Dengan bantuan program komputer proses desain maupun redesain alinyemen vertikal menjadi lebih mudah dan cepat.

Program komputer dibuat dengan bahasa pemrograman *Microsoft Visual Basic 6* dan disesuaikan dengan persyaratan desain yang terdapat dalam *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads 1992* (SSGDUR 1992). Hasil output dari program komputer berupa tabulasi rangkuman perhitungan alinyemen vertikal dan *script file* yang selanjutnya dapat diolah menjadi gambar alinyemen vertikal dengan bantuan program AutoCAD.

Rata-rata perbedaan hasil desain alinyemen vertikal dengan program *Vcurve* dibandingkan dengan perhitungan manual hanyalah sebesar 0,031%. Perbedaan yang terjadi umumnya disebabkan oleh pembulatan perhitungan *grade* (g) pada perhitungan manual sehingga mempengaruhi akurasi tahap perhitungan berikutnya.

Kata kunci: Alinyemen vertikal, program komputer, *AutoCAD script file*

PENDAHULUAN

Dalam desain alinyemen vertikal suatu ruas jalan umumnya dibagi dalam beberapa PVI (*Point of Vertical Intersection*). Dari masing-masing PVI ini akan didesain suatu lengkung vertikal yang tidak boleh *overlap* satu sama lain. Jika *overlap* terjadi maka salah satu atau kedua LV (*length of vertical curve*) harus diperpendek atau diperkecil, masalahnya pengurangan panjang LV dibatasi

oleh syarat LV minimum (*length of vertical curve minimum*) yang nilainya merupakan fungsi dari kriteria jalan tersebut, yaitu tipe jalan, kelas jalan, kecepatan rencana (*design speed*), arah lalu lintas dan ada tidaknya median (SSGDUR 1992, Wright 1996).

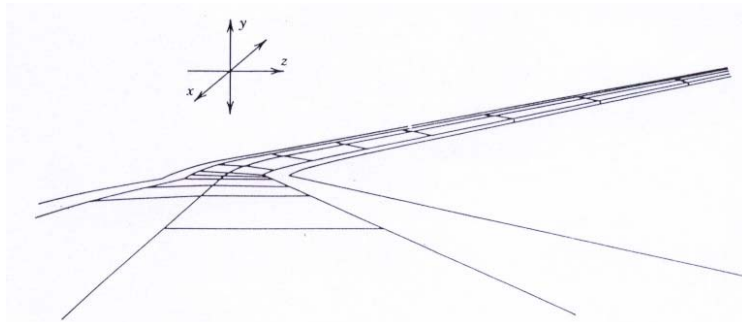
Tujuan dari pembuatan program ini adalah untuk mempermudah proses perhitungan dan optimalisasi desain alinyemen vertikal. Berikut beberapa batasan berkaitan dengan pembuatan program ini, antara lain:

- Program ini hanya membahas perhitungan alinyemen vertikal saja dengan lengkung vertikal yang berupa lengkung parabola sederhana.
- Program ini menggunakan *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads* 1992 sebagai standar acuan perhitungan alinyemen vertikal.
- Program ini dibuat dengan bahasa pemrograman “*Microsoft Visual Basic 6.0*”.
- Lokasi PVI (*station* dan elevasi) yang dimasukkan sebagai data pada program adalah lokasi PVI setelah proses *cut and fill* dilakukan, bukan lokasi PVI kontur tanah eksisting.
- Station dan elevasi dari halangan yang dimasukkan pada program merupakan station dan elevasi dari titik – titik yang dianggap kritis, yang dapat mewakili halangan.

