

---

## EVALUASI PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN MENGGUNAKAN *VEHICLES TRACKING ANALYSIS* (STUDI KASUS: JALAN LINGKAR LUAR BARAT KOTA SURABAYA)

Yuwono<sup>1</sup>, Yanto Budisusanto<sup>2</sup>, Akhmad Fatkhur Rozi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia  
e-mail: <sup>1</sup>yuwono@geodesy.its.ac.id

### Abstrak

Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya merupakan akses jalan baru yang bertujuan untuk mengurai kemacetan lalu lintas. Direncanakan Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya menghubungkan dari arah utara yaitu Jalan Tambak Osowilangon menuju ke arah selatan yaitu ke Jalan Lakarsanti Raya dengan melewati jalan Tol Surabaya-Gresik. Aspek geometrik merupakan salah satu bidang yang dikaji dalam tahap studi pra kelayakan, karena bentuk dan ukuran dari desain jalan raya harus secara rinci direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan pelayanan yang optimal. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dalam hal ini digunakan pedoman perencanaan jalan raya yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga yang menjadi landasan dalam merumuskan bentuk dan ukuran dari desain jalan raya. Isi pedoman tersebut yang lengkap serta didukung dengan kemajuan teknologi informasi, pedoman tersebut dapat dijadikan sebagai data pendukung dalam penentuan parameter evaluasi geometrik jalan berbasis pemodelan dan simulasi (modelling & simulation). *Vehicles Tracking Analysis* adalah metode evaluasi geometrik rencana jalan dalam bentuk 3D menggunakan perangkat lunak AutoCAD Civil 3D *lisences student* dan 3D Studio Max *lisences student*. Hasil kualitas pemodelan jalan setelah dilakukan uji korelasi sebesar 0,999 untuk bagian panjang busur lingkaran dan 0,999 untuk bagian posisi alinyemen horizontal. Kemudian setelah dilakukan simulasi uji geometrik menggunakan kendaraan rencana (kecil, sedang dan besar) diperoleh kesimpulan bahwa perencanaan geometrik jalan lingkar luar barat Surabaya telah memenuhi spesifikasi teknis. Beberapa faktor yang mendukung ketercapaian spesifikasi teknis dalam uji simulasi kendaraan rencana adalah radius alinyemen horizontal dan lebar lajur.

Kata Kunci: Evaluasi, Geometrik, Jalan, Kendaraan Rencana, *Vehicles Tracking Analysis*

### Abstract

*Surabaya West Outer Ring Road is a new access road that aims to unravel traffic jams. It is planned that Surabaya's Outer Ring Road will connect from the north, namely Tambak Osowilangon Road to the south, namely Jalan Lakarsanti Raya by passing the Surabaya-Gresik Toll Road. The geometric aspect is one of the fields studied in the pre-feasibility study stage, because the shape and size of the highway design must be detailed in such a way that it can provide optimal service. Geometric Planning Procedures for Inter-City Roads in this case use the guidelines for highway planning issued by the Directorate General of Highways which form the basis for formulating the shape and size of road designs. The contents of the guidelines are complete and supported by advances in information technology, these guidelines can be used as supporting data in determining the parameters of road geometric evaluation based on modeling and simulation. Vehicles Tracking Analysis is a method of evaluating geometric road plans in 3D using AutoCAD Civil 3D licensing student software and 3D Studio Max licensing student. The results of the quality of road modeling after the correlation test of 0.999 for the length of the circle and 0.999 for the horizontal alignment position. Then after doing a geometric test simulation using a vehicle plan (small, medium and large) it was concluded that the geometric planning of Surabaya West Outer Ring Road had met the technical specifications. Some factors that support the achievement of technical specifications in the vehicle simulation test plan are horizontal alignment radius and lane width.*

Keywords: Evaluation, Geometrics, Roads, Vehicle Plans, *Vehicles Tracking Analysis*

## PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan prasarana utama dalam bidang transportasi yang berfungsi untuk menyalurkan lalu lintas barang dan jasa dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat. Menyadari begitu vital peran jalan raya dalam menunjang pembangunan nasional, maka perlu perencanaan yang detail.

Pemerintah telah menyadari begitu pentingnya perencanaan jalan raya, hal tersebut dapat dipahami pada pedoman perencanaan jalan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga pada tahun 1997 yang berjudul "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota" yang menjadi landasan dalam merumuskan bentuk dan ukuran dari desain jalan raya. Pedoman yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga berisi tentang klasifikasi jalan raya, kendaraan dan kecepatan rencana sampai dengan ukuran lengkung horizontal dan vertikal. Dengan isi yang lengkap, buku pedoman ini tidak hanya menjadi sekedar referensi dalam perumusan desain jalan raya, tapi juga dapat menjadi pedoman untuk melakukan evaluasi. Pesatnya perkembangan teknologi informasi juga menjadi salah satu faktor penunjang dalam mewujudkan gagasan diatas yang mengacu pada konsep *3D Modelling and Simulation*, kemudian dari hasil tersebut dapat dijadikan gambaran mengenai implementasi perencanaan jalan raya di lapangan.

Evaluasi perencanaan jalan raya menggunakan metode *Vehicles Tracking Analysis*, yaitu variabel bebas yang digunakan adalah kendaraan rencana, terdiri dari : kendaraan kecil, sedang dan besar. Untuk variabel terikat yaitu geometrik jalan raya. Oleh karena itu, penelitian dengan judul Evaluasi Perencanaan Geometrik Jalan Menggunakan Metode *vehicles tracking analysis* (Studi Kasus: Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya) bertujuan untuk melakukan uji pra kelayakan pada geometrik rencana jalan berbasis pemodelan 3D dan simulasi.

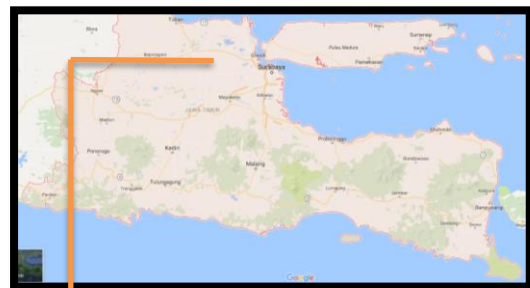
Penelitian ini mencari hasil evaluasi perencanaan geometrik Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya menggunakan *vehicles tracking analysis* sehingga dapat diketahui faktor apa saja yang menjadi penentu kesesuaian geometrik ketika diuji menggunakan metode *vehicles tracking analysis*.

Pada penelitian ini wilayah studi adalah Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya sepanjang 10 Km . Evaluasi perencanaan geometrik jalan dengan menggunakan pedoman "*Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Ditjen Bina Marga, 1997)*". Proses evaluasi geometric Perencanaan jalan menggunakan pemodelan 3D dan simulasi.

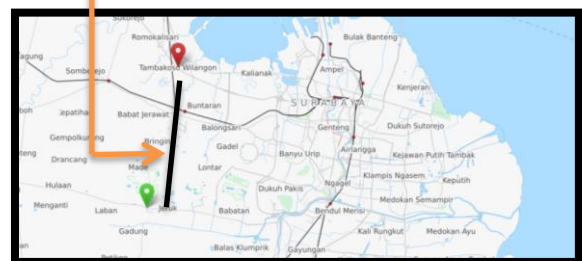
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian rencana geometrik Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya dengan kendaraan rencana menggunakan metode *vehicles tracking analysis*. Disamping itu, juga untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penentu kesesuaian geometrik Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya ketika diuji menggunakan metode *vehicles tracking analysis*.

## METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian untuk perencanaan Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya seperti terlihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber: Google Map, 2017)



Gambar 2. Lokasi Penelitian (Sumber: Open Street Map, 2017)

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

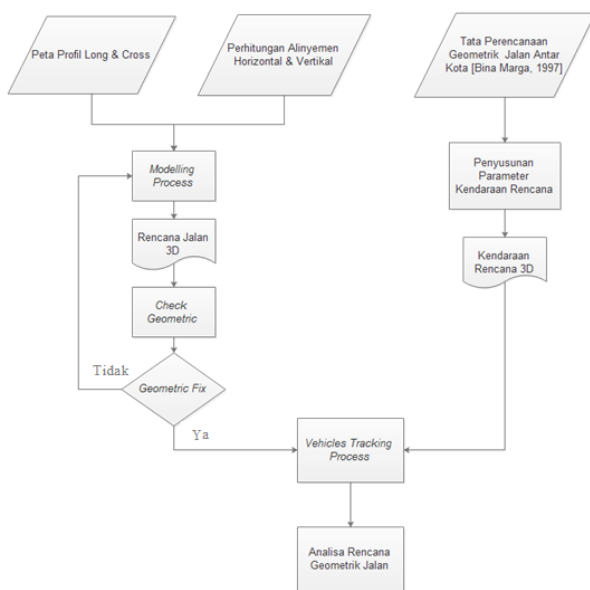
1. Rencana geometrik Lingkar Luar Barat Kota Surabaya, terdiri dari "Gambar profil *long & cross* Rencana Jalan" sepanjang 10

Km. Data *cross section* dibuat per 100 meter.

