

EVALUASI DAN PERENCANAAN GEOMETRIK JARINGAN JALAN DI DALAM UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

Bayu Chandra Fambella, Roro Sulaksitaningrum, M. Zainul Arifin, Hendi Bowoputro
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
Jalan MT Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Abstrak

Universitas Brawijaya (UB) dengan area kampus seluas 2.203.948 m². Dari tahun ke tahun UB berkembang pesat, ditandai peningkatan jumlah dari mahasiswa UB serta pergerakan lalu lintas di dalam kampus UB, sehingga peningkatan kapasitas dari jalan harus dilakukan. Peningkatan kapasitas dari jalan dapat dilakukan dengan perbaikan geometrik.

Survei topografi dilaksanakan untuk memperoleh data dengan menggunakan alat pemetaan berupa Total Stationing Tipe Topcon GTS 229. Program Autocad Land Dekstop 2009 digunakan untuk mengolah hasil dari survei topografi. Trase- trase yang telah terpilih pada jaringan jalan di dalam kampus Universitas Brawijaya tersebut adalah: Jalan dari gerbang KPRI sampai persimpangan tiga Kafetaria Teknik, Perencanaan akses jalan baru di area Himpunan Teknik Elektro, Persimpangan tiga Program Magister dan Doktor Fak Ekonomi, Persimpangan tiga Majid Raden Patah, Persimpangan tiga Samantha Krida, Bundaran UB, dan Persimpangan tiga Fakultas Kedokteran.

Dari hasil analisis didapat bahwa terdapat dua lengkung horizontal pada trase jalan dari gerbang KPRI sampai persimpangan tiga Kafetaria Teknik tidak memenuhi standard. Untuk lengkung vertikal sudah memenuhi standard. Sedangkan untuk perpersimpangan yang ditinjau, semua sudah memenuhi standard. Pada bundaran lima kaki di UB, pada kaki persimpangan Widyaloka dan perpustakaan tidak memenuhi aspek radius masuk keluar dan pada kaki persimpangan Fakultas Kedokteran tidak memenuhi kebebasan pandang. Dari total 2 perpersimpangan baru yang akan dibuat, pada persimpangan tiga kaki Elektro- FMIPA tidak memenuhi syarat manuver. Untuk itu disarankan untuk melakukan perbaikan Geometrik pada trase jalan terpilih, akses jalan baru, dan Bundaran UB.

Kata Kunci : *Geometrik, Alinyemen Horizontal, Alinyemen Vertikal, Persimpangan, Bundaran, Universitas Brawijaya*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi geometrik jaringan jalan Universitas Brawijaya saat ini dianggap kurang layak dan belum memenuhi standard. Geometrik jalan yang kurang optimal ditandai dengan tidak terpenuhinya persyaratan sudut dan kemiringan di tikungan. Selain itu beberapa perpersimpangan dan tikungan di dalam kampus UB memiliki radius tikung yang kurang. Dengan demikian maka diperlukan suatu evaluasi Geometrik jaringan jalan UB.

1.3 Identifikasi Masalah

1) Volume lalu lintas di dalam kampus Universitas Brawijaya yang terus bertambah, menjadi penyebab dari penambahan pergerakan sehingga diperlukan peningkatan pada aspek kapasitas jalan, salah satu upayanya

yaitu perencanaan perbaikan geometrik jaringan jalan.

2) Geometrik pada jaringan jalan yang tidak memenuhi standard ditandai dengan tidak terpenuhinya persyaratan sudut dan kemiringan tikungan di dalam kampus Universitas Brawijaya.

1.3 Rumusan Masalah

1) Apakah kondisi *real* dari geometrik jaringan jalan di dalam kampus UB telah memenuhi peraturan Bina Marga untuk jalan kota tahun 1992 ?
2) Bagaimana usulan perbaikan pada geometrik dan akses jaringan jalan di dalam UB?

1.4 Batasan Masalah

1) Perencanaan Geometrik pada jaringan jalan di dalam kampus UB berpedoman pada standard Bina Marga untuk jalan kota tahun 1992.

