

VISUALISASI DESAIN GEOMETRIK JALAN SECARA 3D BERDASARKAN PERHITUNGAN ALINYEMEN HORIZONTAL DAN ALINYEMEN VERTIKAL

Liliana

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra
e-mail : lilian@peter.petra.ac.id

Rudy Setiawan

Fakultas Teknik Sipil dan Perancangan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra
e-mail : rudy@peter.petra.ac.id

A. Arif Dwi Nugroho

Alumni Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra

ABSTRAK: Desain geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik-beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan. Desain geometrik jalan terdiri dari Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal, dan masing-masingnya memiliki perhitungan tersendiri. Dengan adanya kemajuan teknologi komputer, mampu menghasilkan program komputer yang dapat membantu dan menyederhanakan perhitungan dari masing-masing alinyemen tersebut serta menghasilkan rancangan yang sesuai dengan kaidah yang berlaku, bahkan mampu membuat visualisasi dua dimensi dari rancangan tersebut. Namun visualisasi dua dimensi dirasa kurang mampu memberi gambaran secara nyata bentuk asli dari rancangan geometrik jalan. Oleh karena itu dalam penelitian yang dilakukan ini, dikembangkan suatu perangkat lunak yang menggunakan hasil perhitungan program komputer untuk alinyemennya dan elemen-elemen tambahan untuk menghasilkan visualisasi tiga dimensi yang sesuai desain. Pertama-tama dicari posisi jalan dalam ruang 3D. Dengan hasil perhitungan alinyemen horisontal akan didapatkan posisi mendatar dari sebuah jalan dan hasil perhitungan alinyemen vertikalnya digunakan untuk mendapatkan ketinggian jalan tersebut. Setelah mendapatkan posisi 3D barulah digambar. Hasil program visualisasi ini dapat menampakkan posisi jalan dengan lebih baik sehingga bisa digunakan untuk mensimulasi apakah perancangan pembangunan jalan tersebut nantinya nyaman untuk dilewati, belokan atau tanjakan yang dirancang tidak berbahaya, dan lain sebagainya.

Kata kunci: desain geometrik jalan, visualisasi tiga dimensi, alinyemen horisontal, alinyemen vertikal.

***ABSTRACT:** Highway geometric design is a part of highway planning which focused on physical form planning, so it can fulfil the highway basic function. Highway geometric design consists of horizontal alignment and vertical alignment and each of them has its own calculation. Computer technology developments can produce softwares which is able to help and simplify the calculations of both alignments and the softwares also can produce designs which visualize the calculation into 2D images. But 2D image is not real enough to imagine the realistic form of the highway. We need 3D visualisation to imagine the realistic highway. This paper explains how the system can produce the 3D visualisation from horizontal alignment and vertical alignment calculations. First, find the highway 3D position in the 3D coordinate. 3D coordinate has three component, x, y and z axis. From horizontal alignment calculation, we get the x and y value and from vertical alignment, we get the z value. After obtaining the 3D position, then the highway design can be drawn. This software can design the highway better because it can simulate the highway whether it is comfort enough to be passed.*

***Keywords:** highway geometric design, 3D visualization, horizontal alignment, vertical alignment.*

PENDAHULUAN

Desain geometrik jalan terdiri dari Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal. Dengan perkembangan teknologi komputer, telah dilakukan optimasi desain, sehingga proses desain yang semula memerlukan waktu yang lama dapat dipercepat dan dipermudah. Program komputer mampu melakukan

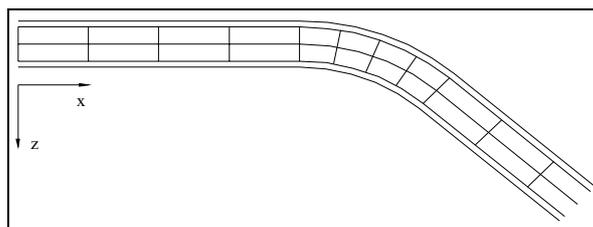
perhitungan dengan cepat dan teliti serta mampu menghasilkan gambar visualisasi desain berdasarkan hasil perhitungan. Akan tetapi visualisasi desain yang dihasilkan hanya visualisasi dua dimensi berdasarkan Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal, sehingga kurang mampu memberi gambaran desain geometrik jalan secara nyata dalam ruang tiga dimensi.

Hal tersebut mendasari pemikiran perlunya dikembangkan sebuah program aplikasi komputer untuk menghasilkan visualisasi desain jalan secara tiga dimensi, berdasarkan data dan perhitungan dari program yang menghasilkan perhitungan Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal yang sudah ada.

