

Perancangan Geometrik Simpang Susun Jalan Tol Yogyakarta–Bawen

Safira Nur'irqoh Sjadaja'ah, Wahyu Herijanto, dan Istiar
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: herijanto@ce.its.ac.id

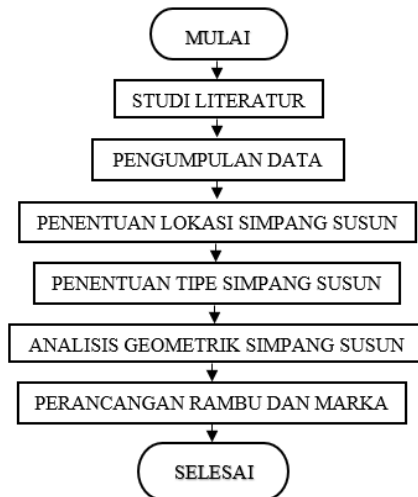
Abstrak—Pemerintah kini sedang gencar membangun berbagai infrastruktur untuk mewujudkan pemerataan pembangunan antar daerah, salah satunya jalan tol. Jalan tol dan jalan raya umumnya dihubungkan dengan simpang susun. Salah satu pembangunan jalan tol dengan simpang susun yang sedang berlangsung adalah proyek Jalan Tol Yogyakarta–Bawen. Dalam perancangan ini, Jalan Tol Yogyakarta–Bawen yang belum memiliki rancangan simpang susun yang mendetail, akan dirancang simpang susunnya agar *sustainable* dan tidak menyebabkan kemacetan. Perancangan geometrik ini meliputi pemilihan lokasi simpang susun, pemilihan tipe simpang susun yang mengacu pada Perencanaan Persimpangan Jalan Tak Sebidang Direktorat Jenderal Bina Marga 2005, perancangan geometrik simpang susun yang mengacu pada Pedoman Geometrik Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga 2021 dan Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol Direktorat Jenderal Bina Marga 2009, serta Perancangan Rambu dan Marka yang mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 dan Nomor 34 Tahun 2014. Dari analisis yang dilakukan, dihasilkan empat simpang susun bertipe terompet dan satu simpang susun bertipe segitiga langsung dengan total 20 *ramp* pada lima simpang susun. Setiap simpang susun memiliki tipe tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dan *Spiral-Spiral* dengan jari-jari terbesar sepanjang 233,5 m dan lengkung peralihan terbesar sepanjang 59,5 m.

Kata Kunci—Jalan Tol Yogyakarta–Bawen, Perancangan Geometrik, Persimpangan, Simpang Susun.

I. PENDAHULUAN

JALAN tol adalah salah satu infrastruktur yang sedang digencarkan pembangunannya oleh pemerintah. Setiap jalan tol dihubungkan dengan jalan raya menggunakan simpang susun. Salah satu pembangunan jalan tol yang sedang berlangsung adalah Jalan Tol Yogyakarta–Bawen. Jalan Tol Yogyakarta–Bawen yang menghubungkan Kota Yogyakarta dengan Kabupaten Semarang akan dibagi menjadi 6 (enam) seksi, yaitu Yogyakarta–Banyurejo, Banyurejo–Borobudur, Borobudur–Magelang, Magelang–Temanggung, Temanggung–Ambarawa, dan Ambarawa–Bawen. Jalan tol sepanjang 75,82 km ini kelak akan melayani Yogyakarta, Sleman, Magelang, Temanggung, dan Semarang.

Jalan Tol Yogyakarta–Bawen direncanakan akan memiliki simpang susun di Banyurejo, Borobudur, Magelang, Temanggung, dan Ambarawa. Namun, Jalan Tol Yogyakarta–Bawen belum memiliki perancangan geometrik simpang susun yang mendetail. Pembangunan simpang susun dengan tipe yang sesuai dengan kondisi lahan jalan tol dapat meningkatkan kenyamanan dan keamanan pemakaian jalan. Oleh karena itu, diperlukan pemilihan tipe dan perancangan geometrik simpang susun dan jalan aksesnya hingga bertemu jalan arteri yang ideal agar *sustainable* selama bertahun-tahun ke depan dan tidak menyebabkan kemacetan. Simpang susun ini juga harus sesuai dengan standar yang ada. Gerbang tol



Gambar 1. Bagan alir perancangan.

pada jalan akses diasumsikan berupa MLFF, sehingga nantinya akan berpengaruh pada pelebaran jalan akses, khususnya di bagian gerbang tol. Pada tugas akhir ini, akan dibahas mengenai perancangan geometrik simpang susun beserta jalan aksesnya di sepanjang Jalan Tol Yogyakarta–Bawen. Lokasi yang berpotensi untuk diberi simpang susun dan jalan akses untuk jalan tol adalah Desa Banyurejo, Kecamatan Muntilan, Kota Magelang, Kabupaten Temanggung, dan Kecamatan Ambarawa.

A. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari pembahasan ini antara lain adalah merencanakan lokasi simpang susun Jalan Tol Yogyakarta–Bawen, merencanakan tipe simpang susun yang baik digunakan untuk Jalan Tol Yogyakarta–Bawen, dan merancang detail geometrik simpang susun dan jalan akses pada Jalan Tol Yogyakarta–Bawen yang sesuai dengan standar perancangan.

B. Batasan Masalah

Pada pembahasan ini, masalah dibatasi antara lain tidak membahas tentang metode pelaksanaan, konstruksi simpang susun, perkerasan jalan, perancangan saluran drainase, kebutuhan *cut and fill*, rencana anggaran biaya, dan perhitungan detail konstruksi jembatan, tidak menghitung muka air tanah dan muka air banjir, perancangan jembatan *overpass* hanya sampai *preliminary design*, gerbang tol diasumsikan MLFF, perancangan geometrik simpang sebidang pada jalan akses dengan jalan arteri hanya sampai *preliminary design*, tidak membahas *trase* Jalan Tol Yogyakarta–Bawen, perancangan simpang susun menggunakan metode JICA-1 sebab kapasitas jalan tol tidak diketahui dan umum dipergunakan pada perancangan jalan tol di Indonesia, terutama apabila menggunakan *loan* dari Jepang.

Tabel 1.
Rekapitulasi Perhitungan Pertumbuhan Jumlah Kendaraan Provinsi Jawa Tengah

Jenis Kendaraan	2017–2018	2018–2019	2019–2020	2020–2021	Rata-rata
Sepeda Motor	5.883.614	776.076	586.549	1.703.487	2.237.432
	40%	5%	4%	10%	14%
Mobil Penumpang	367.391	89.166	78.317	401.789	234.161
	32%	7%	6%	23%	17%
Bus	630	1297	547	6.375	2.212
	2%	3%	1%	14%	5%
Truk	40.683	17.444	16.806	67.400	35.583
	7%	3%	3%	10%	6%

Tabel 2.
Rekapitulasi Perhitungan Volume LHR *Peak Hour*

Ruas Jalan Tol	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Sleman–Banyurejo	1.333	1	2	1
Banyurejo–Borobudur	1.213	1	9	1
Borobudur–Magelang	349	1	3	1
Magelang–Temanggung	279	1	4	1
Temanggung–Ambarawa	830	1	8	2
Ambarawa–Bawen	125	1	1	1

Tabel 3.
Rekapitulasi Besaran Diversi ke Jalan Tol dengan Metode JICA-1

Ruas Jalan Tol	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Sleman–Banyurejo	1039	1	1	1
Banyurejo–Borobudur	950	1	4	1
Borobudur–Magelang	274	1	2	1
Magelang–Temanggung	228	1	2	1
Temanggung–Ambarawa	704	1	4	1
Ambarawa–Bawen	89	1	1	1

Tabel 4.
Rekapitulasi *Entry* dan *Exit* untuk Arah Yogyakarta–Bawen

Titik Simpang Susun	<i>Entry</i>	<i>Exit</i>
JC Sleman	1042	
SS Banyurejo	697	783
SS Borobudur	60	738
SS Magelang	189	235
SS Temanggung	555	155
SS Ambarawa	259	518
JC Bawen		373

Tabel 5.
Rekapitulasi *Entry* dan *Exit* untuk Arah Bawen–Yogyakarta

Ruas Jalan Tol	<i>Entry</i>	<i>Exit</i>
JC Bawen	373	
SS Ambarawa	445	186
SS Temanggung	155	555
SS Magelang	251	205
SS Borobudur	878	200
SS Banyurejo	116	30
JC Sleman		1042

C. Manfaat

Perancangan geometrik simpang susun Jalan Tol Yogyakarta–Bawen diharapkan dapat menambah wawasan bagi penulis dan menjadi referensi bagi pembaca dalam merencanakan geometrik jalan, khususnya simpang susun.

II. METODOLOGI

A. Perancangan Geometrik

Perancangan geometrik adalah perancangan rute dari suatu ruas jalan yang meliputi elemen-elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang tersedia dari hasil survei lapangan dan telah dianalisis berdasarkan pada ketentuan yang berlaku [1]. Tujuan dari perancangan geometrik jalan adalah untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, menciptakan efisiensi pelayanan arus lalu lintas, dan memaksimalkan tingkat penggunaan serta biaya

pelaksanaan. Ruang, bentuk, dan ukuran jalan dapat dinilai baik jika pemakai jalan merasa aman dan nyaman [2].

B. Simpang Susun

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Persimpangan jalan adalah daerah di mana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas-fasilitas tepi jalannya untuk pergerakan lalu lintas pada jalan tersebut [3].

Secara umum, jenis-jenis persimpangan adalah persimpangan sebidang (*at grade*), persimpangan tidak sebidang tanpa *ramp*, dan persimpangan tidak sebidang atau simpang susun (*grade separated* atau *interchange*). Simpang susun adalah suatu sistem penghubung jalan raya yang diperbantukan dengan satu atau lebih pemisah bidang untuk melayani pergerakan lalu lintas antara dua atau lebih jalan raya atau jalan bebas hambatan pada ketinggian yang berbeda [4].