- 2) Penelitian ini dilakukan pada beberapa trase- trase jaringan jalan yang telah terpilih di dalam kampus Universitas Brawijaya. Trase- trase tersebut adalah:
- Jalan dari gerbang KPRI sampai persimpangan tiga Kafetaria Teknik.
 - Perencanaan jalan baru di area Himpunan Teknik Elektro.
 - Persimpangan tiga Program Magister dan Doktor Fak Ekonomi.
 - Persimpangan tiga Majid Raden Patah.
 - Persimpangan tiga Samantha Krida.
 - Bundaran Universitas Brawijaya.
 - Persimpangan tiga Fakultas Kedokteran
- 3) Tahapan evaluasi dilaksanakan hanya sampai pada desain alinyemen meliputi alinyemen horizontal maupun vertikal pada tikungan dan kebebasan manuver (bergerak) pada persimpangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan

Untuk melakukan suatu perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa kriteria sebagai pertimbangan untuk mengoptimalkan hasil perencanaan. Parameter-parameter ini merupakan penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometrik jalan. Parameter-parameter tersebut adalah: karakteristik kendaraan, jarak pandang, dan kecepatan rencana.

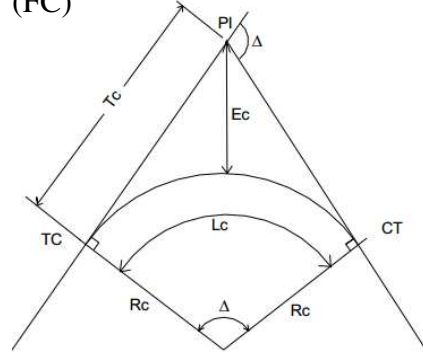
2.2 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi dari sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama "situasi jalan" atau "trase jalan". Alinyemen horizontal berupa garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lengkung dapat berupa busur lingkaran dan busur peralihan, busur

peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. (Sukiman, 1999)

Ada tiga jenis bentuk lengkung horizontal, yaitu:

- Lengkung busur lingkaran sederhana (FC)



Keterangan:

Δ = sudut dari tikungan

O = titik pusat lingkaran

T_c = panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT

R_c = jari-jari dari lingkaran

L_c = panjang busur dari lingkaran

E_c = jarak luar PI - busur lingkaran

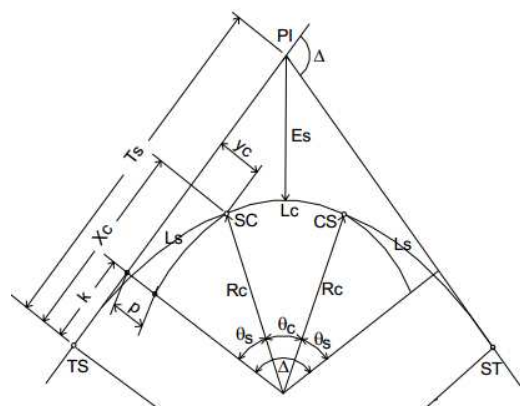
Rumus yang dipakai:

$$T_c = R_c \tan 1/2\Delta$$

$$E_c = T_c \tan 1/4\Delta$$

$$L_c = \frac{\Delta 2\pi R_c}{360^\circ}$$

- Lengkung Spiral – Circle – Spiral (S-C-S)



Keterangan:

X_s = absis dari titik SC garis tangen, jarak dari titik TS - SC (jarak lengkung peralihan)

- Y_s = ordinat dari titik SC garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung
- L_s = panjang dari lengkung peralihan (panjang TS - SC atau SC - ST)
- L_c = panjang dari busur lingkaran (panjang SC - CS)
- T_s = panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST
- TS = titik dari tangen ke spiral
- SC = titik dari spiral ke lingkaran
- Es = jarak dari titik PI ke busur lingkaran
- θ_s = sudut lengkung spiral
- Rc = jari-jari lingkaran
- p = pergeseran tangen terhadap spiral
- k = absis dari p pada garis tangen spiral

Rumus yang digunakan:

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2} \right)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{\frac{6 R_c}{90 L_s} \pi R_c}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R_c} - R_c(1 - \cos \theta_s)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R_c^2} - R_c \sin \theta_s$$