LANDASAN TEORI

Pengertian Umum

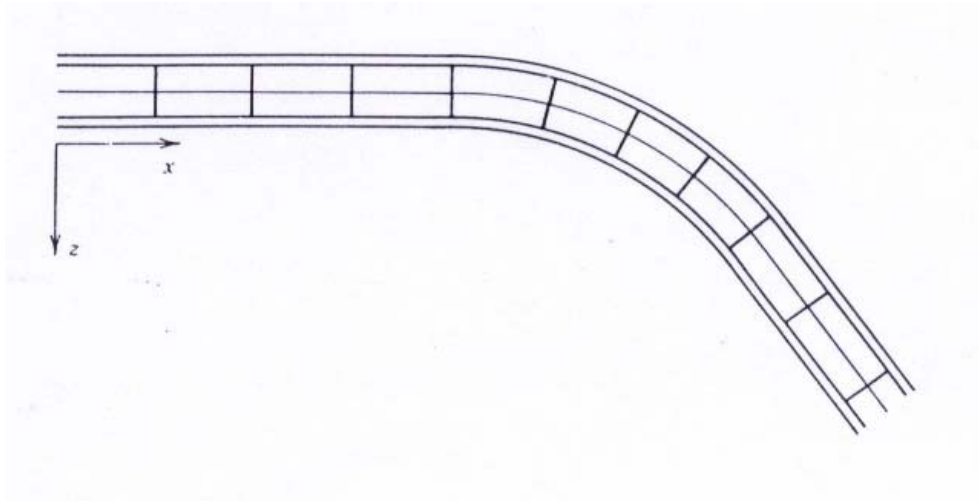
Dalam desain geometrik jalan raya terdapat dua bagian penting yang harus diperhatikan, yaitu desain alinyemen horisontal dan desain alinyemen vertikal (Gambar 1). Desain alinyemen horisontal berkaitan dengan tikungan pada jalan raya (Gambar 2) sedangkan desain alinyemen vertikal berkaitan dengan tanjakan 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 vertikal (Fred, 1990).



Gambar 1. Alinyemen Jalan Raya Dalam Tiga Dimensi

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal (Banks, 2002). Alinyemen horisontal sering disebut sebagai trase jalan, dimana terdiri dari garis lurus dan garis lengkung yang berupa bagian dari lingkaran dan lengkung peralihan.

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 2. Alinyemen Horisontal (*Plan View*)



Gambar 3. Alinyemen Vertikal (*Profile View*)

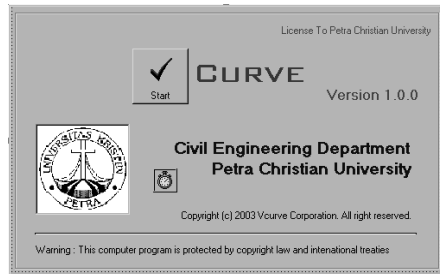
Desain alinyemen vertikal juga harus memperhatikan elevasi dari genangan air pada tempat-tempat disekitarnya agar pada saat terjadi hujan, maka jalan tersebut tidak sampai tergenang air dimana hal ini dapat membahayakan keselamatan dan mengurangi kenyamanan dari pengguna jalan (Khisty, 2002).

KONSEP DAN ALUR PEMROGRAMAN

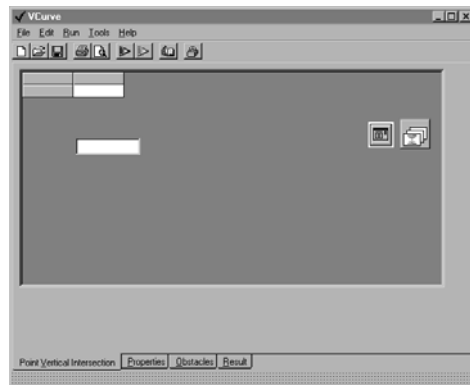
Program desain alinyemen vertikal ini diberi nama *VCurve* dan dibuat dengan bahasa pemrograman *Microsoft Visual Basic 6* sedangkan menu *help* dibuat dengan program *HTML Help workshop* (Cornell 1996, Walnum 1998). Bahasa pemrograman ini dipilih karena berbasis *Windows* (minimum *Windows 95*), sehingga sangat familiar dengan para pengguna komputer. Spesifikasi minimum yang dibutuhkan untuk bahasa pemrograman ini adalah *processor 486* (direkomendasikan *Pentium*), Memori 8 Mb, dan ruang *harddisk* untuk instalasi program sebesar 60 Mb.

Pembuatan Tampilan (*Interface*) dan *Module*

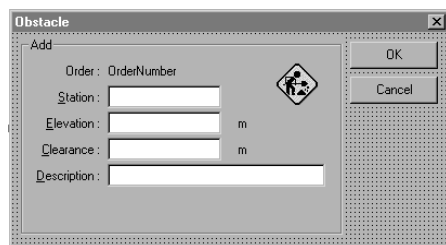
Tampilan program terdiri dari 14 *form* (Gambar 4a-n). Nama, jenis dan keterangan *form* dapat dilihat pada Tabel 1.