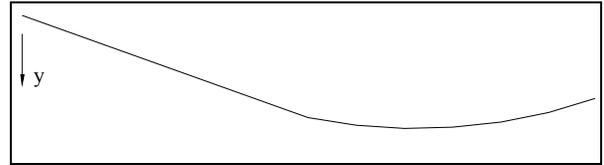
ALINYEMEN HORIZONTAL DAN ALINYEMEN VERTIKAL

Desain geometrik jalan raya mempunyai dua bagian penting yang harus diperhatikan dalam desain, yaitu desain alinyemen horisontal (Gambar 1) dan desain alinyemen vertikal (Gambar 2.). Alinyemen horisontal adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus bidang datar peta (*trace*) [Hadiwardoyo, 1995]. Trase jalan biasa disebut situasi jalan, secara umum menunjukkan arah dari jalan yang bersangkutan. 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. Alinyemen vertikal adalah perpotongan antara bidang vertikal dengan sumbu jalan (Gunadarma, 1997).

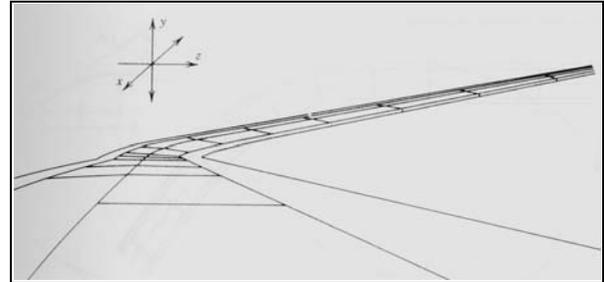
Alinyemen horisontal mendesain belokan pada jalan raya (Gambar 3) sedangkan alinyemen vertikal mendesain bentuk dari tanjakan dan turunan jalan raya (Gambar 3). Kedua alinyemen tersebut saling berhubungan satu dengan yang lain sebab jalan yang didesain merupakan komponen tiga dimensi yang merupakan kombinasi dari komponen horisontal dan vertikal. Kedua bagian tersebut dalam desain geometrik jalan saling melengkapi satu sama lain. Awal serta akhir dari lengkung horisontal dan lengkung vertikal sedapat mungkin atau idealnya terletak pada *stationing* yang sama untuk mendapatkan koordinasi yang baik. Contoh koordinasi yang baik dapat dilihat pada gambar 4, sedangkan contoh koordinasi yang buruk dapat dilihat pada gambar 5.



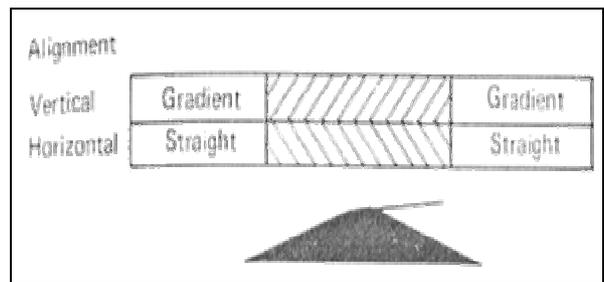
Gambar 1. Desain Alinyemen Horizontal



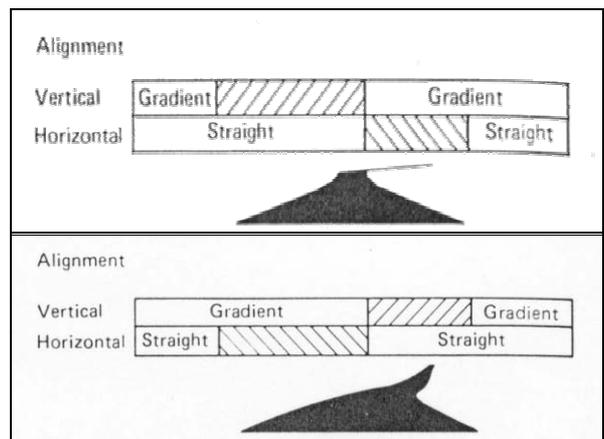
Gambar 2. Desain Alinyemen Vertikal



Gambar 3. Desain Geometrik Jalan Raya

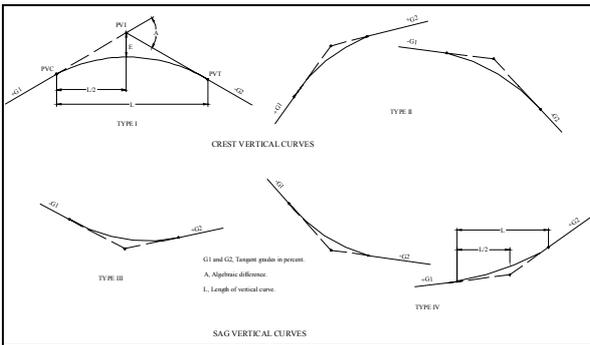


Gambar 4. Contoh Koordinasi yang Baik antara Bentuk Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal. Toward Safer Roads in Developing Countries [Ross, 1991]