2. Buku Pedoman “Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997”, menjadi acuan dalam melakukan evaluasi rencana jalan.

Untuk peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Perangkat Keras (*Hardware*) yang berupa Laptop dan Perangkat Lunak (*Software*) pengolah kata dan pengolah data.

Adapun diagram alir pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Tahap Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, dilakukan uji korelasi. Parameter yang digunakan dalam uji korelasi meliputi: posisi alinyemen horizontal (terdiri dari: *STA Tangen Spiral (TS)*, *STA Spiral Circle (SC)*, *STA Circle Spiral (CS)*, dan *STA Spiral Tangen (ST)*), panjang busur lingkaran (*Lc*), dan radius lingkaran (*Rc*). Rumus uji korelasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$r_{yx} = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (1)$$

X = variabel ke-1

Y = variabel ke-2

$r_{yx}$  = korelasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Proses Pemodelan AutoCAD Civil 3D 2016

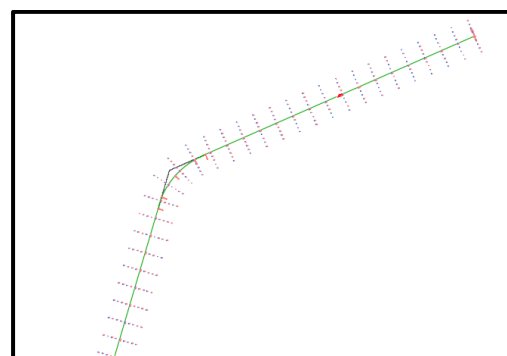
#### 1. Penyusunan *Centerline*

*Centerline* atau yang lebih dikenal dengan as jalan, adalah sumbu utama jalan yang terletak tepat dibagian tengah dari badan jalan. Sebelum penyusunan *centerline*, terlebih dahulu diawali dengan *plotting* titik-titik yang menjadi acuan, yaitu titik awal (*start point*) dan titik persilangan (*point of intersection*). Berdasarkan peta rencana geometrik jalan terdapat 7 titik koordinat, berikut pada tabel daftar titik acuan penyusunan *centerline*.

No.	Absis (m)	Ordinat (m)	Keterangan
1.	218065,7238	702676,0718	SP
2.	216373,481	701933,754	PI
3.	215355,9505	698489,150	PI
4.	215610,210	697556,098	PI
5.	213932,742	695359,262	PI
6.	214019,027	694665,934	PI
7.	213881,069	694379,372	PI

#### 2. *Plotting Point*

Tahap *plotting point* berfungsi agar *centerline* yang telah dibuat memiliki ketinggian yang sesuai dengan gambar rencana. Oleh karena itu, dalam penempatan titik-titik elevasi mengacu pada *centerline*, yaitu setiap jarak 100 meter seperti yang tergambar pada peta rencana *long* jalan. Untuk panjang total jalan sebesar 10 km, maka terdapat 100 titik pada badan *centerline* jalan.



Gambar 4. *Plotting Point*

Kemudian, dilakukan *build surface* berdasarkan titik-titik elevasi yang telah *plotting* sebelumnya. Ketinggian *surface* bervariasi untuk elevasi yang paling tinggi

29,73 m, terendah 3,08 m dan rata-rata ketinggian adalah 10,676 m. Selain itu, dari *surface* diketahui bahwa nilai *minimum slope* 0%, *maximum slope* 12,88% dan *mean slope* sebesar 0,99%.

3. Superelevation Process

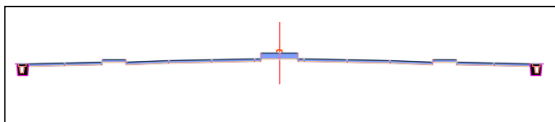
Superelevasi yaitu suatu diagram yang memperlihatkan panjang yang dibutuhkan guna mengubah kemiringan melintang jalan pada bagian-bagian tertentu pada suatu tikungan. Gambar 5 merupakan superelevasi dari tikungan 1.



Gambar 5. Diagram Superelevasi Tikungan 1

4. Assembly Process

Tujuan tahap *assembly* adalah untuk menghasilkan kerangka desain melintang jalan beserta kemiringan yang direncanakan. Berdasarkan data *cross section* rencana jalan diketahui bahwa terdapat beberapa jenis badan jalan, meliputi: median, jalur lalu lintas, separator, jalur lambat dan saluran samping jalan dibawah trotoar. Gambar 6 dibawah ini merupakan kerangka potongan melintang jalan.

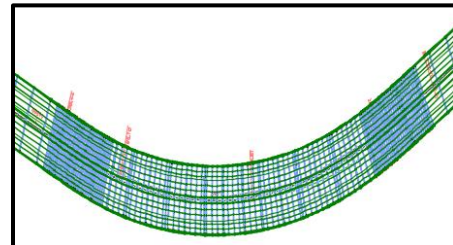


Gambar 6. Assembly Centerline Utama

5. Corridor Process

*Corridor Process* merupakan tahap akhir dari proses pemodelan jalan secara 3D sebelum dilakukan proses simulasi. Untuk melihat hasil dari *corridor process* bisa menggunakan fungsi

*object viewer*, dimana fungsi tersebut akan menampilkan model jalan 3D yang telah didesain sebelumnya. Berikut pada gambar 7 merupakan potongan gambar dari *corridor process* yang telah berhasil.



Gambar 7. Corridor

6. Export to 3ds Max

Pada tahap akhir ini, desain model 3D yang telah dibuat menggunakan AutoCAD Civil 3d 2016 kemudian diekspor ke perangkat lunak 3ds Max dengan tujuan agar dimensi 3D dari jalan lebih tampak.

**Analisa Kualitas Pemodelan Jalan**

Pemodelan jalan pada penelitian ini mengacu pada peta rencana dua dimensi yang disajikan dalam bentuk profil memanjang dan melintang. Proses ini bertujuan untuk melakukan kontrol kualitas pemodelan sebelum masuk pada tahap evaluasi geometrik jalan. Mengacu pada peta rencana, beberapa ukuran yang menjadi parameter dalam kontrol kualitas meliputi: posisi alinyemen horizontal, panjang busur lingkaran dan besar radius alinyemen horizontal. Berikut pada tabel 2-6 adalah perbandingan geometrik antara model jalan 3D dengan peta rencana jalan 2D untuk masing-masing alinyemen horizontal.

Tabel 2. Check Geometric Alinyemen Horizontal 1

Parameter	3D (m)	2D (m)	Δ (m)
Tangen Spiral (TS)	1628,440	1628,450	-0,010
Spiral Circle (SC)	1695,100	1695,120	-0,020
Circle Spiral (CS)	1976,510	1976,350	0,160
Spiral Tangen (ST)	2043,180	2043,010	0,170
Length Spiral (Ls)	66,670	66,670	0,000
Length Circle (Lc)	281,406	281,230	0,176
Radius Tikungan	400,000	400,000	0,000

Tabel 3. Check Geometric Alinyemen Horizontal 2

Parameter	3D (m)	2D (m)	Δ (m)
Tangen Spiral (TS)	5297,940	5296,670	1,270
Spiral Circle (SC)	5364,600	5363,330	1,270
Circle Spiral (CS)	5464,120	5462,560	1,560
Spiral Tangen (ST)	5530,790	5529,230	1,560
Length Spiral (Ls)	66,670	66,670	0,000
Length Circle (Lc)	99,519	99,231	0,288
Radius Tikungan	300,000	300,000	0,000

Tabel 4. Check Geometric Alinyemen Horizontal 3

Parameter	3D (m)	2D (m)	Δ (m)
Tangen Spiral (TS)	6219,300	6219,060	0,240
Spiral Circle (SC)	6288,620	6288,370	0,250
Circle Spiral (CS)	6449,020	6448,490	0,530
Spiral Tangen (ST)	6518,330	6517,800	0,530
Length Spiral (Ls)	69,310	69,310	0,000
Length Circle (Lc)	160,401	160,115	0,286
Radius Tikungan	250,000	250,000	0,000

Tabel 5. Check Geometric Alinyemen Horizontal 4

Parameter	3D (m)	2D (m)	Δ (m)
Tangen Spiral (TS)	8986,540	8986,140	0,400
Spiral Circle (SC)	9055,850	9055,460	0,390
Circle Spiral (CS)	9180,520	9180,030	0,490
Spiral Tangen (ST)	9249,840	9249,350	0,490
Length Spiral (Ls)	69,310	69,310	0,000
Length Circle (Lc)	124,674	124,576	0,098
Radius Tikungan	250,000	250,000	0,000

Tabel 6. Check Geometric Alinyemen Horizontal 5

Parameter	3D (m)	2D (m)	Δ (m)
Tangen Spiral (TS)	9702,930	9702,470	0,460
Spiral Circle (SC)	9772,240	9771,790	0,450
Circle Spiral (CS)	9846,050	9845,520	0,530
Spiral Tangen (ST)	9915,360	9914,840	0,520
Length Spiral (Ls)	69,310	69,310	0,000
Length Circle (Lc)	73,809	73,736	0,073
Radius Tikungan	250,000	250,000	0,000

Berdasarkan data pada tabel 2-6 dapat diketahui bahwa nilai penyimpangan terbesar untuk parameter posisi dan panjang busur terletak pada alinyemen horizontal 2 pada bagian STA circle spiral dan STA spiral tangen. Kemudian untuk parameter panjang busur terletak pada length circle (Lc). Sedangkan untuk parameter

radius tikungan tidak terdapat penyimpangan. Selanjutnya, pada parameter yang terjadi penyimpangan (posisi dan panjang busur lingkaran) dilakukan uji korelasi untuk mengetahui pengaruh penyimpangan terhadap kesesuaian geometrik antara hasil pemodelan 3D dan peta rencana 2D. Pada tabel 7. dibawah ini adalah tabel uji korelasi panjang busur lingkaran.

Tabel 7. Uji Korelasi Panjang Busur Lingkaran

X (m)	Y (m)	X.X	Y.Y	X.Y
281,406	281,230	79189,337	79090,313	79139,809
99,519	99,231	9904,031	9846,791	9875,370
160,401	160,115	25728,481	25636,813	25682,606
124,674	124,576	15543,606	15519,180	15531,388
73,809	73,736	5447,768	5436,998	5442,380
<b>739,809</b>	<b>738,888</b>	<b>135813,224</b>	<b>135530,095</b>	<b>135671,554</b>

Keterangan:

X = 3D

Y = 2D

■ = Jumlah

Selanjutnya seluruh nilai penjumlahan dimasukkan pada rumus uji (1) sebagai berikut:

$$r_{yx} = \frac{131721,77777}{\sqrt{(131748,76229)(131694,99825)}}$$

$$r_{yx} = 0,999$$

Nilai uji korelasi 0,999 menunjukkan bahwa hubungan panjang busur lingkaran pada bidang 3D dan 2D berkorelasi positif. Apabila diartikan lebih jauh, nilai tersebut sekaligus dapat menjadi informasi bahwa selisih/penyimpangan yang terjadi dapat dikatakan relatif sangat kecil dalam mempengaruhi kualitas pemodelan jalan lingkaran luar barat Surabaya. Dengan menggunakan metode yang sama seperti uji korelasi panjang busur lingkaran sebelumnya, pada tahap uji korelasi yang kedua, parameter yang digunakan adalah posisi alinyemen.

Diketahui:

$$n = 20$$

$$\sum X = 130.185,280$$

$$\sum Y = 130.174,040$$

$$\sum X^2 = 1.010.715.020,507$$

$$\sum Y^2 = 1.010.561.757,320$$

$$\sum XY = 1.010.638.383,620$$



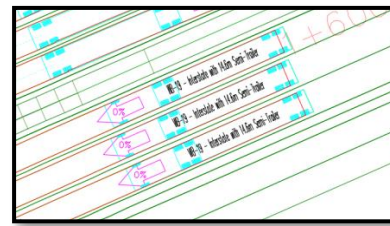
$$r_{yx} = \frac{3.266.023.826,25879}{\sqrt{(3.266.093.281,45360)(3.265.954.456,47839)}}$$

$$r_{yx} = 0,999$$

Uji korelasi posisi alinyemen horizontal memperoleh nilai 0,999 memiliki makna bahwa posisi geometrik alinyemen horizontal pada bidang 3D berkorelasi kuat secara positif dengan posisi geometrik di bidang 2D. Sehingga selisih posisi yang ada relatif tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas pemodelan jalan lingkaran luar barat Surabaya.

**Analisa Hasil Evaluasi Geometrik Jalan**

Proses evaluasi geometrik jalan menggunakan variabel kendaraan rencana yang terdiri dari: kendaraan kecil, sedang dan besar dengan dimensi kendaraan rencana mengacu pada peraturan “Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota” yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga tahun 1997. Berikut pada gambar 8a-8c merupakan gambaran evaluasi geometrik jalan menggunakan kendaraan rencana berdimensi kecil, sedang, dan besar.



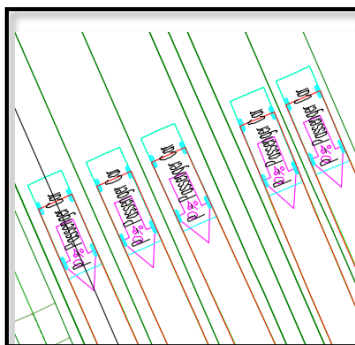
(c)

Gambar 8. *Vehicles Tracking Process*: (a) Kendaraan Kecil (b) Kendaraan Sedang (c) Kendaraan Besar

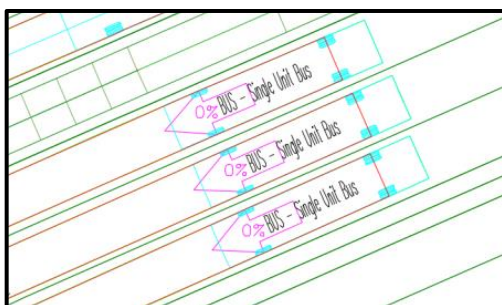
Hasil yang diperoleh dari proses simulasi adalah geometrik rencana jalan lingkaran luar barat Surabaya mampu berfungsi optimal dalam menyediakan ruang gerak untuk kendaraan rencana. Beberapa faktor yang mendukung diantaranya:

1. Radius Lengkung, Nilai jari-jari alinyemen horizontal yang cukup besar (> 250 m) sangat berpengaruh pada perpindahan kendaraan (*steering angle/* sudut putar) pada saat bergerak di tikungan.
2. Lebar Lajur, Ukuran 3,5 m untuk lajur utama dan 3 m untuk lajur pada bagian *frontage road* mampu menyediakan ruang gerak bagi kendaraan rencana, baik dalam keadaan normal maupun pada saat berputar di tikungan.

Pada Gambar 9 berikut ini juga ditampilkan visualisasi evaluasi geometrik jalan menggunakan perangkat lunak 3ds Max.



(a)



(b)



Gambar 9. Simulasi Menggunakan 3ds Max

## KESIMPULAN

Kota Surabaya. Jurusan Teknik Sipil, ITS.  
Surabaya.

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Geometrik rencana jalan lingkaran luar barat Surabaya telah memenuhi simulasi uji teknis menggunakan parameter kendaraan rencana dengan metode evaluasi *Vehicles Tracking Analysis*.
2. Faktor penentu kesesuaian geometrik jalan ketika diuji menggunakan metode *Vehicles Tracking Analysis* adalah radius tikungan dan lebar lajur, dimana besar ukuran radius tikungan 1 sampai 5 adalah 400 m, 300 m, 250 m, 250 m, dan 250 m. Sedangkan untuk lebar tiap lajur utama adalah sebesar 3,5 m.

Berdasarkan hasil pengolahan data dan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

- a. Proses pemodelan dan evaluasi geometrik jalan sebaiknya dilakukan dengan menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi tinggi. Sehingga proses simulasi dapat berjalan dengan lancar.
- b. Untuk memperoleh data pemodelan yang akurat, sebaiknya menggunakan data perencanaan jalan yang dilengkapi dengan unsur topografi wilayah.
- c. Melakukan uji geometrik rencana jalan dengan keterlibatan unsur kecepatan kendaraan rencana yang terikat dengan sumbu putar kendaraan.
- d. Metode *Vehicles Tracking Analysis* digunakan untuk analisa geometrik jalan yang berlokasi di lereng perbukitan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Tata Cara. Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pra Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Manggala, Ryan., dkk. (2015). *Studi Kasus Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Pada Tikungan Tajam*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Panggabean, Rony F. (2012), *Perencanaan Geometrik Dan Layout Simpang Jalan Lingkaran Luar Barat*