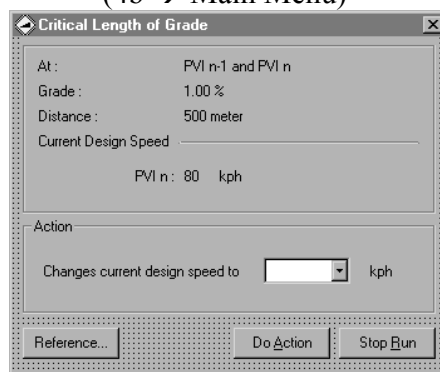
(4a → Splash)



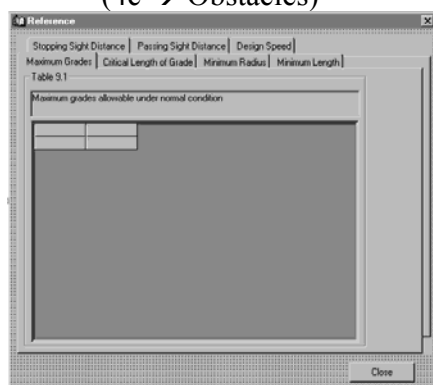
(4b → Main Menu)



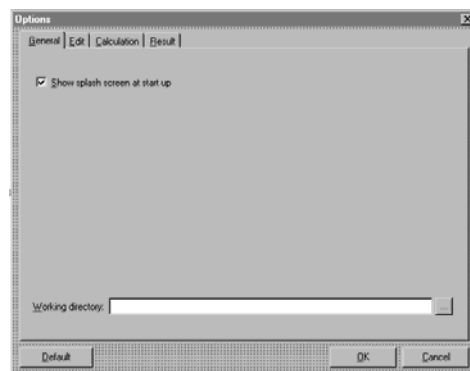
(4c → Obstacles)



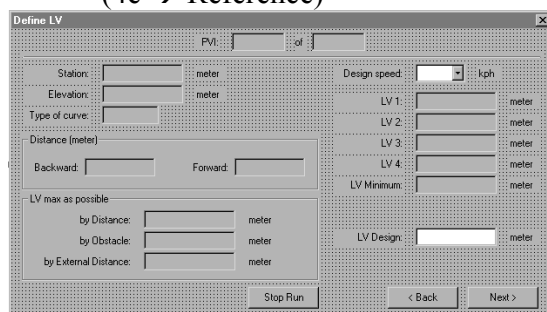
(4d → Critical Length)



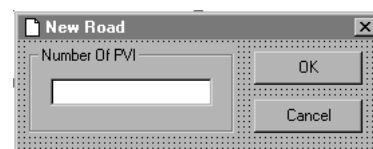
(4e → Reference)



(4f → Option)

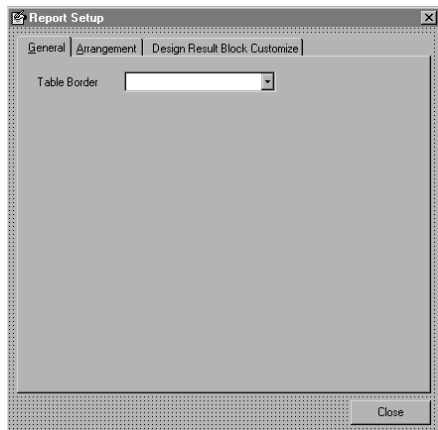


(4g → Define LV)

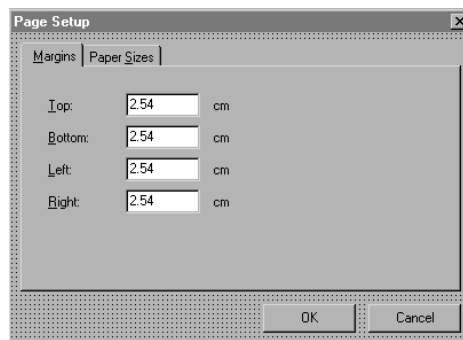


(4h → Number of PVI)