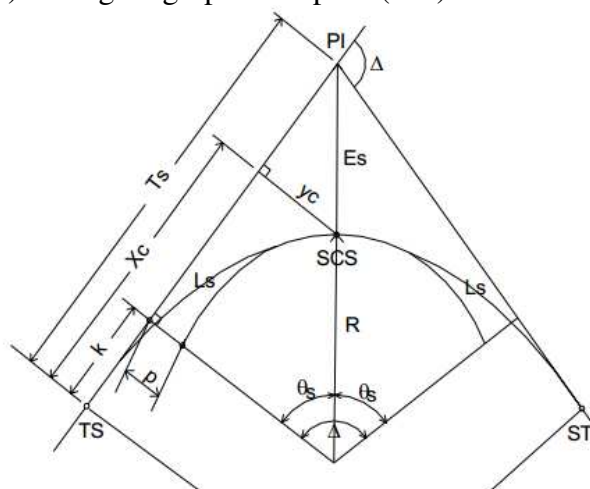
$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2\Delta} + k$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2\Delta} - R_c$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_c$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s$$

3) Lengkung Spiral – Spiral (S-S)



Untuk bentuk Spiral-Spiral ini berlaku rumus, sebagai berikut:

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = 1/2\Delta$$

$$L_{tot} = 2 L_s$$

Untuk menentukan θ_s dapat digunakan

$$\text{rumus } L_s = \frac{\theta \pi R_c}{90}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R_c} - R_c(1 - \cos \theta_s)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R_c^2} - R_c \sin \theta_s$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2\Delta} + k$$

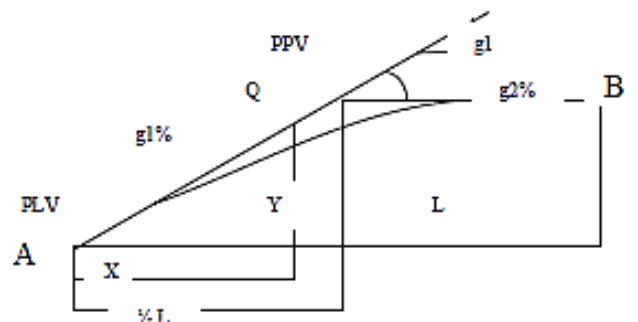
$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2\Delta} - R_c$$

2.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut dengan profil/penampang memanjang jalan. (Saodang, 2004). Jenis lengkung vertikal dilihat dari titik perpotongan kedua bagian yang lurus (tangen) adalah:

- 1) Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung yang membentuk titik potong antara 2 tangen yang berada di bawah permukaan jalan.
- 2) Lengkung vertikal cekung, adalah lengkung yang membentuk titik potong antara 2 tangen yang berada di atas permukaan jalan.

Bentuk lengkung vertikal yang umum digunakan adalah bentuk lengkung parabola sederhana.



Rumus yang digunakan:

$$x = \frac{L g_1}{g_1 - g_2} = \frac{L g_1}{A}$$

$$y = \frac{L g_1^2}{2 (g_1 - g_2)} = \frac{L g_1}{2 A}$$

dimana:

x = jarak titik P - titik tinjauan pada Sta (Sta)

y = perbedaan elevasi titik P dan titik tinjauan pada Sta (m)

L = panjang lengkung vertikal, jarak proyeksi dari titik A dan titik Q (Sta)

g_1 = kelandaian tangen dari titik P (%)

g_2 = kelandaian tangen dari titik Q (%)

