

**PERBANDINGAN PERHITUNGAN GEOMETRIK JALAN
ANTARA METODE BINA MARGA DENGAN APLIKASI
BENTLEY POWER INROADS V8I SS4 PADA JALAN POROS
SUKA MURYA-PURNASARI JAYA-SUMBER MULYA
KECAMATAN TALISAYAN KABUPATEN BERAU**

**COMPARISON OF ROAD GEOMETRIC CALCULATION
BETWEEN BINA MARGA METHOD AND BENTLEY POWER
INROADS V8I SS4 APPLICATION ON ROAD OF SUKA
MURYA-PURNASARI JAYA-SUMBER MULYA TALISAYAN
BERAU REGENCY**

Ramadhin Khamzani

Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
ramadhin.kham@gmail.com

Ibayasid

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
sid_bintaro@yahoo.co.id

Ashadi Putrawirawan

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
ashadi.asri@yahoo.co.id

INTISARI

Komponen geometrik jalan terdiri dari alinemen horizontal dan alinemen vertikal. Perhitungan geometrik jalan ini dilakukan pada jalan poros Suka Murya-Purnasari Jaya-Sumber Mulya Kecamatan Talisayan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur STA 0+000 s/d STA 3+150 dengan metode Bina Marga 1997 dan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4*. Masing-masing hasil perhitungan dari kedua metode tersebut akan dibandingkan. Adapun yang akan dibandingkan antara kedua metode tersebut adalah perhitungan geometrik untuk alinemen vertikal dan alinemen horizontal. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, pada perhitungan alinemen horizontal pada metode Bina Marga 1997 dan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* memiliki hasil yang sama. Namun pada perhitungan alinemen horizontal dengan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* diperlukan modifikasi terlebih dahulu untuk lengkung peralihan dan radius minimum. Sedangkan hasil untuk perhitungan alinemen vertikal dengan metode Bina Marga dan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* diperoleh perbedaan dalam menentukan jarak pandang henti namun tidak signifikan dan cukup mendekati. Pada perhitungan panjang lengkung vertikal terdapat perbedaan hasil perhitungan antara kedua metode tersebut. Perbedaan tersebut disebabkan rumus perhitungan yang digunakan antara kedua metode tersebut.

Kata kunci: Geometrik, Bina Marga, Bentley Power Inroads V8i SS4

ABSTRACT

The geometric component of the road consists of horizontal alignment and vertical alignment. Comparison of the results of the geometric calculation of the road at Suka

Murya-Purnasari Jaya-Sumber Mulya District Talisayan District Berau East Kalimantan STA 0 + 000 to STA 3 + 150 use the Bina Marga 1997 method and the application of Bentley Power Inroads V8i SS4. As for what will be compared between the two methods are geometric calculations for vertical alignment and horizontal alignment. Based on the calculation results obtained, in the calculation of the horizontal alignment of the Bina Marga 1997 method and the Bentley Power Inroads V8i SS4 application the same results. However, the horizontal alignment calculation with the Bentley Power Inroads V8i SS4 application requires prior modification of the transition curve and minimum radius. While the results for the calculation of vertical alignment with the Bina Marga 1997 method and the application of Bentley Power Inroads V8i SS4 obtained differences in determining the visibility but not significant and close enough. In the calculation of vertical arch length there are differences in the results of calculations between the two methods. The difference is due to the calculation formula used between the two methods.

Keywords : *Geometric, Bina Marga, Bentley Power Inroads V8i SS4*

PENDAHULUAN

Perhitungan geometrik merupakan proses menentukan aspek aspek geometrik yang meliputi alinemen horizontal dan alinemen vertikal serta beberapa komponen jalan berdasarkan data dan kondisi di lapangan melalui kegiatan perhitungan. Demikian halnya dengan perhitungan geometrik jalan ini dilakukan pada jalan poros Suka Murya-Purnasari Jaya-Sumber Mulya Kecamatan Talisayan Kabupaten Berau STA 0+000 s/d STA 7+219 juga ditujukan untuk memenuhi fungsi dasar dan kenyamanan dari jalan tersebut . Jalan tersebut merupakan jalan dengan medan relatif datar dengan kondisi sekitar berupa lahan pertanian dan permukiman, Perhitungan geometrik ini dilakukan secara manual menggunakan metode Bina Marga 1997 dan aplikasi Bentley Power Inroads V8i SS4. Kedua metode ini dipilih karena ingin melakukan perbandingan antara keduanya.

Metode perhitungan geometrik jalan Bina Marga 1997 digunakan sebagai panduan perhitungan secara manual pada jalan tersebut. Perhitungan geometrik ini mencakup diantaranya elemen dari alinemen horizontal di antaranya perhitungan sudut, jari-jari tikungan, titik pertemuan alinemen, panjang lengkungan, maupun jenis tikungan. Serta untuk elemen dari alinemen vertikal di antaranya Perhitungan kelandaian, lengkung vertikal, maupun koordinasinya dengan alinemen horizontal.

Selain metode Bina Marga 1997, digunakan juga aplikasi perhitungan yaitu *Bentley Power Inroads V8i SS4*. Perhitungan dengan

aplikasi ini dipilih dengan tujuan membandingkan dengan Bina Marga 1997. Perhitungan yang dilakukan aplikasi ini mencakup perhitungan geometrik pada Bina Marga 1997.