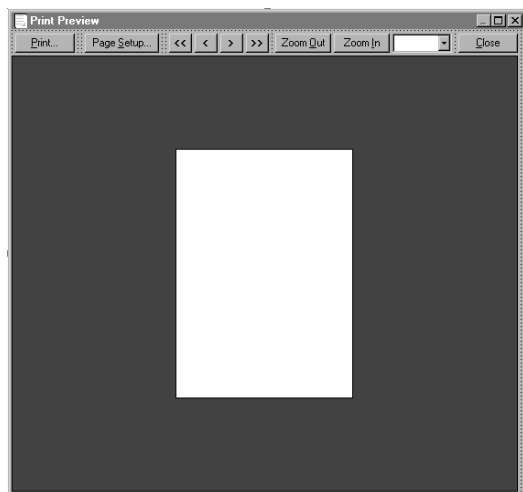
Gambar 4. Berbagai Tampilan Form Pada Program VCurve



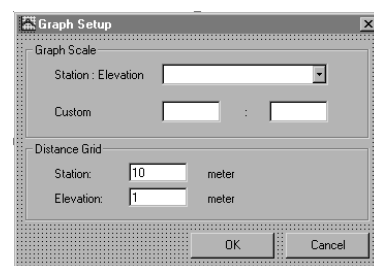
(4i → Report Setup)



(4j → Page Setup)



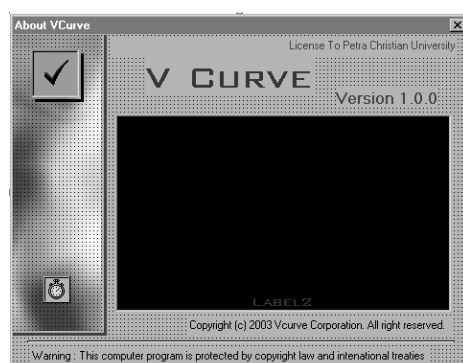
(4k → Print Preview)



(4l → Graph Setup)



(4m → Working Directory)



(4n → About)

Gambar 4. (Lanjutan)

Tabel 1. Macam Form Program VCurve dan Kegunaannya

No	Nama	Jenis	Keterangan / Kegunaan
1	Splash	screen	tampilan pertama saat program di load
2	Main	window	form utama untuk proses <i>input, save, open, run</i> dan <i>output</i>
3	Obstacle	dialog	<i>input</i> halangan
4	Critical Length	dialog	<i>critical length</i> cek
5	Reference	dialog	tampilan peraturan yang digunakan
6	Options	dialog	<i>run setting, input setting, output setting</i>
7	Define LV	dialog	proses <i>run</i>
8	Number PVI	dialog	<i>input</i> jumlah PVI
9	Report Setup	dialog	mengatur laporan (<i>report</i>)
10	Page Setup	dialog	mengatur halaman(<i>page</i>), <i>margin</i>
11	Print Preview	window	<i>preview</i> laporan
12	Graph Setup	dialog	mengatur grafik, skala
13	Working Directory	dialog	<i>setting</i> direktori untuk data
14	About	dialog	judul program, versi, <i>programmer, director</i>

Untuk membuat *sub* dan *function* dalam program ini dipakai 3 *module*, yaitu :

- *General*
Module ini berisi pendeklarasian variabel, serta *sub* dan *function* yang digunakan program secara umum. Misalnya : *open, save, set working directory*, pengaturan *toolbar*, dan lain lain.
- SSGDUR92
Module ini berisi *sub* dan *function* yang digunakan untuk optimalisasi perhitungan, serta peraturan-peraturan yang merujuk pada SSGDUR 1992.
- *Script File*
Module ini berisi *sub* dan *function* yang digunakan untuk membuat script file (.scr) yang merupakan hasil output program.

Penyimpanan Data

Pada program ini data disimpan dalam bentuk *text file* dengan ekstensi **.rod** (*road document*).