2.3 Karakteristik Geometrik pada Persimpangan

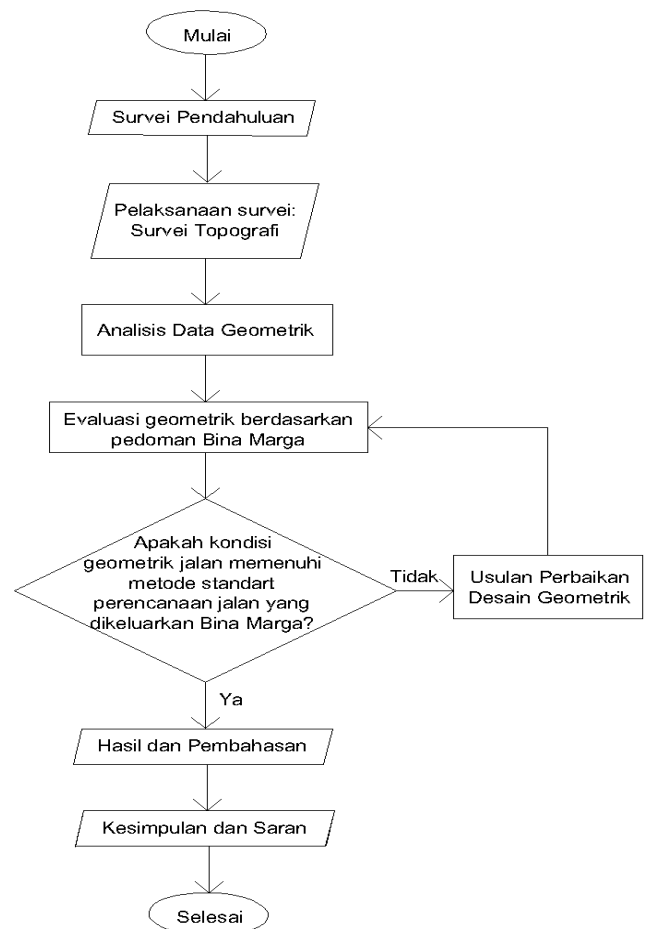
Menurut Abubakar, dkk., (1995), geometrik perpersimpangan harus dirancang sehingga mengarahkan pergerakan (manuver) lalu lintas ke dalam lintasan yang paling aman dan paling efisien, dan dapat memberikan waktu yang cukup bagi para pengemudi untuk membuat keputusan-keputusan yang diperlukan dalam mengendalikan kendaraannya.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran



3.2 Tahapan penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Evaluasi Kondisi Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal yang dikaji pada penelitian ini terletak pada trase jalan gerbang KPRI- persimpangan tiga kaki Kafeteria Teknik Universitas Brawijaya. Pemilihan trase jalan ini sebagai kajian, didasarkan pada bentuk penampang memanjang jalan yang di beberapa titik memiliki kelandaian yang kurang ideal.

Dari hasil analisis, ditemukan bahwa kelandaian Eksisting sudah memenuhi standard, akan tetapi besarnya kelandaian eksisting hampir mendekati batas kelandaian maksimum. Oleh karena itu, dilakukan perencanaan ulang untuk kedua lengkung vertikal agar di dapat bentuk lengkung vertikal yang lebih nyaman dan aman. Kondisi Alinyemen Vertikal di titik

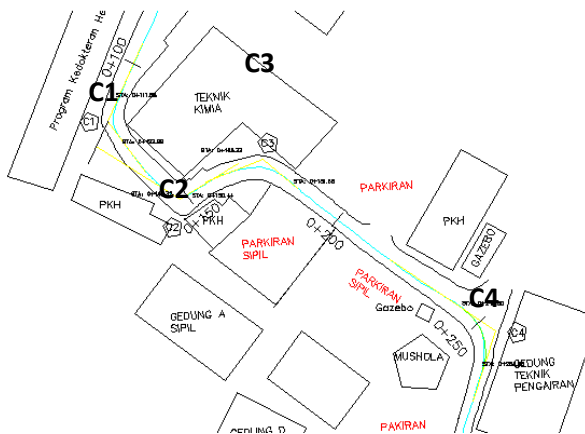
yang lain tidak dilakukan evaluasi karena kondisi kelandaiannya relatif datar.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Desain Alinyemen Vertikal

Lengkung	Tipe	Kondisi Eksisting		Standar	Perbaikan	
PPV 1	Cembung	A (%)	7,96%		A (%) = 4,498%	
		Lv (m)	29,73	20	Lv (m) = 29,730	
		g1	-0,06%	9%	g1	-2,25%
		g2	-8,54%	9%	g2	-6,75%
PPV 2	Cekung	A (%)	-9,77%		A (%) = -4,557%	
		Lv (m)	24,76	20	Lv (m) = 24,760	
		g3	-8,08%	9%	g3	-6,84%
		g4	1,69%	9%	g4	-2,28%

4.2 Evaluasi Kondisi Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal yang dikaji pada penelitian ini terletak pada trase jalan gerbang KPRI- persimpangan tiga kaki Kafetaria Teknik Universitas Brawijaya. Evaluasi geometrik Alinyemen Horizontal dilakukan dengan membandingkan kondisi Alinyemen Horizontal Eksisting dengan standar yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga, yaitu Standard Perencanaan Geometrik untuk Jalan Kota tahun 1992. Dengan penetapan kecepatan rencana sebesar 20 km/jam, didapat nilai jari-jari minimum dari Standard Perencanaan Geometrik untuk Jalan Kota sebesar 15 m.