C. Rambu dan Marka

Setiap jalan yang digunakan untuk lalu lintas umum wajib dilengkapi dengan perlengkapan jalan berupa rambu lalu lintas, marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, alat penerangan jalan, alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan, alat pengawasan dan pengamanan jalan, fasilitas untuk sepeda, pejalan kaki, dan penyandang disabilitas, dan fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan yang berada di jalan dan di luar badan jalan [5].

D. Bagan Alir Perancangan

Urutan penyelesaian perancangan dapat dilihat pada bagan alir Gambar 1. Pada perancangan ini, pengumpulan dan analisis data meliputi pengolahan data LHR untuk mendapatkan jumlah lajur simpang susun. Pemilihan lokasi simpang susun menggunakan metode *zero-one* dan bergantung pada penilaian ahli untuk mendapatkan pembobotan. Penentuan tipe simpang susun disesuaikan dengan rancangan jalan tol. Perancangan geometrik terbagi menjadi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data Perancangan

1) Data Pertumbuhan Jumlah Kendaraan

Data pertumbuhan jumlah kendaraan di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017–2021 didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah. Data pertumbuhan jumlah kendaraan digunakan untuk menghitung peramalan volume lalu lintas yang akan melewati simpang susun. Rekapitulasi perhitungan pertumbuhan jumlah kendaraan tersaji pada Tabel 1.

2) Data Lalu Lintas Harian Rata-rata

Tabel 6.

Rekapitulasi Tingkat Pelayanan dan Jumlah Lajur di SS Banyurejo				
Nama Jalan	Jenis Jalan	Volume	Tingkat Pelayanan	Jumlah Lajur/Arah
B-C	Ramp	783	B	2
F-G	Ramp	697	A	1
F-K	Ramp	116	A	1
J-C	Ramp	30	A	1
E-F	Jalan akses	813	B	2
C-D	Jalan akses	813	B	2

Tabel 7.

Rekapitulasi Tingkat Pelayanan dan Jumlah Lajur di SS Borobudur				
Nama Jalan	Jenis Jalan	Volume	Tingkat Pelayanan	Jumlah Lajur/Arah
B-C	Ramp	738	B	2
F-G	Ramp	60	A	1
F-K	Ramp	878	B	2
J-C	Ramp	200	A	1
E-F	Jalan akses	938	B	2
C-D	Jalan akses	938	B	2

Tabel 8.

Rekapitulasi Tingkat Pelayanan dan Jumlah Lajur di SS Magelang				
Nama Jalan	Jenis Jalan	Volume	Tingkat Pelayanan	Jumlah Lajur/Arah
B-C	Ramp	235	A	1
F-G	Ramp	189	A	1
F-K	Ramp	251	A	1
J-C	Ramp	205	A	1
E-F	Jalan akses	440	A	1
C-D	Jalan akses	440	A	1

Tabel 9.

Rekapitulasi Tingkat Pelayanan dan Jumlah Lajur di SS Temanggung				
Nama Jalan	Jenis Jalan	Volume	Tingkat Pelayanan	Jumlah Lajur/Arah
B-C	Ramp	555	A	1
D-F	Ramp	555	A	1
B-H	Ramp	155	A	1
G-F	Ramp	155	A	1
A-B	Jalan akses	710	B	2
F-E	Jalan akses	813	B	2

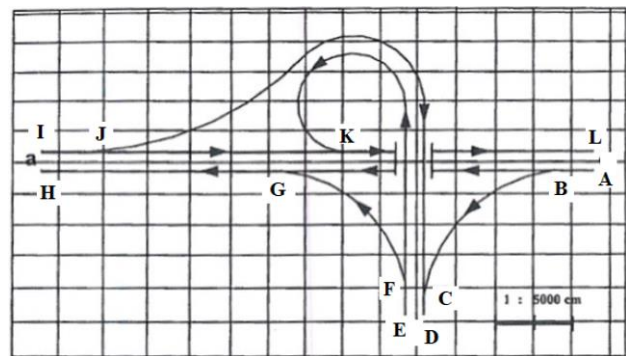
Tabel 10.

Rekapitulasi Tingkat Pelayanan dan Jumlah Lajur di SS Magelang				
Nama Jalan	Jenis Jalan	Volume	Tingkat Pelayanan	Jumlah Lajur/Arah
B-C	Ramp	518	A	1
F-G	Ramp	559	A	1
F-K	Ramp	145	A	1
J-C	Ramp	186	A	1
E-F	Jalan akses	704	A	1
C-D	Jalan akses	704	A	1

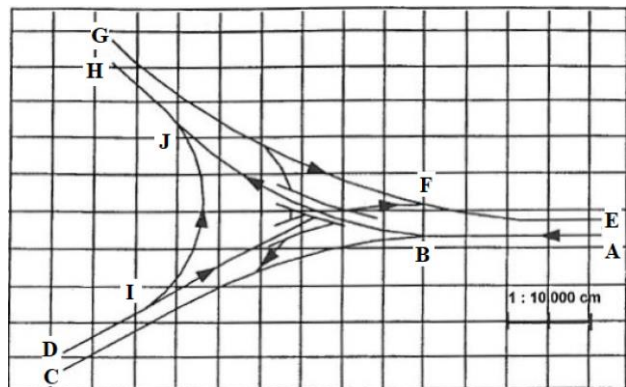
Data LHR didapatkan dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah Jawa Tengah. Data LHR yang digunakan adalah data LHR jalan-jalan arteri yang sejajar dengan perkiraan *trase* rencana Jalan Tol Yogyakarta–Bawen. Volume LHR untuk umur rencana dihitung dengan mengalikan volume lalu lintas tahunan dengan persentase pertumbuhan kendaraan. Volume LHR tahunan tersebut lalu dikonversi menjadi harian melalui pembagian dengan jumlah hari dalam setahun. Terakhir, volume LHR harian dikonversi menjadi volume *peak hour* melalui perkalian dengan faktor *k*. Rekapitulasi perhitungan volume lalu lintas sampai umur rencana 35 tahun dapat dilihat pada Tabel 2.

3) Trip Assignment

Dalam perencanaan simpang susun, perlu dianalisis jumlah kendaraan yang akan masuk ke dan keluar dari masing-masing simpang susun. Analisis masuk dan keluarnya jumlah kendaraan pada suatu simpang susun dilakukan dengan *trip*



Gambar 2. Titik-titik *Merging* dan *Diverging* pada SS Banyurejo, SS Borobudur, SS Magelang, dan SS Ambarawa.



Gambar 3. Titik-titik *Merging* dan *Diverging* pada SS Temanggung.

assignment. Pada tugas akhir ini, digunakan tiga *metode trip assignment*. Metode JICA-1 digunakan untuk menghitung persentase diversi kendaraan dari jalan alternatif ke jalan tol. Rekapitulasi besaran diversi ke jalan tol dengan metode JICA-1 terdapat pada Tabel 3.

Metode Smock digunakan untuk menghitung volume kendaraan total dari *bypass* dan jalan kota di Ambarawa. Dari iterasi metode Smock yang kemudian dikalikan dengan persentase diversi pada ruas Ambarawa–Bawen, didapatkan bahwa volume kendaraan total yang melewati ruas Ambarawa–Bawen adalah 373 kendaraan/jam.

Metode Analogi Fluida Tsygalnitsky digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang akan masuk dan keluar di masing-masing simpang susun. Rekapitulasi jumlah kendaraan yang akan masuk dan keluar di masing-masing simpang susun terdapat pada Tabel 4 untuk arah Yogyakarta–Bawen dan Tabel 5 untuk arah Bawen–Yogyakarta.

4) Perhitungan Jumlah Lajur

Dari perhitungan *entry* dan *exit* pada masing-masing simpang susun dengan metode Tsygalnitsky pada subbab sebelumnya, didapatkan tingkat pelayanan dan jumlah lajur untuk masing-masing ramp dan jalan akses di setiap simpang susun. Titik-titik *merging* dan *diverging* pada kelima simpang susun dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Adapun rekapitulasi tingkat pelayanan dan jumlah lajur tiap arah pada masing-masing simpang susun terdapat pada Tabel 6 sampai Tabel 10.

B. Pemilihan Tipe dan Lokasi Simpang Susun

1) Pemilihan Tipe Simpang Susun

Dari kelima simpang susun yang dirancang di sepanjang Jalan Tol Yogyakarta–Bawen, hanya Simpang Susun Temanggung yang dirancang untuk persiapan kemungkinan

Tabel 11.
Alternatif Lokasi dan Parameter Penilaiannya

Lokasi	Jarak terhadap Daerah Bangkitan (km)	Jarak terhadap Jalan Arteri (km)	Ketersediaan Lahan (km ²)	Adanya Penghalang Alam atau Buatan
Banyurejo 1	4,84	5,56	0,31	1 jalan
Banyurejo 2	1,92	2,87	0,59	3 jalan
Borobudur 1	4,08	1,89	0,87	1 jalan
Borobudur 2	4,28	4,07	2,01	3 jalan
Magelang 1	3,77	0,9	0,28	-
Magelang 2	2,25	0,77	1,12	3 jalan
Temanggung 1	18,9	14,3	21,2	9 jalan
Temanggung 2	14,2	9,76	3,68	4 jalan
Ambarawa 1	1,13	1,45	3,67	4 jalan
Ambarawa 2	5,74	1,48	1,36	1 jalan

Tabel 12.
Rekapitulasi Nilai Bobot Masing-masing Kriteria

Kriteria	Bobot
Jarak terhadap daerah bangkitan	0,2778
Jarak terhadap jalan arteri	0,1667
Ketersediaan lahan	0,3333
Adanya penghalang alam atau buatan	0,2222
Jumlah	1

Tabel 13.
Alternatif Lokasi Simpang Susun Terpilih

Lokasi	Alternatif
Banyurejo	2
Borobudur	1
Magelang	2
Temanggung	2
Ambarawa	1

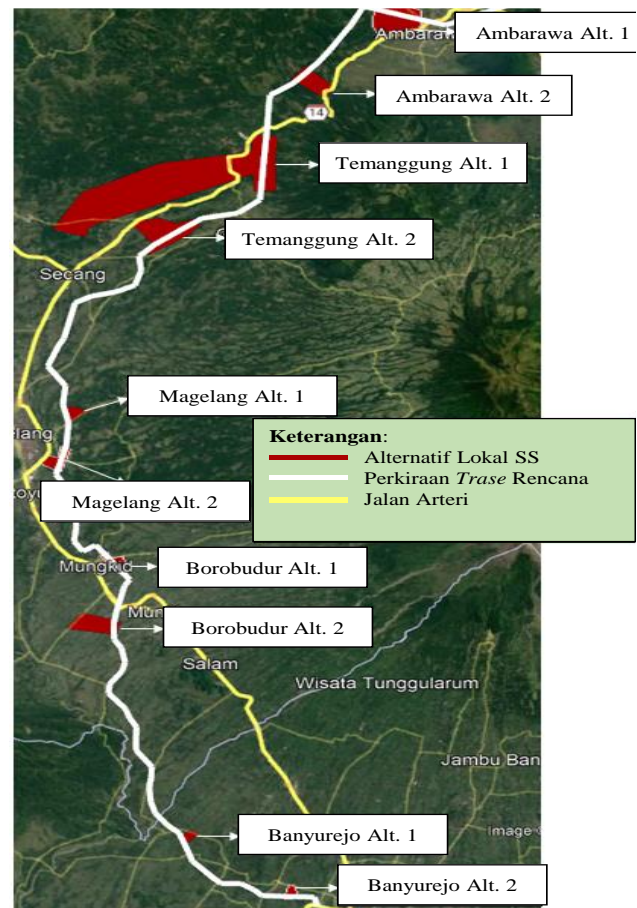
Tabel 14.
Rekapitulasi Data Kriteria Desain Perancangan Simpang Susun Tipe Terompet 1 Lajur

Kriteria Geometrik	Desain	Satuan
Kelas Jalan	JBH	
Klasifikasi Medan Jalan	Datar	
Kecepatan Rencana	40	km/jam
Tipe Jalan	2/2UD	
Lebar Lajur	4	m
Lebar Bahu Luar	2,5	m
Lebar Bahu Dalam	0,5	m
Lebar Median	1,4	m
Superelevasi Normal	2	%
Superelevasi Maksimum	8	%
Kekesatan Melintang	0,22	

Tabel 15.
Rekapitulasi Data Kriteria Desain Perancangan Simpang Susun Tipe Terompet 2 Lajur

Kriteria Geometrik	Desain	Satuan
Kelas Jalan	JBH	
Klasifikasi Medan Jalan	Datar	
Kecepatan Rencana	40	km/jam
Tipe Jalan	2/2UD	
Lebar Lajur	3,5	m
Lebar Bahu Luar	2,5	m
Lebar Bahu Dalam	0,5	m
Lebar Median	1,4	m
Superelevasi Normal	2	%
Superelevasi Maksimum	8	%
Kekesatan Melintang	0,22	

adanya *toll-to-toll connection* di masa mendatang selain untuk keperluan *entry* dan *exit*, karena Kabupaten Temanggung menghubungkan Kabupaten Magelang dengan Kota Purwokerto. Empat simpang susun lainnya (Banyurejo, Borobudur, Magelang, Ambarawa) tidak dirancang untuk



Gambar 4. Alternatif lokasi-lokasi simpang susun.

toll-to-toll connection, sehingga keempat simpang susun tersebut dirancang hanya untuk keperluan *entry* dan *exit* tol. Maka didapatkan bahwa Simpang Susun Temanggung dirancang dengan tipe segitiga langsung, karena *toll-to-toll connection* memiliki kecepatan operasi yang tinggi. Sementara itu, simpang susun di Banyurejo, Borobudur, Magelang, dan Ambarawa menggunakan tipe terompet sebab tidak terdapat *toll-to-toll connection* yang membutuhkan kecepatan operasi tinggi.

2) Pemilihan Lokasi Simpang Susun

Dalam perencanaan simpang susun, digunakan metode analisis multikriteria dengan mengembangkan beberapa kriteria serta pembobotannya sebagai dasar pemilihan alternatif lokasi simpang susun terbaik. Dari setiap simpang susun, dipilih dua alternatif lokasi yang memungkinkan untuk dirancang simpang susun untuk kemudian dipilih ulang dengan analisis multikriteria. Alternatif lokasi simpang susun terdapat pada Gambar 4.

Selanjutnya, masing-masing alternatif ditetapkan sesuai parameter yang sudah ditentukan seperti pada Tabel 11. Setelah dilakukan penetapan kriteria, dilakukan pembobotan dari empat kriteria yang ada. Pembobotan kriteria dilakukan dengan menggunakan analisis multikriteria metode *zero-one* dengan memperhatikan pendapat dari beberapa ahli. Matriks *zero-one* memberikan nilai 1 atau 0 untuk membandingkan satu kriteria dengan kriteria yang lain.

Matriks *zero-one* dari pendapat para ahli kemudian Kembali diolah untuk mendapatkan keputusan nilai bobot masing-masing kriteria. Rekapitulasi nilai bobot masing-masing kriteria dapat dilihat pada Tabel 12. Berdasarkan nilai

Tabel 16.
Rekapitulasi Data Kriteria Desain Perancangan Simpang Susun Tipe Segitiga Langsung 1 Lajur

Kriteria Geometrik	Desain	Satuan
Kelas Jalan	JBH	
Klasifikasi Medan Jalan	Datar	
Kecepatan Rencana	40	km/jam
Tipe Jalan	2/2UD	
Lebar Lajur	4	m
Lebar Bahu Luar	2,5	m
Lebar Bahu Dalam	0,5	m
Lebar Median	1,4	m
Superelevasi Normal	2	%
Superelevasi Maksimum	8	%
Kekesatan Melintang	0,14	

Tabel 17.
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal SS Banyurejo

Ramp	PI	Tipe	R (m)	em (%)	Ls (m)	Lc (m)
1	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	54,119
2	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	165,213
	PI-2					
3	PI-1	S-C-S	61,9	7,74	51,9	101,634
	PI-2	S-S	-	7,74	51,9	-
4	PI-1	S-C-S	55	7,77	43,5	26,944

Tabel 18.
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal SS Borobudur

Ramp	PI	Tipe	R (m)	em (%)	Ls (m)	Lc (m)
1	PI-1	S-S	-	7,77	43,5	-
2	PI-1	S-C-S	55	7,77	45	191,343
	PI-2					
3	PI-1	S-C-S	65,9	7,74	55,9	85,307
	PI-2	S-S	-	7,73	55,9	-
4	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	62,757

Tabel 19.
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal SS Magelang

Ramp	PI	Tipe	R (m)	em (%)	Ls (m)	Lc (m)
1	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	38,142
2	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	206,193
	PI-2					
3	PI-1	S-C-S	61,9	7,74	51,9	92,749
	PI-2	S-S	-	7,74	51,9	-
4	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	43,057

Tabel 20.
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal SS Temanggung

Ramp	PI	Tipe	R (m)	em (%)	Ls (m)	Lc (m)
1	PI-1	S-C-S	233,5	7,76	59,5	197,124
2	PI-1	S-C-S	233,5	7,76	59,5	419,728
3	PI-1	S-C-S	233,5	7,76	59,5	195,642
4	PI-1	S-C-S	233,5	7,76	59,5	416,996

bobot yang telah didapatkan, lokasi masing-masing simpang susun yang terpilih adalah seperti pada Tabel 13.

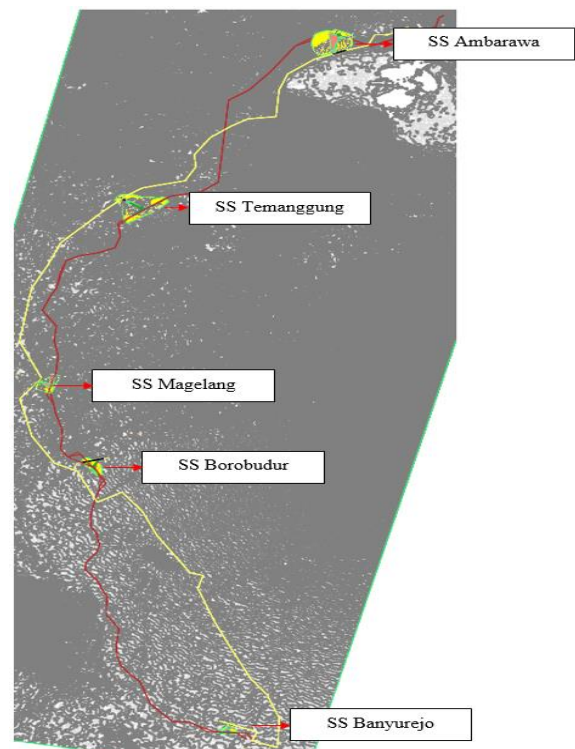
C. Perancangan Geometrik

1) Kriteria Desain Perancangan Simpang Susun

Rekapitulasi kriteria desain perancangan simpang susun tersaji dalam Tabel 14 sampai Tabel 16.

2) Perancangan Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal dirancang dengan menentukan sudut tikungan, menghitung jari-jari tikungan, menghitung super-elevasi, menghitung panjang lengkung peralihan, merancang jenis tikungan dan parameter lengkung, dan diakhiri dengan menentukan stasioning titik lengkung horizontal. Dalam perancangan alinyemen horizontal, terdapat *Point of Intersection (PI)* sebanyak 28 buah pada kelima simpang



Gambar 5. Layout plan simpang susun jalan Tol Yogyakarta–Bawen.



Gambar 6. Layout Plan Simpang Susun Banyurejo.

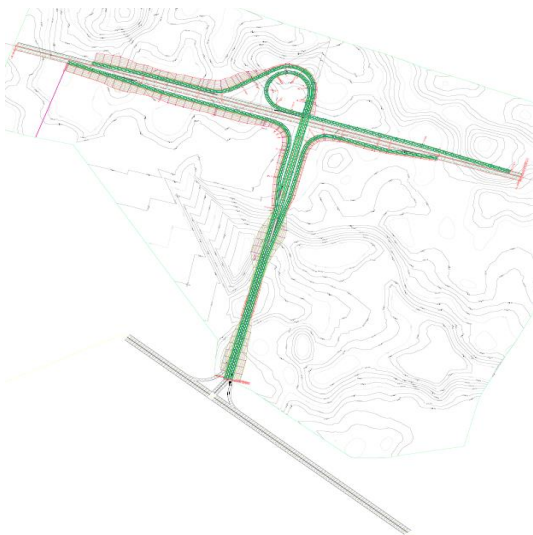


Gambar 7. Layout Plan Simpang Susun Borobudur.

susun, dengan 1 hingga 2 buah PI pada masing-masing ramp. Rekapitulasi perhitungan alinyemen horizontal terdapat pada Tabel 17 sampai Tabel 21. Layout plan dari kelima simpang susun pada Jalan Tol Yogyakarta–Bawen terdapat pada Gambar 5 sampai Gambar 10.

3) Perancangan Alinyemen Vertikal

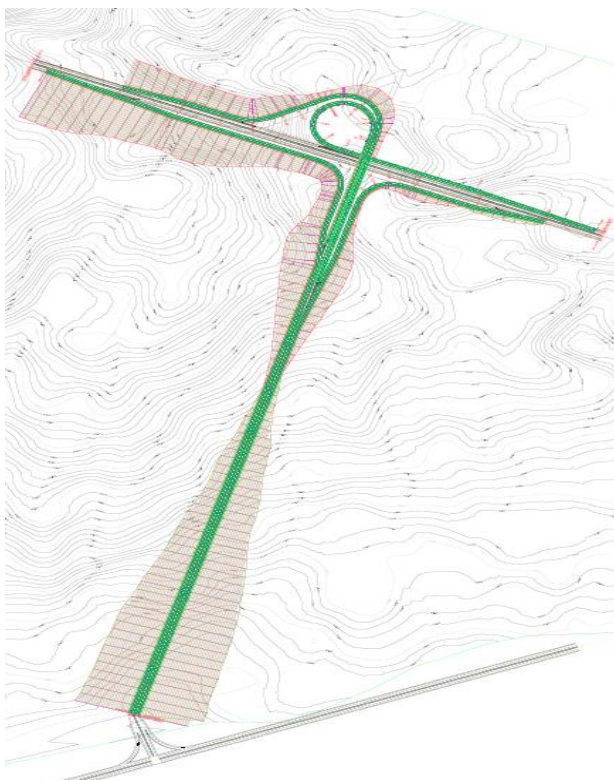
Alinyemen vertikal dirancang dengan menentukan kelan-



Gambar 8. Layout plan simpang susun Magelang.



Gambar 9. Layout plan simpang susun Temanggung.



Gambar 10. Layout plan simpang susun Ambarawa.

daan rencana dan tipe lengkung, menentukan jarak pandang henti, menghitung panjang lengkung vertikal, dan menentukan stasioning serta elevasi titik parameter lengkung vertikal. Dalam perancangan alinyemen horizontal, terdapat *Point of Vertical Intersection* (PVI) sebanyak 27 buah pada kelima simpang susun. Rekapitulasi perhitungan alinyemen

Tabel 21.
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal SS Ambarawa

Ramp	PI	Tipe	R (m)	em (%)	Ls (m)	Lc (m)
1	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	35,791
2	PI-1	S-C-S	53,5	7,77	43,5	203,985
	PI-2					
3	PI-1	S-C-S	61,9	7,74	51,9	91,845
	PI-2	S-S	-	7,74	51,9	-
4	PI-1	S-C-S	53,5	7,86	43,5	45,0904

Tabel 22.
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal SS Banyurejo

Ramp	PVI	Tipe	Ss (m)	Lv (m)
	PVI-1	Cekung	46	40
2	PVI-2	Cembung	49	40
	PVI-3	Cembung	49	40
	PVI-4	Cekung	46	40

Tabel 23.
Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal SS Borobudur

Ramp	PVI	Tipe	Ss (m)	Lv (m)
	PVI-1	Cekung	46	40
2	PVI-2	Cembung	49	40
	PVI-3	Cembung	49	40
	PVI-4	Cekung	46	40

horizontal terdapat pada Tabel 22 sampai Tabel 26.

D. Perancangan Rambu dan Marka

1) Perancangan Marka Jalan

Marka jalan yang digunakan pada perancangan simpang susun ini adalah marka membujur putus-putus berada di tengah jalur jalan berfungsi sebagai pembagi lajur dan marka serong yang membentuk garis utuh yang tidak termasuk dalam marka membujur pada bagian yang akan memasuki jalur *ramp* dalam artian menyatakan suatu daerah permukaan jalan yang bukan merupakan jalur lalu lintas kendaraan.

2) Perancangan Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas yang digunakan pada perancangan simpang susun ini adalah rambu larangan berupa larangan tulisan, larangan masuk bagi sepeda motor, larangan masuk bagi pejalan kaki, larangan masuk bagi kendaraan tidak bermotor, dan larangan menjalankan kendaraan dengan kecepatan lebih dari 40 km/jam; rambu perintah berupa rambu perintah memasuki jalur atau lajur kiri dan perintah memasuki jalur atau lajur kanan; rambu petunjuk berupa rambu petunjuk pendahulu jurusan; dan rambu peringatan pengarah gerakan lalu lintas berupa rambu peringatan tikungan ke kiri dan peringatan tikungan ke kanan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan disimpulkan beberapa hal, sebagai berikut: (1) Simpang susun Jalan Tol Yogyakarta–Bawen terletak pada 5 titik, yakni di Desa Banyurejo, Kecamatan Muntilan, Kota Magelang, Kabupaten Temanggung, dan Kecamatan Ambarawa dengan kriteria penentuan lokasi: (a) Jarak terhadap daerah bangkitan, (b) Jarak terhadap jalan arteri, (c) Ketersediaan lahan, dan (d) Adanya penghalang alam atau buatan. (2) Perancangan simpang susun Jalan Tol Yogyakarta–Bawen menggunakan tipe terompet pada simpang susun Banyurejo, Borobudur, Magelang, dan Ambarawa, serta tipe segitiga langsung pada simpang susun Temanggung, dengan jumlah lajur satu hingga dua lajur tidak

Tabel 24.

Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal SS Magelang

Ramp	PVI	Tipe	Ss (m)	Lv (m)
2	PVI-1	Cekung	46	40
	PVI-2	Cembung	49	40
	PVI-3	Cembung	49	40
	PVI-4	Cekung	46	40

Tabel 25.

Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal SS Temanggung

Ramp	PVI	Tipe	Ss (m)	Lv (m)
1	PVI-1	Cekung	126	80
	PVI-2	Cembung	140	80
2	PVI-1	Cekung	126	80
	PVI-2	Cembung	140	80
	PVI-3	Cembung	140	80
	PVI-4	Cekung	126	80
3	PVI-1	Cekung	126	80
	PVI-2	Cembung	140	80
4	PVI-1	Cekung	126	80
	PVI-2	Cembung	140	80
	PVI-3	Cekung	126	80

Tabel 26.

Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal SS Ambarawa

Ramp	PVI	Tipe	Ss (m)	Lv (m)
2	PVI-1	Cekung	46	40
	PVI-2	Cembung	49	40
	PVI-3	Cembung	49	40
	PVI-4	Cekung	46	40

terbagi. (3) Perancangan alinyemen horizontal untuk simpang susun tipe terompet direncanakan dengan kecepatan 40 km/jam dengan rentang jari-jari 53,5 m hingga 65,9 m dan untuk simpang susun segitiga langsung direncanakan dengan kecepatan 80 km/jam dengan jari-jari 233,5 m. Perancangan alinyemen vertikal memiliki kelandaian terbesar pada tanjakan sebesar 3,67% dan pada turunan sebesar 3,67%, dengan panjang lengkung 40 m untuk simpang susun tipe terompet dan 80 m untuk simpang susun tipe segitiga langsung. Sebagai saran, sebaiknya gradien jalan pada jalan akses sebelum ramp diperhatikan dalam merancang alinyemen vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. L. Hendarsin, "Perencanaan Teknik Jalan Raya," Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, 2000.
- [2] S. Sukirman, "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan," Bandung: Nova, 1999. ISBN: 979-95847-01-1.
- [3] C. J. Khisty and B. K. Lall, "Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi," 1st ed. Jakarta: Erlangga, 2005. ISBN: 9797415627.
- [4] M. W. Hancock and B. Wright, *A Policy on Geometric Design of Highways And Streets*, 6th ed. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2011. ISBN: 978-1-56051-508-1.
- [5] Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan," LN 2009, no. 96, TLN no. 5025, LL Setneg: 143 hlm. Sekretariat Negara, Jakarta, 2009.