Format dari file **.rod** ini adalah sebagai berikut:

```
Vcurve - Vertical Curve
Version: Version Number
=====
[Point Vertical Intersection]
Number of PVI
Row , Col ,Station
Row , Col ,Elevation
[Road Name]
Road Name
[Road type]
Index of road type
[Road Class]
Index of road class
[Design Speed]
Index of design speed
[Alternative Design Speed]
Index of alternative design speed
[Direction]
Oneway = true, Twoway = false
[Median]
Median = true, else = false
[Radius Of Vertical Curvature]
```

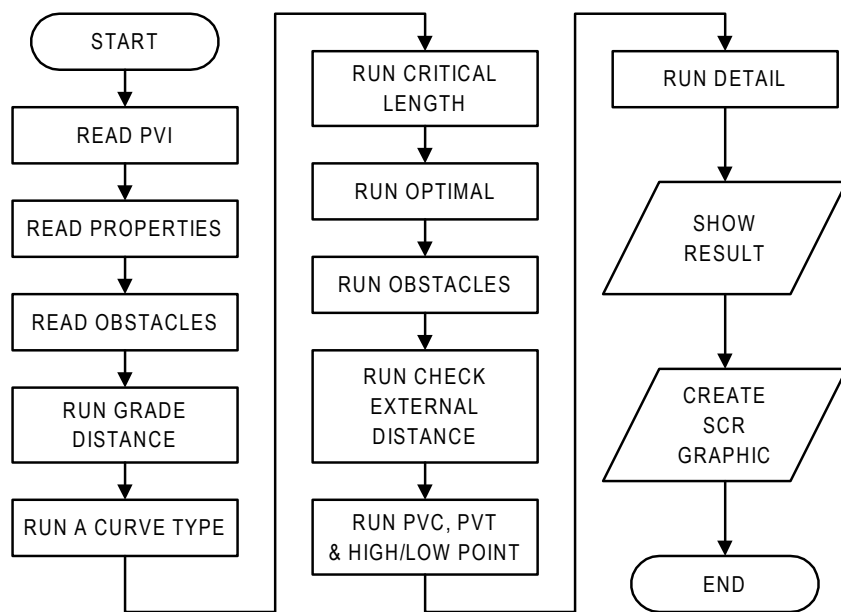
```

Desirable = true, Standard = false
[Passing Sight Distance]
Standard = true, Minimum = false
[Obstacles]
Number of obstacle
Row, Col , Station
Row, Col , Elevation
Row, Col , Clearance
Row, Col , Description

```

Proses Perhitungan

Proses perhitungan program dapat dilihat pada diagram alir (Gambar 5). Diagram ini terdiri dari masing-masing blok yang merupakan *sub* tersendiri.



Gambar 5. Diagram Alir Konsep Kerja Program *VCurve* Secara Umum

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

Read PVI

Bagian ini merupakan bagian dimana program melakukan proses pembacaan data dari masing – masing *PVI*. Data – data yang dibaca adalah *Station* dan elevasi dari *PVI* tersebut.

Read Properties

Pada bagian ini, program akan melakukan proses pembacaan nama jalan, tipe dan kelas jalan, *design speed*, *alternative design speed*, arah lalu lintas, ada tidaknya median, radius dari lengkung vertikal.

Read Obstacles

Bagian ini merupakan bagian dimana program melakukan proses pembacaan ada atau tidaknya halangan, dimana data – data yang dibaca adalah *station*, elevasi, *clearance* dan nama halangan tersebut.

Run Grade Distance

Pada bagian ini, program melakukan perhitungan jarak dan kemiringan (*grade*) antar PVI.

Run a Curve Type

Pada bagian ini, program menentukan jenis lengkung dari tiap – tiap PVI.

Run Critical Length

Run critical length merupakan bagian dari program yang digunakan untuk memeriksa *grade* agar tidak melebihi *grade* maksimum dan memenuhi syarat panjang kritis.

Run Optimal

Run Optimal merupakan bagian program yang menghitung proses desain panjang vertikal yang diperlukan. Pada tahap ini terdapat bagian pendukung yaitu *calculate all*, dimana proses perhitungan LV minimum dilakukan.

Run Obstacles

Pada bagian ini *clearance* atau tinggi bebas dari halangan akan diperiksa apakah sudah terpenuhi, jika belum maka dilakukan desain ulang terhadap panjang lengkung vertikal agar *clearance* yang diperlukan pada setiap halangan dapat terpenuhi.

Run Check External Distance

Tahapan ini melakukan proses peninjauan kembali apakah desain jalan yang telah dilakukan telah memenuhi kriteria *external distance* (e) yang telah disyaratkan.

Run PVC, PVT, and High Low Point

Pada tahapan ini untuk masing–masing lengkung vertikal dihitung letak titik awal lengkung, titik akhir lengkung serta titik terendah atau tertinggi pada lengkung tersebut.

Run Detail

Pada tahapan ini, dihitung titik–titik (*station*, elevasi) untuk penggambaran masing-masing lengkung vertikal.

Show Result

Setelah seluruh perhitungan dilakukan, hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel dan dapat langsung dicetak dengan mengatur *page setup* dan *report setup* jika dikehendaki.

Create SCR Graphic

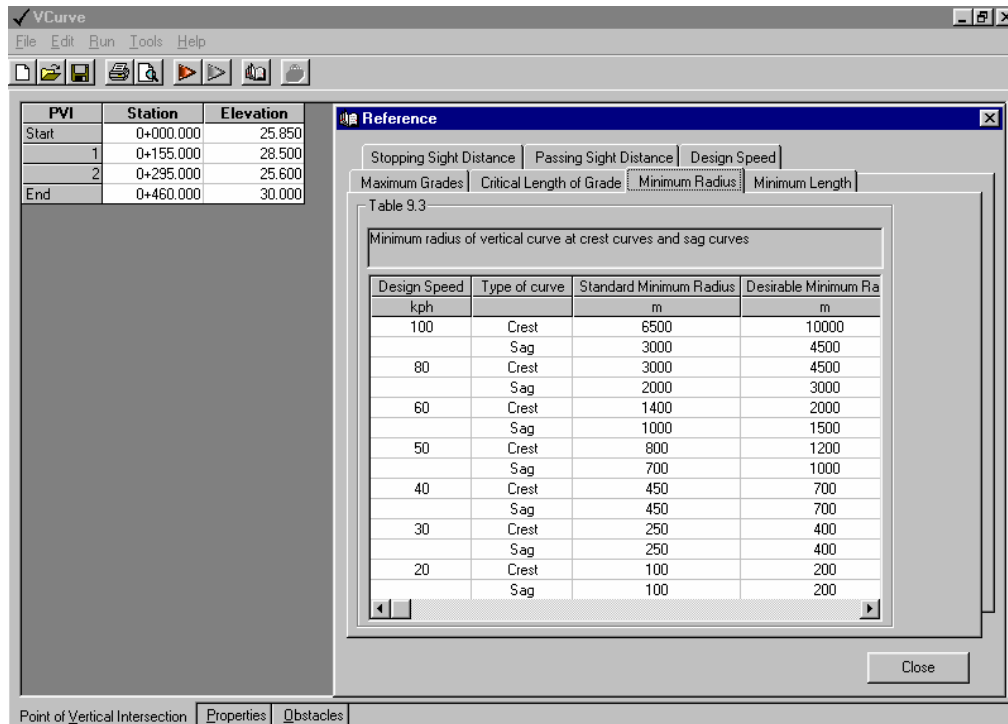
Bagian terakhir yang dilakukan program adalah membuat perintah – perintah yang digunakan untuk menggambarkan hasil perhitungan. Perintah – perintah tersebut dijalankan dengan program *AutoCAD* (Grabowski, 1991), sehingga didapatkan suatu gambar yang membantu *user* untuk melihat bentuk jalan yang telah di desain. Gambar dibuat dalam *script file* (.scr).

Script file Dalam Pembuatan Gambar

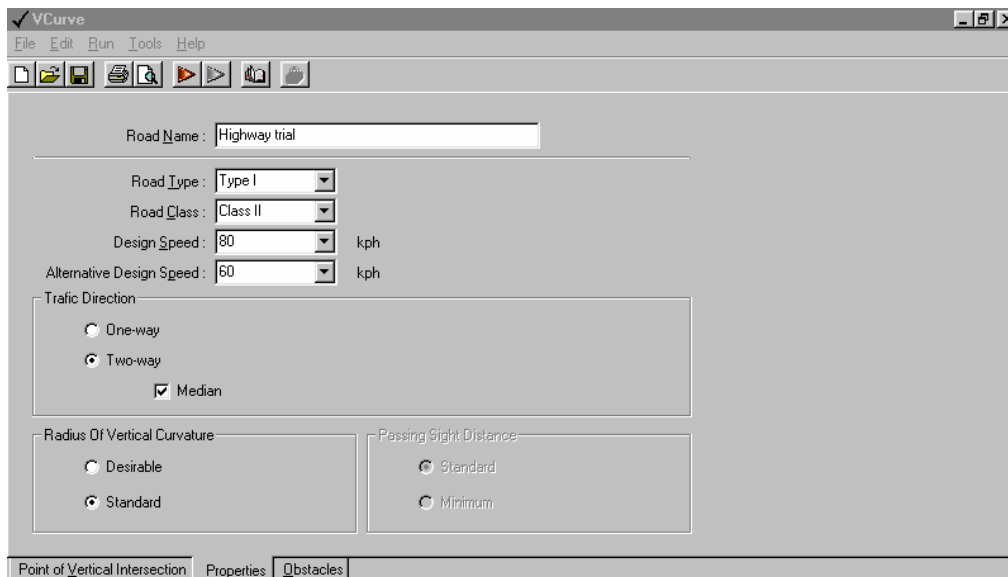
Script file(.scr) adalah *text file* yang berisi perintah-perintah penggambaran pada *AutoCAD* 2000 dan versi berikutnya.

TAMPILAN PROGRAM

Berikut sekilas tampilan dari Program *VCurve* seperti terlihat pada Gambar 6 s/d 9.



Gambar 6. Input PVI pada *VCurve* dan Tampilan Menu *Reference*



Gambar 7. Input Spesifikasi Jalan pada *Vcurve*

Program *VCurve* dilengkapi dengan fasilitas *Export Graph to Scr*, yaitu suatu fasilitas untuk membuat *Script File*, berikut ini ditampilkan contoh sebagian isi dari *Script File* untuk hasil perhitungan pada Gambar 8.

```
_snap _off
_osnap _off
_layer _n Grid _c yellow Grid _l Continuous Grid _s Grid

_line 0,200 470,200

_zoom _e
_array _c 1,199 2,201 _r 21 1 10
_line 0,200 0,400

_zoom _w -10,200 10,210
_array _c -1,202.5 1,207.5 _r 1 48 10
_zoom _e
_layer _n Coordinate _c white Coordinate _l Continuous Coordinate _s Coordinate

_text _j tc 0,195 1 0 0+000.000
_text _j tc 10,195 1 0 0+010.000
_text _j tc 470,195 1 0 0+470.000
_text _j tr -5,200 1 0 20.000
_text _j tr -5,400 1 0 40.000
_layer _n PVI _c Red PVI _l Continuous PVI _s PVI

_layer _n PVIPVCPVTPosition _c Magenta PVIPVCPVTPosition _l Continuous
PVIPVCPVTPosition _s PVIPVCPVTPosition

_text _j tr 97.5,270.1693 2 90 PVC STA 0+097.500
_text _j tr 155,274.5647 2 90 PVI STA 0+155.000
_text _j tr 212.5,268.0893 2 90 PVT STA 0+212.500
_text _j tr 247.5,260.8393 2 90 PVC STA 0+247.500
_text _j tr 295,251 2 90 PVI STA 0+295.000
_text _j tr 342.5,263.6667 2 90 PVT STA 0+342.500
_layer _n Information _c green Information _l Continuous Information _s Information

_mtext 135,315 _h 2 _j tc 175,305 PVI 1
STA 0+155.000
ELEV 28.500
A 3.781 %
LV 115 m
e 0.544 m

_mtext 275,291.6265 _h 2 _j tc 315,281.6265 PVI 2
STA 0+295.000
ELEV 25.600
A 4.738 %
LV 95 m
e 0.563 m

_zoom _e
_save
```

Design Result							
PVI	Design Speed	Station	Elevation	Distance	Grade	Algebraic Difference	Sight Distance
	kph	meter	meter	meter	%	%	meter
Start		0+000.000	25.850				
1	80	0+155.000	28.500	155.000	1.710	3.781	110.122
2	80	0+295.000	25.600	140.000	-2.071	4.738	111.444
End		0+460.000	30.000	165.000	2.667		

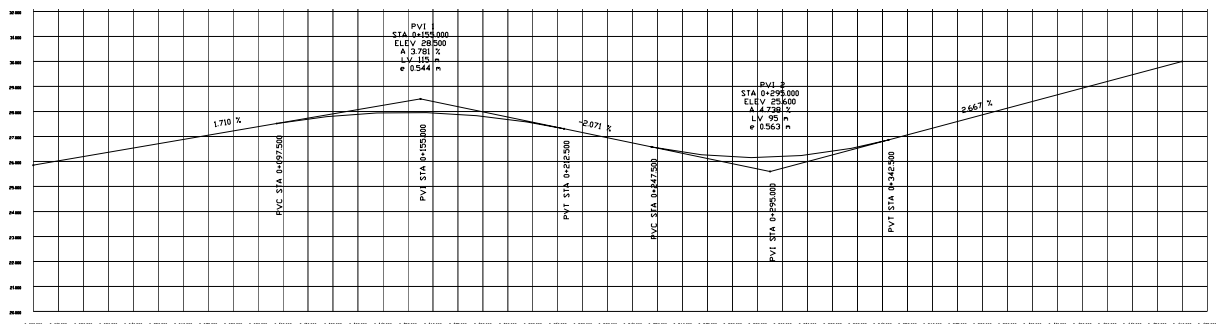
PVI	Type of Curve	LV 1	LV 2	LV 3	LV 4	LV Design
		meter	meter	meter	meter	meter
Start						
1	crest	67.220	114.953	113.433	70.000	115
2	sag	84.233	16.463	94.762	70.000	95
End						

PVI	PVC Station	PVC Elevation	PVT Station	PVT Elevation
	meter	meter	meter	meter
Start				
1	0+097.500	27.517	0+212.500	27.309
2	0+247.500	26.584	0+342.500	26.867
End				

PVI	External Distance	High/Low Point Value	High/Low Point Station	High/Low Point Elevation
	meter	meter	meter	meter
Start				
1	0.544	51.999	0+149.499	27.961
2	0.563	41.633	0+289.033	26.154
End				

Gambar 8. Hasil *Print Out* Program *VCurve*

Selanjutnya *Script File* tersebut diproses dengan bantuan program *AutoCAD*, dengan mengetikkan perintah **scr** diikuti dengan memasukkan nama *Script File* yang telah dibuat. Hasil penggambaran dari *Script File* seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *File Script* Setelah Diproses Dengan *AutoCAD*

Tabel 2 memperlihatkan perbandingan hasil perhitungan secara manual dan dengan bantuan program *Vcurve* untuk contoh soal sebagaimana terlihat pada Gambar 9.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dengan *VCurve*

Variabel	Manual	VCurve	Perbedaan
PVI1			
External Distance (e)	0.545	0.544	0.183%
High/Low Point Location (xm)	52.010	51.999	0.021%
High/Low Point Elevation	27.962	27.961	0.004%
PVI2			
External Distance (e)	0.563	0.563	0.000%
High/Low Point Location (xm)	41.525	41.533	-0.019%
High/Low Point Elevation	26.154	26.154	0.000%
Maksimum			0.183%
Rata-rata			0.031%
Minimum			-0.019%

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perbedaan antara hasil desain alinyemen vertikal dengan program *VCurve* dibandingkan dengan perhitungan manual hanyalah sebesar 0,031%. Perbedaan yang terjadi disebabkan oleh pembulatan perhitungan *grade* (g) pada perhitungan manual sehingga mempengaruhi akurasi tahap perhitungan berikutnya.

Saran

Dalam desain geometik jalan raya selain alinyemen vertikal ada bagian lain yang tidak dapat dipisahkan, yaitu alinyemen horisontal, sehingga sangat diperlukan pengembangan suatu program untuk menggabungkan hasil desain alinyemen horisontal dengan alinyemen vertikal untuk menghasilkan animasi gambar tiga dimensi dari alinyemen jalan untuk evaluasi aspek keamanan dan kenyamanan secara visual.

DAFTAR PUSTAKA

- Directorate General of Highways Ministry of Public Works, *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads*, Jakarta, 1992.
- Wright, P.H., *Highway Engineering*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Canada, 1996.
- Fred L. Mannering, Walter P. Kilareski, *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis*, John Wiley and Sons, Inc., 1990.
- Banks, J.H., *Introduction to Transportation Engineering*, Second Edition, McGraw – Hill, New York, 2002.
- Khisty, C.J., and Lall, B.K., *Transportation Engineering An Introduction*, Third Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- Cornell, G., *The Visual Basic 4 for Windows 95 Handbook*, McGraw – Hill, Osborne, 1996.
- Walnum, C., *Visual Basic 6 Master Reference*, IDG Books Worldwide, Foster City, 1998.
- Grabowski, R., *Using AutoCAD*, Third Edition, Que Corporation, Carmel, Indiana, 1991.