Gambar 4.1 Lokasi Studi

Dari total empat alinyemen horizontal yang ada pada lokasi studi, 2 tikungan (C1 dan C2) tidak memenuhi pedoman perencanaan jalan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga untuk jalan kota tahun 1992 pada

aspek jari- jari tikungan. Pada alinyemen horizontal, tikungan C1 dan C2 yang tidak memenuhi persyaratan radius tikung, dilakukan perbaikan dengan mengubah radius tikungan sesuai dengan peraturan. Untuk tikungan C3 dan C4 yang sudah memenuhi syarat, tetap dilakukan perbaikan dengan penyesuaian garis tangen sehingga tercipta kenyamanan geometrik yang lebih optimal dan dalam satu garis lurus dengan tikungan sebelumnya.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Desain Alinyemen Horizontal

No	Jenis Tikungan	Sta	Jari-jari eksisting (m)	Jari-jari standar (m)	Jari-jari perbaikan (m)	Pelebaran perkerasan (m)
C1	Full Circle	TC: Sta 0+108,84	11	15	19	1,634
		CT: Sta 0+136,046				
C2	Full Circle	TC: Sta 0+138,148	4	15	18	1,697
		CT: Sta 0+156,024				
C3	Full Circle	TC: Sta 0+160,086	15	15	17	1,768
		CT: Sta 0+177,618				
C4	Full Circle	TC: Sta 0+236,431	15	15	20	1,577
		CT: Sta 0+262,350				

Sumber: Hasil Analisa 2014

4.3 Evaluasi Geometrik Perpersion di Universitas Brawijaya

Evaluasi Geometrik perpersion dilakukan di beberapa titik pada Trase jalan didalam Universitas Brawijaya. Titik- titik terpilih tersebut adalah persimpangan tiga kaki Kafetaria Teknik, Persimpangan tiga kaki Program Magister dan Doktor Fak Ekonomi, Persimpangan tiga kaki Majid Raden Patah, Persimpangan tiga kaki Samantha Krida, dan Persimpangan tiga kaki Fakultas Kedokteran. Geometrik perpersion harus dirancang sehingga mengarahkan pergerakan (manuver) lalu lintas ke dalam lintasan yang paling aman dan paling efisien.

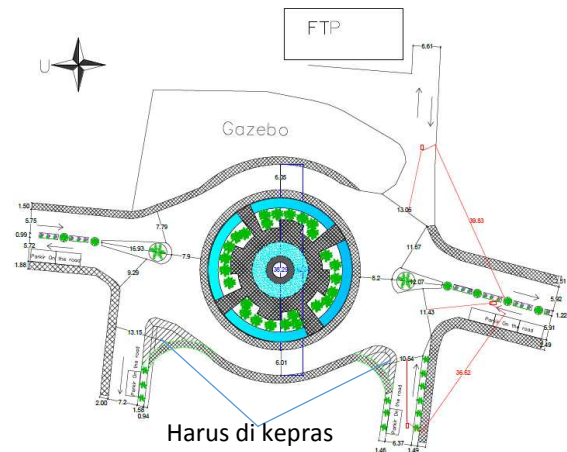
Evaluasi geometrik perpersion dilakukan dengan mengacu pada peraturan resmi yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga, yaitu Standard Perencanaan Geometrik untuk Jalan Kota tahun 1992 dan Pt T-02-2002-B Tata Cara Perencanaan Geometrik Perpersion Sebidang. Sesuai

dengan Pt T-02-2002-B semua persimpangan sebidang dimana pertemuan lengan dengan lengan harus saling tegak lurus (\perp), toleransi sudut/ α bisa sampai $\pm 20^\circ$. Untuk hal-hal dimana kondisi medan sangat sulit (karena faktor topografi atau lahan terbatas) dan bentuk persimpangan saling tegak lurus sulit diperoleh, maka bentuk persimpangan bisa tidak saling tegak lurus dengan sudut persimpangan terkecil harus lebih besar dari 65° . Dari hasil analisis didapatkan bahwa semua persimpangan memenuhi syarat pertemuan lengan dan syarat manuver.