Gambar 5. Contoh Koordinasi yang Buruk antara Bentuk Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal. Toward Safer Roads in Developing Countries [Ross, 1991]

Dalam mendesain bentuk lengkung horisontal dipakai dua bentuk lengkung dasar yaitu: lengkung lingkaran (*circle*) dan lengkung spiral (*transition curve*). Penggunaan kedua lengkung dasar tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dan persyaratan teknis. Karena itu dikenal beberapa bentuk lengkung horisontal, yaitu: *Full Circle* (FC), *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), dan *Spiral-Spiral* (SS). Ada dua jenis lengkung vertikal, yaitu cembung dan cekung (Gambar 6). Jenis lengkung ini dipengaruhi oleh *grade*. Untuk $g_1 > g_2$, jenis lengkung vertikalnya cembung (*crest*), dan untuk $g_1 < g_2$, jenis lengkungnya cekung (*sag*).



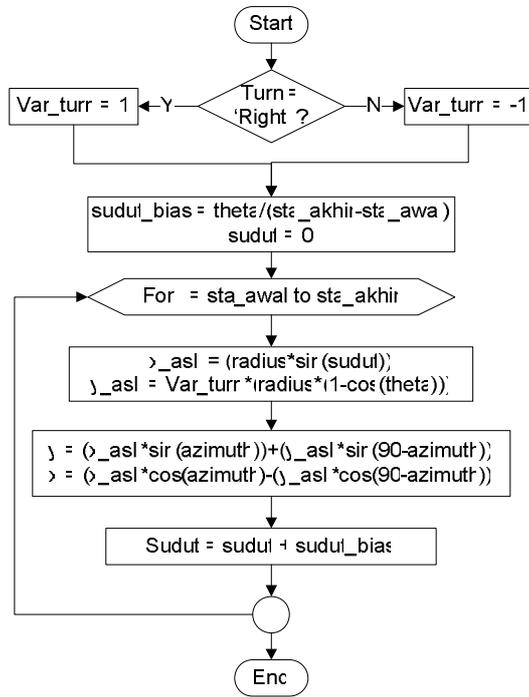
Gambar 6. Jenis Lengkung Vertikal

PERENCANAAN SISTEM

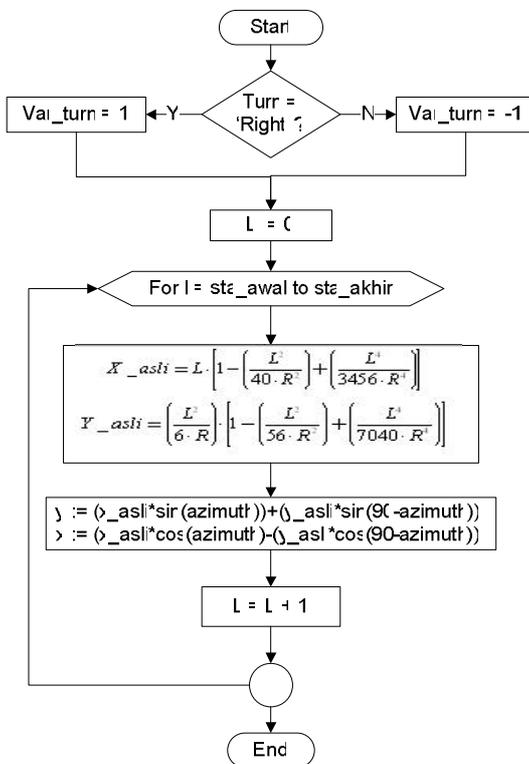
Setiap tikungan memiliki satu section *Tangent* di depan, yaitu mulai dari *station* awal atau *station ST* (*Spiral-Tangent*) atau *station CT* (*Circle-Tangent*) tikungan sebelumnya sampai *station TS* (*Tangent-Spiral*) atau *station TC* (*Tangent-Circle*) tikungan saat ini, sehingga di akhir perhitungan perlu dilakukan perhitungan section *Tangent* terakhir, yaitu mulai dari *station ST* (*Spiral-Tangent*) atau *station CT* (*Circle-Tangent*) tikungan terakhir sampai *station* terakhir. Perhitungan untuk Section Circle dapat dilihat pada gambar 7, Section Spiral pada gambar 8 dan Section *Tangent* pada gambar 9.

Perhitungan koordinat untuk alinyemen vertikal lebih sederhana, karena sekalipun tikungan vertikal/*Point Of Vertical Intersection (PVI)* dibedakan menjadi 2 tipe yaitu *Crest* dan *Sag* tetapi perhitungan empiris yang dilakukan sama. *Looping* untuk perhitungan koordinat alinyemen vertikal dilakukan sebanyak jumlah *PVI*, dan setiap *looping*-nya melakukan perhitungan yang sama. Setiap *PVI* memiliki satu section *Tangent* di depan, yaitu mulai dari *station* awal atau *station PVT* (*Point Of Vertical Tangency*) tikungan sebelumnya sampai *station PVC* (*Point Of vertical Curvature*) tikungan saat ini, sehingga di akhir perhitungan perlu dilakukan perhitungan section *Tangent* terakhir, yaitu mulai dari *station PVT* (*Point Of Vertical Tangency*) tikungan

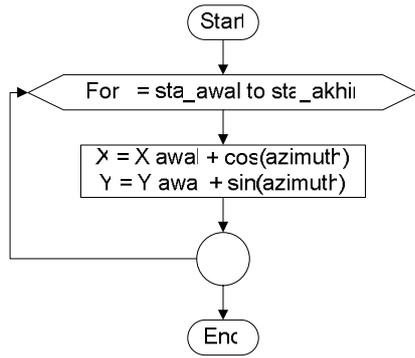
terakhir sampai *station* terakhir. Flowchart perhitungan section lengkung dan section *tangent* dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11.



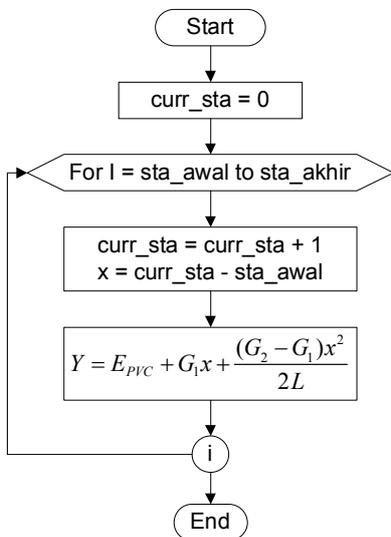
Gambar 7. Flowchart Perhitungan Section Circle pada Alinyemen Horisontal



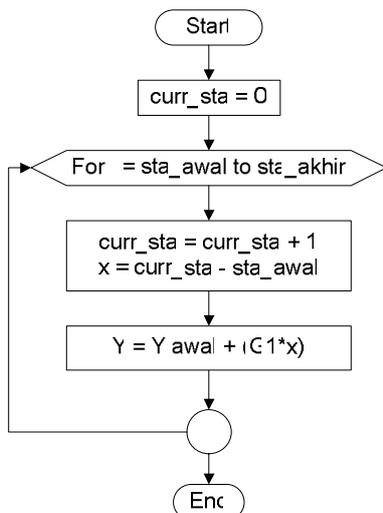
Gambar 8. Flowchart Perhitungan Section Spiral pada Alinyemen Horisontal



Gambar 9. Flowchart Perhitungan Section Tangent pada Alinyemen Horizontal



Gambar 10. Flowchart Perhitungan Section Lengkung pada Alinyemen Vertikal



Gambar 11. Flowchart Perhitungan Section Tangent pada Alinyemen Vertikal

PENENTUAN KECEPATAN ANIMASI

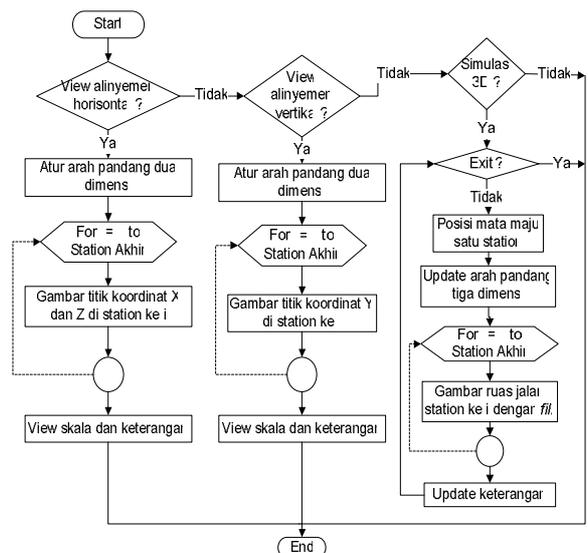
Kecepatan Animasi ditentukan oleh besar variabel penambah jarak (dx) dan refresh rate dari OpenGL. Berdasarkan spesifikasi hardware dalam ruang lingkup dan variabel penambah jarak (dx) sama dengan satu meter maka rentang kecepatan hasil kalkulasi sistem adalah dari 90 sampai 108 KPH (Kilometer Per Hours), dapat dirata-rata menjadi 100 KPH. Dari data tersebut dapat disimpulkan jarak yang ditempuh sistem per detik adalah 100000 meter dibagi 3600 detik, sama dengan 27.8 meter per detik, dan refresh rate dari sistem adalah 27.8 frame per detik.

Dari data tersebut maka dapat dihasilkan tabel penentuan kecepatan sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel Penambah Jarak

KECEPATAN (KPH)	PERHITUNGAN	dx (METER)
100	(100000/3600) / 27.8	1
90	(90000/3600) / 27.8	0.899
80	(80000/3600) / 27.8	0.799
70	(70000/3600) / 27.8	0.699
60	(60000/3600) / 27.8	0.599
50	(50000/3600) / 27.8	0.499
40	(40000/3600) / 27.8	0.400
30	(30000/3600) / 27.8	0.300
20	(20000/3600) / 27.8	0.200

Sedangkan untuk menampilkan animasinya, flowchart yang dirancang dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Flowchart Animasi

PENGUJIAN

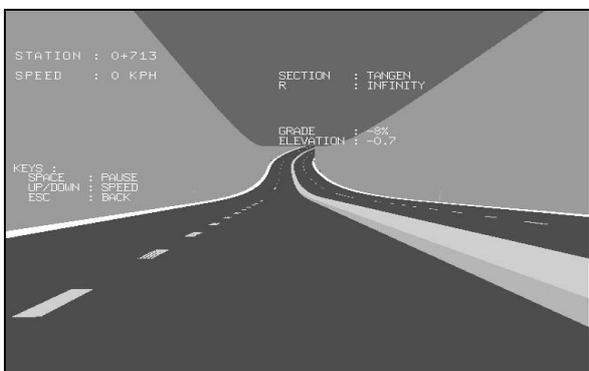
Untuk pengujian sistem digunakan data seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian Pertama Alinyemen Horizontal

PI	1	2	3
Delta	35	24.63	24.63
Tipe	FC	SCS	SS
R	600	390	390
LS		50	50
Teta s		3.675	3.675
Turn	Right	Left	Right
LC	366.67	117.72	117.72
Sta TS/TC	0+011	0+478	0+878
Sta SC		0+528	0+928
Sta SS			
Sta CS		0+646	1+046
Sta ST/CT	0+377	0+696	1+096
e	-0.02	-0.02	-0.02
e maks	0.02	0.02	0.02
Azimuth	44.63	79.63	55
G1	0.07	-0.08	
G2	-0.08	0.1	
L	350	200	
Sta PVC	200	750	
Sta PVT	550	950	
Elevation	12.25	-1.75	



Gambar 13. Animasi Jalan Raya yang Dihasilkan dari Data pada Tabel 2



Gambar 14. Animasi Jalan yang Dimodelkan Sebagai Terowongan

KESIMPULAN

Sistem telah mampu memvisualisasikan desain geometrik jalan raya secara tiga dimensi berdasarkan input dari Program Perhitungan Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal. Output sistem dapat dijadikan referensi bagi para user dalam membayangkan bentuk asli dari desain jalan raya (Highway) apalagi dengan adanya fasilitas untuk menyusuri jalan dari dua arah, akan semakin memudahkan untuk membuat rancangan jalan yang nyaman untuk dilalui.

DAFTAR PUSTAKA

1. Angel, Edward, *OpenGL: A Primer*. New York: Addison-Wesley. 2002.
2. Directorate General of Highway Ministry of Public Works, *Standard Specifications for Geometric Design of Urban Roads*. Jakarta: Author. 1992.
3. Djajadi, Robby, & Christian, *Pemrograman Perhitungan Alinyemen Vertikal Berdasarkan Standard Specifications For Geometric Design of Urban Roads 1991*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil. Surabaya: Universitas Kristen Petra. 2003.
4. Hariyono, & Sanjaya, Yulianto, *Pemrograman Perhitungan Alinyemen Horizontal Berdasarkan Standard Specifications For Geometric Design of Urban Roads 1992*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil. Surabaya: Universitas Kristen Petra. 2004.
5. OpenGL Architecture Review Board, et al., *OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning Open GL (4th ed)*. New York: Adison-Wesley. 2003.
6. Sidharta S. K., *Rekayasa Jalan Raya*. Jakarta: Gunadarma. 1997.
7. Sukirman, Silvia, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova. 1999.