Oleh karena itu, untuk mengetahui hasil dari perbandingan kedua metode ini maka akan dilakukan perhitungan geometrik antara kedua metode tersebut. Lingkup perbandingan perhitungan geometrik tersebut mencakup perhitungan alinemen horizontal dan alinemen vertikal..

Oleh karena itu, untuk mengetahui hasil dari perbandingan kedua metode ini maka akan dilakukan perhitungan geometrik antara kedua metode tersebut. Lingkup perbandingan perhitungan geometrik tersebut mencakup perhitungan alinemen horizontal dan alinemen vertikal.

DASAR TEORI

Klasifikasi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalankabel (PP No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan). Ruas jalan yang akan digunakan pada perhitungan geometrik ini adalah jalan poros Desa Suka Murya-Purnasari Jaya-Sumber Mulya yang merupakan jalan arteri dengan kriteria sebagai berikut.

Tabel 1. Kriteria Jalan Arteri
Kecepatan rencana ditentukan berdasarkan kondisi medan pada lokasi yang dijadikan objek skripsi yaitu datar. Adapun tabel kecepatan rencana berdasarkan medan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Kriteria Jalan Arteri

Kriteria Jalan Arteri				
Jenis Medan	Kemiringan Medan	Kecepatan Rencana	Lebar Jalur	Lebar Bahu
Datar	< 3 %	70-120 km/jam	7 m	1.5 m

Tabel 2. Kecepatan Rencana

Fungsi	Kecepatan Rencana Vr Km/Jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

Bagian-bagian Jalan

Bagian-bagian jalan meliputi ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, dan ruang pengawasanjalan. (PP No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan).

- 1) Ruang manfaat jalan
- 2) Ruang milik jalan
- 3) Ruang pengawasan

Penampang Melintang

Penampang melintang adalah potongan secara melintang jalan yang mencakup elemen jalan yang tergolong pada kelas, dimensi dan kebutuhan jalan tersebut.

Komposisi Penampang Melintang

Penampang melintang jalan terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut : Median, Bahu, Trotoar, Pulau jalan, dan Separat

Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lebar lajur tergantung pada kelas

jalan dan kecepatan yang ditentukan. (PP No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan). Pada jalan poros Desa Suka Murya-Purnasari Jaya-Sumber Mulya memiliki lebar lajur 7 meter.

Bahu Jalan

Bahu Jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras (PP No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan).

Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal merupakan bidang datar yang melalui sumbu jalan yang merupakan lengkungan/tikungan. Hal-hal yang perlu diperhitungkan pada alinemen horizontal adalah :

Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang akan memberikan komponen berat kendaraan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan rencana.

Jari-jari Tikungan

Jari-jari tikungan adalah besarnya lengkungan yang dibutuhkan untuk memperoleh alinemen yang sesuai dengan faktor-faktor dalam menentukan tikungan. Berdasarkan Bina Marga rumus yang digunakan untuk menghitung jari jari tikungan minimum adalah sebagai berikut :

$$R_{min} = \frac{Vr^2}{127 (e_{max} \times f)}$$

Keterangan :

- Rmin = Jari-jari tikungan minimum (m)
- Vr = Kecepatan rencana (km/jam)
- e_{max} = Superelevasi Maksimum (%)
- f = Koefisien gesek, untuk

Perkerasan aspal f=0.14-0.24

Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang tersedia di antara bagian lurus jalan dan lengkungan pada tikungan. Berdasarkan standar Bina Marga 1997 rumus yang digunakan untuk memperhitungkan lengkung peralihan pada alinemen horizontal adalah sebagai berikut :

Berdasarkan waktu tempu maksimum di lengkung peralihan.

$$L_s = \frac{V_r}{3.6} T$$

Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal..

$$L_s = 0.022 \frac{V_r^3}{R.C} 2.727 \frac{V_r e}{C}$$

Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3.6 r_e}$$

untuk VR ≤70 km/jam, re-max =0.035 m/m/detik,

untuk VR ≥80km/jam, re-max =0.025 m/m/detik.

Keterangan :

VR = Kecepatan Rencana (km/jam)

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan ditetapkan 3 detik

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi normal

r_e = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/detik)

Adapun rumus lengkung peralihan yang digunakan untuk perhitungan lengkung peralihan pada aplikasi adalah rumus lengkung peralihan menurut AASHTO 2001 dengan rumus sebagai berikut :

$$L_s = 0.0214 \frac{V_r^3}{R.C}$$

Keterangan :

Ls = Panjang lengkung peralihan (m)

VR = Kecepatan rencana (km/jam)

R = Radius rencana (m)

C = Perubahan percepatan lateral (m/s³) (antara 0.3 – 0.9)

Adapun tabel lengkung peralihan AASHTO 2001 yang dapat digunakan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Jari-jari Tikungan Tanpa Lengkung Peralihan

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	25000	1500	900	500	350	250	130	60

Tabel 4. Tabel lengkung peralihan AASHTO 2001

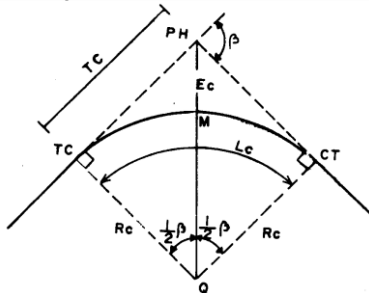
Design speed	(km/h)	30	40	50	60	70
Minimum radius	(m)	25	50	80	125	160
Assumed C	(m/s ³)	1.2	1.1	1	0.9	0.8
Calculated length of spiral	(m)	19	25	33	41	57
Suggested minimum length of Spiral	(m)	20	25	35	45	60

Lengkung Horizontal

Terdapat 3 macam aplikasi lengkung pada perencanaan alinyemen horizontal yaitu :

Full Circle

Tipe lengkung ini tidak memerlukan lengkung peralihan dan pada umumnya dipakai pada daerah dataran dan mempunyai jari-jari yang besar seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Lengkung dan Diagram Super

Elevasi Full Circle

Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$TC = R_c \operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta$$

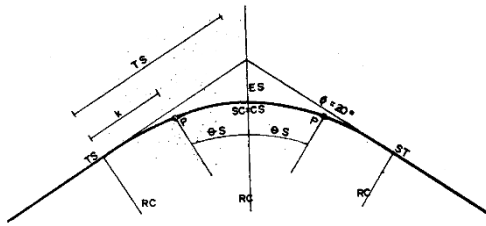
$$E_c = \frac{R_c [1 - \cos \frac{1}{2} \beta]}{\cos \frac{1}{2} \beta}$$

$$E_c = TC \operatorname{tg} \frac{1}{4} \beta$$

$$L_c = \frac{\beta 2\pi R}{360} R_c$$

Spiral-Circle-Spiral

Spiral-Circle-Spiral adalah tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lengkung *Spiral-Circle Spiral*

Adapun rumus perhitungan untuk *spiral-circle-spiral* adalah sebagai berikut :

$$T_s = R \times \tan 1/2 \Delta c$$

$$T_t = (R + P) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$P = \frac{L_s^2}{24 \times R}$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin \theta_s$$

$$E_s = \frac{R}{\cos 1/2 \Delta c} - R$$

$$E_t = \frac{R + p}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R$$

$$L_t = L_c + 2L_s$$

$$\theta_s = \frac{L_s \times 360}{4\pi R}$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s$$

$$L_c = \frac{\Delta c}{360} 2\pi R$$

R = ditentukan berdasarkan R minimum serta kondisi lapangan, Terdapat beberapa kontrol yang harus diperhatikan pada

perhitungan *spiral-circle-spiral*, sebagai berikut

$$1. L_s \text{ min} = 0,022 \frac{V^3}{R.C} - 2,727 \frac{V.e}{C}$$

$$2. L_c > 20 \text{ meter}$$

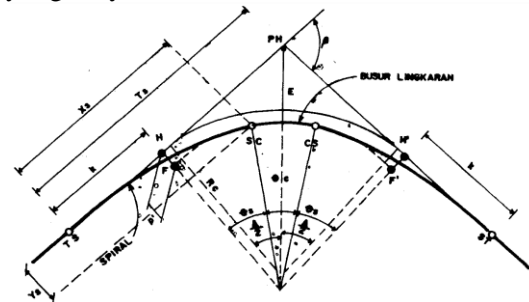
$$3. L_t < 2T_s$$

Keterangan

- Ls = Lengkung spiral minimum
- Lc = Lengkung horizontal
- Lt = Lengkung total
- R = Radius rencana
- C = perubahan kecepatan 0.4 m/detik
- E = Superelevasi

Spiral-Spiral

Spiral-Spiral adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik SC berimpit dengan titik CS. Panjang busur lingkaran $L_c = 0$, dan $\theta_s = \frac{1}{2}\beta$. Rc yang dipilih harus sedemikian rupa sehingga Ls yang dibutuhkan lebih besar dari Ls yang menghasilkan landai relatif minimum yang disyaratkan.



Gambar 3. Lengkung dan Diagram Super Elevasi *Spiral-Spiral*

Rumus-rumus yang digunakan :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_s = \frac{\theta_s \pi R}{90} \text{ atau } L_s = \frac{\theta_s}{28.648} R$$

$$P = p \times L_s$$

$$k = (R + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R$$

$$Kontrol = 2Ls < 2Ts$$

Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut dengan profil/penampang memanjang jalan.

Landai Maksimum

Kelandaian maksimum adalah bertujuan untuk memberikan kesempatan kendaraan adapat bergerak secara menerus tanpa kehilangan kecepatan akibat perubahan kelandaian.. Kelandaian maksimum untuk berbagai VR ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 5.

Panjang kritis adalah panjang kelandaian maksimum yang harus tersedia pada alinemen vertikal dengan tujuan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatan. Panjang kritis dapat ditetapkan dari Tabel 6.

Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal disediakan pada lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan untuk mereduksi atau mengurangi guncangan akibat dari perubahan kelandaian yang terjadi. Lengkung vertikal dalam perhitungan

dengan Bina Marga menggunakan rumus seperti berikut :

- 1) Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung,

$$L = \frac{A S^2}{405}$$

- 2) Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung,

$$L = 2S - \frac{405}{A}$$

- 3) Panjang minimum lengkung vertikal

$$L = A Y$$

$$L = \frac{S^2}{405}$$

di mana :

- L = Panjang lengkung vertikal (m)
- A = Perbedaan grade (m),
- J_h = Jarak pandangan henti (m),
- Y = Faktor penampilan kenyamanan, didasarkan pada tinggi obyek 10 cm dan tinggi mata 120 cm. Y dipengaruhi oleh jarak pandang di malam hari, kenyamanan, dan penampilan.

Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai Tabel 7. yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan, dan jarak pandang.

Tabel 5. Kelandaian maksimum yang diizinkan

V _R (km/Jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian Maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Tabel 6. Panjang Kritis (m)

Kecepatan pada awal tanjakan km/jam	Kelandaian (%)							
	4	5	6	7	8	9	10	
80	630	460	360	270	230	230	200	
60	320	210	160	120	110	90	80	

Tabel 7. Penentuan Faktor penampilan kenyamanan, Y

Kecepatan Rencana (km/Jam)	Faktor Penampilan Kenyamanan, Y
< 40	1,5
40 - 60	3
> 60	8

Tabel 8. Panjang Minimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
<40	1	20- 30
40 - 60	0,6	40 - 80
> 60	0,4	80- 150

Perhitungan dengan Bentley Power Inroads V8i SS4

Bentley adalah perusahaan pengembang perangkat lunak yang mendukung kebutuhan para *engineer* atau insinyur untuk menciptakan dan mengelola sebuah konstruksi.

Aplikasi yang akan digunakan pada skripsi ini adalah *Bentley Power Inroads V8i SS4*. Aplikasi ini mendukung berbagai kebutuhan perhitungan pada bidang jalan. Termasuk di dalamnya dari kegiatan pemetaan hingga permodelan yang rumit.

Adapun kelebihan dari aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* yang melatar belakangi penulisan skripsi ini adalah salah satunya kemampuan aplikasi ini untuk menampilkan koreksi alinemen secara langsung (*Real Time*). Aplikasi ini memiliki beberapa kelebihan di antaranya :

1. Rekaman hasil perhitungan dapat terlampir secara otomatis, lengkap, dan rinci
2. Kemudahan dalam menyesuaikan terhadap kondisi di lapangan
3. Kontrol terhadap hasil perhitungan dapat terkoreksi secara langsung.

Secara umum langkah perhitungan geometrik dengan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* adalah sebagai berikut

1. Membuat peta kontur
 - a. Pengolahan data *survey*
 - b. Input data *survey*
 - c. Membuat garis kontur

2. Perhitungan alinemen horizontal
 - a. Menentukan garis trase
 - b. Menentukan radius
 - c. Membuat *stationing*
 - d. Membuat notasi elemen tikungan
3. Perhitungan alinemen vertikal
 - a. Membuat penampang memanjang
 - b. Menentukan garis alinemen vertikal
 - c. Menentukan lengkung vertikal
 - d. Membuat notasi elemen lengkung vertikal.

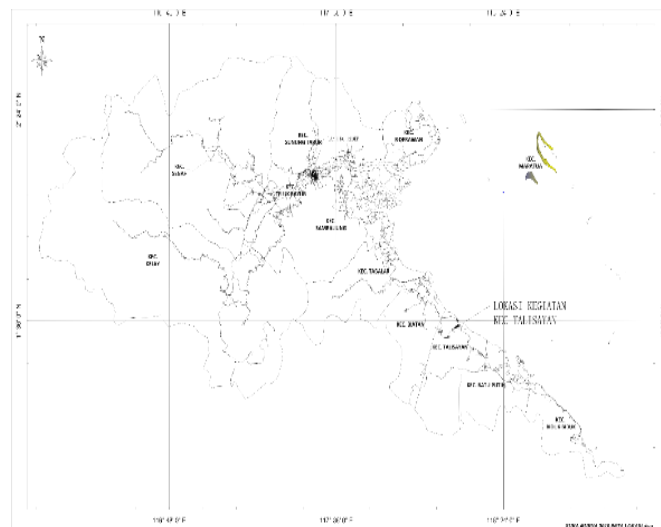
Poligon Terbuka

Poligon terbuka adalah suatu poligon yang dibentuk dari pengukuran titik-titik yang titik awal dan titik akhir tidak berhimpit. Poligon terbuka saling terkait secara memanjang dihubungkan oleh titik-titik yang telah ditentukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Pekerjaan

Pada perhitungan geometrik untuk skripsi ini menggunakan pekerjaan jalan pada Kecamatan Talisayan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur. Jalan tersebut merupakan jalan poros yang terdapat pada 3 desa yaitu Desa Suka Murya, Purnasari Jaya, dan Sumber Mulya. Berdasarkan pengambilan data *stationing* dimulai dari STA 0+000 hingga STA 7+219. Adapun peta lokasi pekerjaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian

Panjang Jalan : 7.219 meter
 Lebar Jalan : 7 meter
 Lebar Bahu : 1.5 meter
 Kemiringan Jalan : 2 %
 Kemiringan Bahu : 4 %
 Lebar drainase : 1.2 m
 Kedalaman drainase : 0.8 m

Tahapan perhitungan

Berdasarkan Tata Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK)1997, Pekerjaan perhitungan geometrik jalan antar kota meliputi tahapan yang berurutan sebagai berikut:

- 1) Melengkapi data.
- 2) Identifikasi kriteria jalan
- 3) Perhitungan geometrik jalan
- 4) Penggambaran detail geometrik jalan.

Alinemen Horizontal

Pada alinemen horizontal terdapat hal-hal yang diperhitungkan sebagai berikut :

- 1) Kelandaian jalan maksimum.
- 2) Jari jari minimum lengkung horizontal.
- 3) Panjang lengkung
- 4) Jarak titik perpotongan dengan lengkung
- 5) Superelevasi

Alinemen Vertikal

Pada alinemen vertikal terdapat hal-hal yang diperhitungkan sebagai berikut :

- 1) Kelandaian jalan maksimum.
- 2) Jari jari lengkung vertikal.
- 3) Panjang lengkung
- 4) Panjang kritis
- 5) Jarak pandang henti
- 6) Koordinasi alinemen
- 7)

Penyajian Hasil Perhitungan Geometrik

Bagian-bagian perhitungan yang disajikan meliputi:

- 1) Gambar alinemen horizontal jalan yang digambar pada peta topografi berkontur.
- 2) Gambar alinemen vertikal jalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil perhitungan antara metode Bina Marga 1997 dan *Bentley Power Inroads V8i SS4* yang ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal dengan Metode Bina Marga 1997

No	STA	Sudut				Vr (km/jam)	Rmin (m)
		°	'	"	(desimal)		
1	1+321	89	3	21	89.06	70	156.52
2	1+521	2	16	47	2.28	70	700.00
3	2+234	1	44	51	1.75	70	700.00
4	2+999	1	22	7	1.37	70	700.00
5	4+014	38	10	42	38.18	70	156.52
6	4+293	4	13	0	4.22	70	700.00
7	5+585	2	11	36	2.19	70	700.00
8	6+096	1	37	51	1.63	70	700.00
9	6+574	1	10	11	1.17	70	700.00
10	6+708	41	37	11	41.62	70	156.52
11	6+979	80	19	38	80.33	70	156.52

Lanjutan Tabel 10

No	STA	Rrencana (m)	Jenis Tikungan	Ls (m)
1	1+321	156.52	SCS	72.80
2	1+521	700.00	FC	-
3	2+234	700.00	FC	-
4	2+999	700.00	FC	-
5	4+014	156.52	SCS	72.80
6	4+293	700.00	FC	-
7	5+585	700.00	FC	-
8	6+096	700.00	FC	-
9	6+574	700.00	FC	-
10	6+708	156.52	SCS	72.80
11	6+979	156.52	SCS	72.80

Lanjutan Tabel 10

No	STA	Θs °	Δc °	Lc (m)	Ts (m)	Es (m)
1	1+321	13.33	62.41	170.48	94.80	26.47
2	1+521	-	-	27.85	13.93	0.14
3	2+234	-	-	21.35	10.68	0.08
4	2+999	-	-	16.72	8.36	0.05
5	4+014	13.33	11.53	31.49	15.80	0.80
6	4+293	-	-	51.52	25.77	0.47
7	5+585	-	-	26.80	13.40	0.13
8	6+096	-	-	19.93	9.96	0.07
9	6+574	-	-	14.29	7.15	0.04
10	6+708	13.33	14.97	40.89	20.56	1.35
11	6+979	13.33	53.68	146.64	79.20	18.90

Lanjutan Tabel 10

No	STA	Lt (m)	Xs (m)	Ys (m)	P (m)	K (m)
1	1+321	316.09	72.41	5.64	1.41	35.53
2	1+521	-	-	-	-	-
3	2+234	-	-	-	-	-
4	2+999	-	-	-	-	-
5	4+014	177.10	72.41	5.64	1.41	35.53
6	4+293	-	-	-	-	-
7	5+585	-	-	-	-	-
8	6+096	-	-	-	-	-
9	6+574	-	-	-	-	-
10	6+708	186.50	72.41	5.64	1.41	35.53
11	6+979	292.24	72.41	5.64	1.41	35.53

Lanjutan Tabel 11

No	STA	Θs °	Δc °	Lc (m)	Ts (m)	Es (m)
1	1+321	10.74	67.57	188.69	107.05	32.51
2	1+521	-	-	6.37	3.18	0.03
3	2+234	-	-	4.88	2.44	0.02
4	2+999	-	-	3.82	1.91	0.01
5	4+014	10.74	16.69	46.61	23.47	1.71
6	4+293	-	-	11.77	5.89	0.11
7	5+585	-	-	6.12	3.06	0.03
8	6+096	-	-	4.55	2.28	0.02
9	6+574	-	-	3.27	1.63	0.01
10	6+708	10.74	20.13	56.22	28.41	2.50
11	6+979	10.74	58.84	164.32	90.23	23.69

Tabel 11. Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal dengan Aplikasi Bentley Power Inroads V8i SS4

No	STA	Sudut				Vr (km/jam)	Rmin (m)
		°	'	"	(desimal)		
1	1+321	89	3	21	89.06	70	160.00
2	1+521	2	16	47	2.28	70	160.00
3	2+234	1	44	51	1.75	70	160.00
4	2+999	1	22	7	1.37	70	160.00
5	4+014	38	10	42	38.18	70	160.00
6	4+293	4	13	0	4.22	70	160.00
7	5+585	2	11	36	2.19	70	160.00
8	6+096	1	37	51	1.63	70	160.00
9	6+574	1	10	11	1.17	70	160.00
10	6+708	41	37	11	41.62	70	160.00
11	6+979	80	19	38	80.33	70	160.00

Tabel 12. Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal dengan Metode Bina Marga 1997

No	Titik	STA	Elevasi (m)	Jarak (m)	A (%)	Jh (m)
1	A	0+000	99.82			
2	PVI1	0+394	98.55	394.4	g1 = -0.321	103.73
3	PVI2	0+813	103.51	813.8	g2 = 1.182	103.73
4	PVI3	1+173	100.40	173.4	g3 = -0.866	103.73
5	PVI4	1+559	104.55	559.4	g4 = 1.076	103.73
6	PVI5	2+016	101.43	16.91	g5 = -0.681	103.73
7	PVI6	3+953	109.17	953.7	g6 = 0.399	103.73
8	PVI7	4+633	109.17	633.9	g7 = 0	103.73
9	PVI8	5+125	105.22	125.9	g8 = -0.803	103.73
10	PVI9	5+332	105.22	332.2	g9 = 0	103.73
11	PVI10	5+743	106.37	743.6	g10 = 0.28	103.73
12	PVI11	6+535	105.09	535.5	g11 = -0.162	103.73
13	B	7+219	106.55	131.5	g12 = 0.246	

Lanjutan Tabel 11

No	STA	Rencana (m)	Jenis Tikungan	Ls (m)
1	1+321	160.00	SCS	60.00
2	1+521	160.00	FC	-
3	2+234	160.00	FC	-
4	2+999	160.00	FC	-
5	4+014	160.00	SCS	60.00
6	4+293	160.00	FC	-
7	5+585	160.00	FC	-
8	6+096	160.00	FC	-
9	6+574	160.00	FC	-
10	6+708	160.00	SCS	60.00
11	6+979	160.00	SCS	60.00

Lanjutan Tabel 12

No	Titik	STA	Lv (m)	Stationing		
				PVC	PVI	PVT
1	A	0+000		0+000	0+000	0+000
2	PVI1	0+394	40	0+374	0+394	0+414
3	PVI2	0+813	60	0+784	0+813	0+844
4	PVI3	1+173	60	1+143	1+173	1+203
5	PVI4	1+559	50	1+534	1+559	1+584
6	PVI5	2+016	30	2+002	2+016	2+032
7	PVI6	3+953	30	3+939	3+953	3+969
8	PVI7	4+633	30	4+619	4+633	4+649
9	PVI8	5+125	30	5+111	5+125	5+141
10	PVI9	5+332	30	5+317	5+332	5+347
11	PVI10	5+743	30	5+729	5+743	5+759
12	PVI11	6+535	30	6+521	6+535	6+551
13	B	7+219		7+219	7+219	7+219

Lanjutan Tabel 12

No	Titik	STA	Elevasi		
			PVC	PVI	PVT
1	A	0+000	99.82	99.82	99.82
2	PVI1	0+394	98.62	98.63	98.79
3	PVI2	0+813	103.16	103.66	103.77
4	PVI3	1+173	100.14	100.54	100.72
5	PVI4	1+559	104.28	104.66	104.72
6	PVI5	2+016	101.33	101.47	101.49
7	PVI6	3+953	109.11	109.18	109.17
8	PVI7	4+633	109.17	109.20	109.29
9	PVI8	5+125	105.10	105.25	105.22
10	PVI9	5+332	105.22	105.23	105.26
11	PVI10	5+743	106.33	106.39	106.40
12	PVI11	6+535	105.04	105.10	105.12
13	B	7+219	106.55	106.55	106.55

Lanjutan Tabel 13

No	Titik	STA	Elevasi		
			PVC	PVI	PVT
1	A	0+000	99.817	99.817	99.817
2	PVI1	0+394	98.606	98.551	98.755
3	PVI2	0+813	103.304	103.51	103.36
4	PVI3	1+173	100.59	100.396	100.636
5	PVI4	1+559	104.388	104.548	104.447
6	PVI5	2+016	101.519	101.434	101.484
7	PVI6	3+953	109.156	109.169	109.169
8	PVI7	4+633	109.169	109.169	109.115
9	PVI8	5+125	105.293	105.219	105.219
10	PVI9	5+332	105.219	105.219	105.228
11	PVI10	5+743	106.362	106.372	106.366
12	PVI11	6+535	105.095	105.087	105.099
13	B	7+219	106.554	106.554	106.554

Tabel 13. Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal dengan Aplikasi Bentley Power Inroads V8i SS4

No	Titik	STA	Elevasi (m)	Jarak (m)	A (%)	Jh (m)
1	A	0+000	99.82			
2	PVI1	0+394	98.55	394.4	g1 = -0.32	105.00
3	PVI2	0+813	103.51	813.8	g2 = 1.18	105.00
4	PVI3	1+173	100.40	173.4	g3 = -0.87	105.00
5	PVI4	1+559	104.55	559.4	g4 = 1.08	105.00
6	PVI5	2+016	101.43	16.91	g5 = -0.68	105.00
7	PVI6	3+953	109.17	953.7	g6 = 0.40	105.00
8	PVI7	4+633	109.17	633.9	g7 = 0.00	105.00
9	PVI8	5+125	105.22	125.9	g8 = -0.80	105.00
10	PVI9	5+332	105.22	332.2	g9 = 0.00	105.00
11	PVI10	5+743	106.37	743.6	g10 = 0.28	105.00
12	PVI11	6+535	105.09	535.5	g11 = -0.16	105.00
13	B	7+219	106.55	131.5	g12 = 0.25	

Pembahasan

Dari perhitungan geometrik yang telah dilakukan menggunakan metode Bina Marga maupun aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* diperoleh beberapa hasil perhitungan di antaranya perhitungan alinemen horizontal maupun alinemen vertikal.

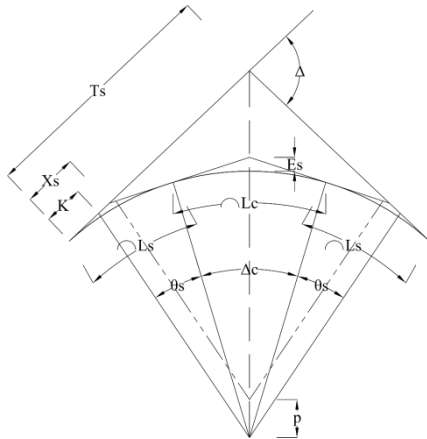
Hasil Perhitungan Alinemen Horizontal

Hasil Perhitungan Alinemen Horizontal dengan Metode Bina Marga 1997 dengan kecepatan rencana 70 km/jam dan superelevasi 10 % diperoleh radius minimum untuk jenis lengkungan *Spiral-Circle-Spiral* yaitu pada STA 1+321 , STA 4+014 , STA 6+708 , dan STA 6+979 adalah 156.52 m. Lengkung *Spiral-Circle-Spiral* pada metode Bina Marga memiliki lengkung peralihan sebesar 72.80 m. Sedangkan pada lengkungan *Full Circle* diperoleh radius minimum adalah 700 m, nilai tersebut didasari oleh tabel 2.3 untuk lengkungan tanpa lengkung peralihan oleh Bina Marga. Hasil Perhitungan Alinemen Horizontal dengan Aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* dengan kecepatan rencana 70 km/jam dan superelevasi 10 % diperoleh radius minimum untuk lengkung *Spiral-Circle-Spiral* maupun *Full Circle* adalah 160 m untuk kedua jenis tikungan. Untuk lengkung peralihan pada dengan Aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* menggunakan standar pada AASHTO 2001 seperti pada tabel 2.4, sehingga diperoleh lengkung peralihan sebesar 60 m.

Lanjutan Tabel 13

No	Titik	STA	Faktor Bentuk (K)	Lv (m)	Stationing		
					PVC	PVI	PVT
1	A	0+000			0+000	0+000	0+000
2	PVI1	0+394	23	34.57	0+377	0+394	0+411
3	PVI2	0+813	17	34.82	0+796	0+813	0+831
4	PVI3	1+173	23	44.66	1+151	1+173	1+195
5	PVI4	1+559	17	29.86	1+544	1+559	1+574
6	PVI5	2+016	23	24.84	2+004	2+016	2+029
7	PVI6	3+953	17	6.79	3+950	3+953	3+957
8	PVI7	4+633	17	13.65	4+627	4+633	4+640
9	PVI8	5+125	23	18.46	5+116	5+125	5+135
10	PVI9	5+332	17	4.76	5+328	5+332	5+335
11	PVI10	5+743	17	7.52	5+739	5+743	5+747
12	PVI11	6+535	23	9.39	6+530	6+535	6+540
13	B	7+219			7+219	7+219	7+219

Dari hasil kedua metode perhitungan diperoleh perbedaan pada besar radius minimum dan lengkung peralihan, sehingga mempengaruhi elemen alinemen horizontal lainnya seperti θ_s , Δ_c , L_c , T_s , E_s , L_t , X_s , Y_s , P , dan K sebagaimana gambar berikut :



Gambar 10. Skesta Elemen Alinemen

Horizontal

Radius minimum dan lengkung peralihan pada metode Bina Marga 1997 lebih besar dari pada aplikasi Aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4*. Sehingga hasil perhitungan alinemen horizontal pada metode Bina Marga lebih baik dalam hal kenyamanan

berkendara dibandingkan dengan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4*.

Hasil Perhitungan Alinemen Vertikal

Hasil perhitungan alinemen vertikal antara metode Bina Marga dan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* berbeda pada perhitungan panjang lengkung vertikal (L_v) dan jarak pandang henti (J_h). Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan standar maupun perhitungan pada kedua metode tersebut. Pada perhitungan alinemen vertikal dengan metode Bina Marga 1997 memiliki panjang lengkung vertikal minimum sehingga diperoleh panjang lengkung vertikal yang ideal. Sedangkan pada aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* panjang lengkung vertikal dipengaruhi oleh faktor bentuk dari lengkung vertikal sebagaimana pada Tabel 14 berikut.

Sedangkan dari hasil perhitungan jarak pandang henti antara metode Bina Marga dan *Bentley Power Inroads V8i SS4* diperoleh perbedaan namun tidak signifikan. Dimana jarak pandang henti pada metode Bina Marga diperoleh 103.73 meter dan pada aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* diperoleh jarak pandang henti adalah 105 meter.

Tabel 14. Nilai *K-Value* pada AASHTO 2001

Metric				US Customary			
Initial speed (km/h)	Design stopping sight distance (m)	Rate of vertical curvature, K^a (m/%)		Initial speed (mph)	Design stopping sight distance (ft)	Rate of vertical curvature, K^a (ft/%)	
		Crest	Sag			Crest	Sag
20	20	1	3	15	80	3	10
30	35	2	6	20	115	7	17
40	50	4	9	25	155	12	26
50	65	7	13	30	200	19	37
60	85	11	18	35	250	29	49
70	105	17	23	40	305	44	64
80	130	26	30	45	360	61	79
90	160	39	38	50	425	84	96
100	185	52	45	55	495	114	115
				60	570	151	136

^a Rate of vertical curvature, K , is the length of curve per percent algebraic difference in the intersecting grades (i.e., $K = L/A$). (See Chapter 3 for details.)

Exhibit 5-2. Design Controls for Stopping Sight Distance and for Crest and Sag Vertical Curves

Tabel 15. Jarak Pandang Henti AASHTO 2001

Metric				US Customary			
Initial speed (km/h)	Design stopping sight distance (m)	Rate of vertical curvature, K^a (m/%)		Initial speed (mph)	Design stopping sight distance (ft)	Rate of vertical curvature, K^a (ft/%)	
		Crest	Sag			Crest	Sag
20	20	1	3	15	80	3	10
30	35	2	6	20	115	7	17
40	50	4	9	25	155	12	26
50	65	7	13	30	200	19	37
60	85	11	18	35	250	29	49
70	105	17	23	40	305	44	64
80	130	26	30	45	360	61	79
90	160	39	38	50	425	84	96
100	185	52	45	55	495	114	115
				60	570	151	136

^a Rate of vertical curvature, K , is the length of curve per percent algebraic difference in the intersecting grades (i.e., $K = L/A$). (See Chapter 3 for details.)

Exhibit 5-2. Design Controls for Stopping Sight Distance and for Crest and Sag Vertical Curves

Sebagaimana pada peraturan yang digunakan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* seperti terdapat pada AASHTO 2001 untuk menentukan jarak pandang henti sebagai berikut :

Dari hasil perhitungan alinemen vertikal antara metode Bina Marga 1997 diperoleh panjang lengkung minimum lebih besar daripada aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* sehingga perhitungan alinemen vertikal dengan metode Bina Marga 1997 lebih baik dalam hal kenyamanan berkendara dibandingkan dengan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil perhitungan alinemen horizontal antara metode Bina Marga dan *Bentley Power Inroads V8i SS4* dengan kecepatan rencana (V_r) 70 km/jam dan superelevasi 10% diperoleh radius minimum antara Bina Marga dan aplikasi masing-masing 156.52 m dan 160 m hasil keduanya saling mendekati untuk lengkung *Spiral Circle Spiral*. Namun untuk lengkung *Full Circle* pada Bina Marga R_{min} untuk $V_r = 70$ km/jam adalah 700 m, sedangkan pada aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* lengkung *Full Circle* menggunakan $R_{min} = 160$ m, sehingga perhitungan radius pada metode Bina Marga lebih besar dari pada pada aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4*. Selain itu untuk perhitungan lengkung peralihan(LS)

diperoleh hasil perhitungan LS metode Bina Marga adalah 72.80 m, sedangkan pada aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* adalah 60 m. Dalam hal ini Bina Marga menghasilkan LS yang lebih besar. Sehingga hasil perhitungan Bina Marga menghasilkan alinemen horizontal yang lebih nyaman dalam hal berkendara.

Hasil perhitungan alinemen vertikal antara metode Bina Marga dan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* berbeda pada perhitungan panjang lengkung vertikal (L_v). Pada perhitungan L_v metode Bina Marga memiliki L_v minimum, sedangkan aplikasi *Bentley Power Inroads V8i SS4* tidak memiliki perhitungan L_v minimum sehingga menghasilkan panjang lengkung vertikal yang kecil.

Dapat disimpulkan dalam melakukan perhitungan geometrik lebih baik menggunakan metode perhitungan dari Bina Marga 1997 karena hasil perhitungan Bina Marga menunjukan hasil yang lebih ideal dan lebih nyaman dalam hal kenyamanan berkendara.

Saran

Pada alinemen horizontal untuk STA 4+014 , STA 6+708 , dan STA 6+979 disarankan untuk memperbesar radius tikungan hingga 170 m sehingga didapatkan kenyamanan berkendara yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 2001, *A Policy On Geometric Design If Highway And Streets*. Washington D.C
- Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat jendral Bina Marga.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*. Jakarta.
- Sukirman, S. 1999 *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. Bandung.