4.4 Evaluasi Geometrik Bundaran di Universitas Brawijaya

Bundaran yang dikaji pada penelitian ini terletak di depan lapangan Rektorat Universitas Brawijaya. Evaluasi bundaran dilakukan dengan membandingkan Elemen Elemen bundaran dengan Standard Perencanaan bundaran untuk persimpangan Sebidang (Pd-T-20-2004-B).

Dan dari hasil analisis ditemukan ada dua kondisi yang tidak sesuai dengan persyaratan. Saran perbaikan yang dilakukan adalah mengubah Radius masuk pada kaki lengan widya loka dan kaki lengan perpus agar memenuhi peraturan. Untuk kebebasan pandang yang tidak memenuhi, harus dilakukan pengecekan kembali setelah melakukan perbaikan Radius masuk dan keluar kendaraan. Apabila setelah dilakukan pengecekan kembali, kebebasan pandang sudah memenuhi syarat maka tidak perlu dilakukan perbaikan.

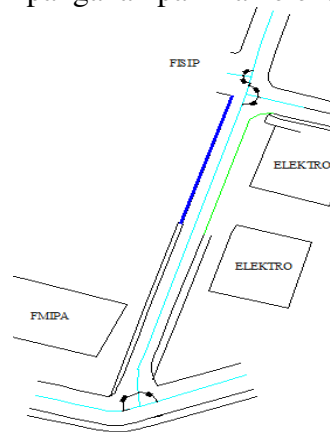


Gambar 4.2 Rencana Perbaikan Bundaran

Untuk manuver kendaraan, digunakan kendaraan berat dengan radius putar 12 m dan kendaraan Ringan dengan radius putar 6 m. Setelah dilakukan Analisis mendapatkan hasil bahwa desain perbaikan Bundaran di Universitas Brawijaya memenuhi syarat dalam manuver untuk kedua kendaraan tersebut.

4.5 Perencanaan jalan baru di area Himpunan Teknik Elektro

Perencanaan jalan baru dilakukan dengan menarik garis lurus jalan eksisting yang berada di parkir elektro. Jalan baru akan menghubungkan persimpangan depan gedung FISIP dengan persimpangan parkir elektro.



Gambar 4.3 Rencana Jalan baru HME

Dari hasil analisis didapatkan bahwa semua persimpangan memenuhi syarat pertemuan lengan dan syarat manuver.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari studi ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Hasil evaluasi dan perencanaan geometrik jaringan jalan di dalam Universitas Brawijaya dengan standard sebagai berikut,

1. Kondisi geometrik jaringan jalan Universitas Brawijaya dapat disimpulkan,

a. Trase jalan gerbang KPRI – persimpangan tiga kafetaria teknik

- Dari hasil analisis, lengkung PPV 1 dan PPV 2 sudah sesuai dengan Standard Perencanaan Geometrik untuk Jalan Kota tahun 1992 pada kriteria kelandaian maksimum dan panjang lengkung vertikal.
- Dari total empat alinyemen horizontal yang ada pada lokasi studi, dua tikungan (C1 dan C2) tidak memenuhi standard perencanaan jalan yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga untuk jalan kota tahun 1992 pada aspek jari- jari tikungan.

b. Perpersimpangan

- Dari total lima perpersimpangan yang dievaluasi, diketahui bahwa semua persimpangan memenuhi peraturan yang ditetapkan Dirjen Bina Marga, yaitu Standard Perencanaan Geometrik untuk Jalan Kota tahun 1992 dan Pt T-02-2002-B Tata Cara Perencanaan Geometrik Perpersimpangan Sebidang.

c. Bundaran

- Dari hasil analisis terhadap bundaran, pada kaki persimpangan Widyaloka dan perpustakaan tidak memenuhi aspek radius masuk keluar dan kaki persimpangan Fakultas Kedokteran tidak memenuhi kebebasan pandang apabila dibandingkan dengan Standard Perencanaan bundaran untuk

perpersimpangan Sebidang (Pd-T-20-2004-B)

d. Perencanaan jalan baru

- Dari total dua perpersimpangan baru yang akan dibuat, pada persimpangan Elektro - FMIPA tidak memenuhi syarat manuver kendaraan menurut Dirjen Bina Marga, yaitu Standard Perencanaan Geometrik untuk Jalan Kota tahun 1992.

2. Rekomendasi perbaikan geometrik dan akses jaringan jalan di dalam Universitas Brawijaya, diperoleh hasil sebagai berikut,

a. Geometrik

- Pada dua titik alinyemen vertikal yang dikaji, dilakukan perencanaan ulang pada semua titik. Hal tersebut dilakukan agar tercipta keselarasan yang baik pada kedua titik tersebut. Untuk PPV 1 direncanakan ulang menggunakan lengkung vertikal cembung dan PPV 2 menggunakan lengkung vertikal cekung.
- Pada alinyemen horizontal, tikungan C1 dan C2 yang tidak memenuhi persyaratan radius tikung, dilakukan perbaikan dengan mengubah radius tikungan sesuai dengan peraturan. Untuk tikungan C3 dan C4 yang sudah memenuhi syarat, tetap dilakukan perbaikan dengan penyesuaian garis tangen sehingga tercipta kenyamanan geometrik yang lebih optimal dan dalam satu garis lurus dengan tikungan sebelumnya.
- Rekomendasi perbaikan yang dilakukan pada bundaran adalah mengubah radius keluar masuk pada kaki persimpangan Widyaloka dan perpustakaan yang tidak memenuhi standard agar memenuhi standard. Perbaikan tersebut dilakukan dengan cara pemotongan ujung

kaki persimpangan. Untuk kebebasan pandang yang tidak memenuhi, harus dilakukan pengecekan kembali setelah melakukan perbaikan radius masuk dan keluar kendaraan. Dan setelah dilakukan pengecekan kembali, kebebasan pandang sudah memenuhi syarat maka tidak perlu dilakukan perbaikan.

b. Akses

- Rekomendasi yang dilakukan pada perpersimpangan baru Elektro - FMIPA yang tidak memenuhi syarat manuver adalah dengan pemotongan ujung kaki persimpangan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dan hasil penelitian diatas, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

a. Untuk Instansi Terkait

- Bundaran UB diharapkan mengikuti persyaratan geometrik *Roundabouts*. Untuk jalur masuk diharapkan adanya defleksi yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan kendaraan dan untuk jalur keluar diharapkan tanpa adanya defleksi yang berfungsi agar kendaraan segera keluar *Roundabouts*.
- Dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan dan perbaikan geometri Trase jalan di dalam Universitas Brawijaya.

b. Untuk Kajian Selanjutnya

- Dalam kajian ini hanya ditinjau beberapa trase jalan di dalam Universitas Brawijaya, ada baiknya untuk kajian selanjutnya memperhatikan seluruh trase jalan pada Universitas Brawijaya sehingga didapatkan hasil yang lebih mendetail.
- Dalam melakukan pengambilan data di lapangan sebaiknya dilakukan dengan benar agar

dapat memudahkan proses evaluasi. Sebaiknya sebelum melakukan penembakan untuk mendapatkan koordinat-koordinat geometrik di lapangan dilakukan penggambaran terlebih dahulu.

- Dalam melakukan penembakan titik- titik koordinat alinyemen horizontal sebaiknya diambil paling sedikit lima titik pada bagian tikungan. Hal ini dimaksudkan agar bentuk tikungan dilapangan dapat digambarkan dengan baik.
- Sebelum pengolahan data geometrik, sebaiknya peneliti sudah mahir dalam menggunakan Progam penunjang seperti *Autocad Land Dekstop* dan *Topcon Link*. Sehingga dalam pengolaham data tidak memakan waktu lama karena harus mempelajari program-program penunjang tersebut terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Kota. Jakarta: Dirjen Bina Marga.
- Anonim. 2002. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor: Pt T- 02 tahun 2002 tentang Tata Cara Perencanaan Geometrik Perpersimpangan Sebidang. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2004. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Nomor: T- 20 tahun 2004 tentang Perencanaan Bundaran untuk Perpersimpangan Sebidang. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Anonim. 2004. Rencana Standard Nasional Indonesia Nomor: T- 14 tahun 2004 tentang Geometri Jalan Kota. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Anonim. 2011. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor: 11/PRT/M tahun 2011 tentang Pedoman Penyelenggaraan Jalan Khusus. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Hendarsin, Shirley L. 2000. Perencanaan Teknik Jalan Raya. Bandung: Jurusan Teknik Sipil- Politeknik Negeri Bandung.
- Saodang, Hamirhan. 2004. Konstruksi Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Sukirman, Silvia.1992. Dasar- Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova.