

KENDARAAN DESAIN DAN RADIUS PUTAR UNTUK DESAIN GEOMETRIK JALAN DI INDONESIA (DESIGN VEHICLE AND TURNING PATH FOR INDONESIAN ROAD GEOMETRIC DESIGN)

Greece Maria Lawalata¹⁾, Faisal Rahman²⁾

¹⁾²⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

¹⁾²⁾ Jl. A. H. Nasution 264 Bandung 40294

e-mail: ¹⁾²⁾ greece.maria@pusjatan.pu.go.id; faisal.rahman@pusjatan.pu.go.id

Diterima: 15 Mei 2020; direvisi: 28 Mei 2020; disetujui: 29 Juni 2020

ABSTRAK

Kendaraan desain pada perancangan geometric jalan diperlukan untuk menentukan lebar lajur, radius putar, tinggi mata pengemudi, kemampuan melakukan percepatan dan perlambatan, dll. Kendaraan desain pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota tahun 1997 harus diperbaharui mengikuti peraturan dan teknologi kendaraan yang berlaku. Dengan demikian, perancangan geometric jalan sesuai dengan kendaraan yang melewatinya. Makalah ini dimaksudkan untuk menambah kendaraan desain yang sebelumnya didasarkan atas dominasi jenis kendaraan, ditambah kendaraan berdasarkan peraturan dan menentukan radius putar untuk setiap kendaraan desain, yang meliputi: radius putar minimum, radius putar kendaraan poros sumbu depan, radius putar badan luar kendaraan, dan radius putar roda dalam belakang. Metode penentuan kendaraan desain adalah dengan menyaring peraturan yang mengatur tentang rentang dimensi kendaraan yang selanjutnya ditelusuri kendaraan yang sesuai dengan peraturan tersebut. Kendaraan-kendaraan yang terpilih sebagai kendaraan desain, menggunakan data dimensinya untuk dibuat radius tikungan menggunakan perangkat lunak AutoTurn. Hasil penelitian menemukan 5 kendaraan tambahan untuk melengkapi kendaraan desain menjadi 17 kendaraan. Kelima kendaraan tersebut meliputi dua kendaraan pemadam kebakaran, dua bus angkutan massal ukuran sedang, dan satu bus ukuran besar. Radius putar badan luar kendaraan pada jalan kelas 3 adalah 10m dan pada jalan kelas 2 dan 1 adalah 12m.

Kata kunci: radius putar kendaraan, jejak kendaraan, kendaraan desain, dimensi kendaraan, tata cara geometrik jalan.

ABSTRACT

The design vehicle on the geometric design of the road is needed to determine the width of the lane, the turning radius, the height of the driver's eye, the ability to accelerate and slow down, etc. Vehicle design in the 1997 Geometric Road Intercity Planning Procedure must be updated following the applicable vehicle regulations and technology. Thus, the geometric design of the road in accordance with the vehicles that pass through it. This paper is intended to add design vehicles that were previously based on the dominance of vehicle types, plus vehicles based on regulations and determine the turning radius for each design vehicle, which includes: minimum turning radius, front axle vehicle turning radius, vehicle outer body turning radius, and radius turn the wheel in the back. The method of determining the design of a vehicle is to filter the rules that govern the range of vehicle dimensions which are then traced to the vehicle in accordance with these regulations. The vehicles selected as design vehicles use dimension data to create a bend radius using the AutoTurn software. The results found 5 additional vehicles to complete the design vehicle into 17 vehicles. The five vehicles include two fire engines, two medium-sized mass transit buses, and one large-sized bus. The turning radius of the vehicle's outer body on class 3 roads is 10m and on class 2 and 1 roads is 12m.

Keywords: vehicle turning radius, vehicle trail, vehicle design, vehicle dimensions, road geometric procedures.

PENDAHULUAN

Kendaraan desain pada perancangan geometrik jalan diperlukan untuk menentukan lebar lajur, radius putar, tinggi mata pengemudi, kemampuan melakukan percepatan dan perlambatan, dll. Lebar kendaraan mempengaruhi lebar jalur. Radius putar mempengaruhi pola pelebaran perkerasan jalan. Sedangkan tinggi mata pengemudi mempengaruhi jarak pengereman dan lain sebagainya.

Kendaraan desain berukuran besar yang perlu dipertimbangkan adalah truk dan bus. Kedua kendaraan tersebut berukuran panjang dan lebar serta berupa gandengan, dan kendaraan tempelan. Kendaraan tersebut dapat menyebabkan ketidaklancaran arus kendaraan yang berujung pada kemacetan. Sebagai contoh, kendaraan tersebut saat melakukan maneuver belok mengurangi kecepatan kendaraan. Hal ini menyebabkan penurunan kecepatan. Pada ruas jalan bervolume tinggi dapat menyebabkan kemacetan.

Agar pergerakan kendaraan tetap lancar, maka harus ada pengaturan geometrik yang sesuai dengan kendaraan yang lewat di ruas jalan tersebut. Kendaraan-kendaraan tersebut adalah kendaraan yang dominan pada ruas jalan tersebut atau perwakilan-perwakilan kendaraan yang ada (FHWA 2004; 2018; Lawalata dkk. 2019).

Pusat Litbang Jalan PUPR telah meneliti kendaraan desain berdasarkan dominasi kendaraan yang beroperasi pada tahun 2019. Penelitian meliputi klasifikasi kelompok panjang kendaraan di Indonesia dan kelompok kendaraan yang dominan pada ruas jalan. Dominasi kendaraan di ruas jalan dilakukan dengan menghitung jenis kelompok kendaraan dari video lalu lintas di 21 lokasi jalan yang mewakili kelas-kelas jalan di pulau-pulau Jawa, Sumatera, Sulawesi, dan Maluku (Pusjatan 2019; Lawalata dkk. 2019).

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kendaraan dominan berjumlah 12 kendaraan. Kendaraan tersebut meliputi 4 kendaraan yang mewakili jalan kelas 1, 2 kendaraan yang mewakili jalan kelas 2, dan 6 kendaraan yang mewakili jalan kelas 3.

Saat ini, Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota (Ditjen BM 1997) masih digunakan sebagai dasar perancangan

geometrik jalan. Padahal, banyak peraturan yang telah berubah, jenis, dan teknologi kendaraan saat ini telah berubah, sehingga tidak sesuai dengan Tata Cara tersebut.

Kendaraan desain untuk geometrik jalan yang diacu dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota (Ditjen BM 1997) berjumlah 3 jenis kendaraan. Hal ini jauh berbeda dengan *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (FHWA 2018). Kendaraan desain yang sejumlah 20 dan dilengkapi radius putar kendaraan. Hal ini memudahkan perancang untuk memilih kendaraan desain.

Selain pencantuman radius putar kendaraan, terdapat pula formula untuk menghitung panjang radius putar tersebut (*Ministry of Works of Tanzania*, 2011). Cara lainnya adalah menggunakan aplikasi computer (Leisch and Carrasco 2014; Akgul and Demir 2017; Llic et al. 2018).

Di Indonesia, radius kendaraan telah ditentukan oleh Keputusan Menteri Perhubungan No. 63/1993 tentang persyaratan ambang batas laik jalan kendaraan bermotor, kereta gandengan, kereta tempelan, karoseri, bak muatan, dan komponennya. Pada pasal 10, disebutkan bahwa radius putar minimum kendaraan bermotor maksimum adalah 12 meter. Radius tersebut diukur pada kondisi tanpa beban dengan kecepatan rendah pada permukaan bidang datar yang keras.

Dengan demikian permasalahan yang terlihat adalah belum ada pembaharuan kendaraan desain untuk perancangan geometrik jalan pada Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Ditjen BM 1997) yang harus disesuaikan dengan berbagai peraturan yang ada. Pembaharuan yang belum dilakukan lainnya adalah menambahkan data radius kendaraan dan cara penggunaannya adalah untuk membantu desain tikungan sesuai dengan jenis kendaraan.

Makalah ini dimaksudkan untuk menambah kendaraan desain yang ditetapkan berdasarkan peraturan yang berlaku dan menentukan radius putar roda depan luar atau radius putar minimum (RPM), radius putar kendaraan poros sumbu depan (RPK), radius putar badan luar kendaraan atau radius maksimum (R_{maks}), dan radius putar roda dalam

belakang atau radius minimum (R_{min}). Elemen perencanaan tersebut dipersiapkan untuk perancangan geometric. Kendaraan desain yang dimaksud adalah kendaraan-kendaraan yang disebutkan dimensinya dalam berbagai peraturan dan kendaraan yang dominan hasil penelitian Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan 2019; Lawalata dkk. 2019).

KAJIAN PUSTAKA

Radius Putar Kendaraan dalam Perancangan Geometrik Jalan

Perancangan geometrik jalan dilakukan dengan mempertimbangkan jenis kendaraan yang melewati jalan tersebut. Jenis kendaraan tersebut mempengaruhi kebutuhan luas permukaan jalan yang diperkeras untuk melakukan manuver. Hal ini terutama pada persimpangan dan tikungan.

Sebagai contoh perancangan geometric jalan di lokasi yang melewati area perkotaan. Perlu diketahui jumlah kendaraan truk dan pejalan kaki yang melewati jalan tersebut. Dengan demikian, perancangan jalan dapat mengakomodir pergerakan truk dan pejalan kaki.

Perancangan yang meliputi sebagian pengguna jalan saja, dapat meningkatkan risiko perbaikan di kemudian hari. Sebagai contoh, memundurkan garis kereb, penyediaan/pelebaran jalur pejalan kaki, pelebaran perkerasan di tikungan jalan, atau penambahan rambu-rambu.

Merancang lebar lajur jalan harus mempertimbangkan jenis kendaraan yang melewatinya. Hal ini didapatkan dengan cara mengetahui dimensi kendaraan dan jarak sumbu roda kendaraan yang dominan. Dari kedua data tersebut dapat diketahui jejak roda dan jejak ukuran terluar badan kendaraan (*sweeping path*).

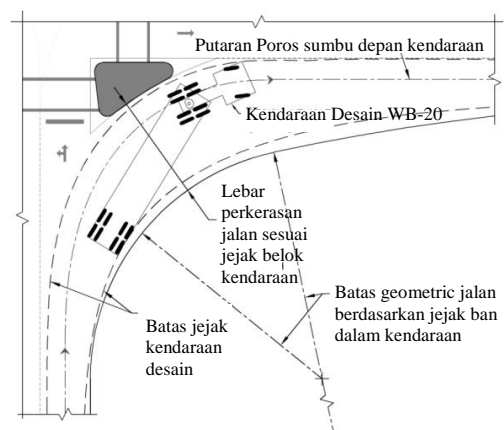
Umumnya, gambar jejak kendaraan berasal dari gerakan kendaraan dengan kecepatan kurang dari 15 km/jam. Kondisi pengambilan jejak kendaraan adalah pada sudut slip roda yang paling minimum pada saat kecepatan kurang dari 15 km/jam (FHWA 2018).

Kendaraan yang memiliki jejak kendaraan yang berbeda dengan kendaraan penumpang adalah truk dan bus. Hal ini disebabkan jenis kendaraan tersebut lebih lebar

dan memiliki jarak sumbu yang lebih panjang, sehingga panjang radius putar kendaraan minimum lebih besar.

Dimensi dan jarak antar sumbu kendaraan truk dan bus berpengaruh terhadap alinyemen horizontal dan potongan melintang. Truk yang memiliki satu sumbu dan bus memiliki radius putar kendaraan yang lebih kecil dari pada kombinasi kendaraan lainnya. Namun, kendaraan-kendaraan tersebut memiliki *offtracking* yang lebih besar, sehingga menyebabkan kendaraan yang memiliki kombinasi panjang memerlukan lebar jejak belok yang lebih besar.

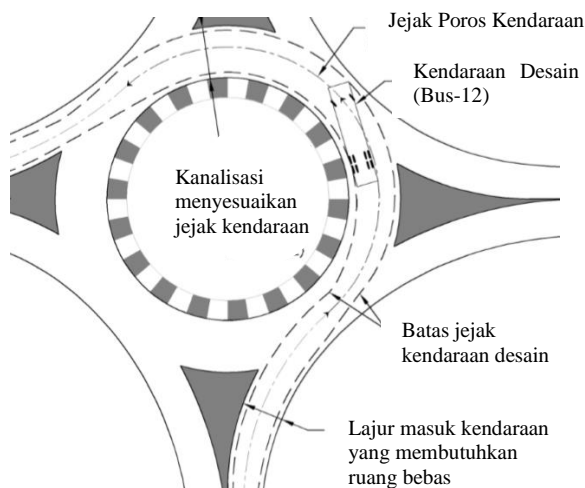
Contoh penggunaan jejak kendaraan dalam perancangan geometric jalan adalah penggunaannya di persimpangan, bundaran, dan tikungan jalan. Contoh penggunaan jejak kendaraan Bis S-Bus-12 yang memiliki panjang 12,2m dan Truk WB-20 yang memiliki panjang 22,4m ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.



Sumber: Leisch dan Carrasco (2014)

Gambar 1. Penggunaan jejak kendaraan (Truk WB-20) pada perencanaan persimpangan

Dimensi kendaraan dan radius putar kendaraan mempengaruhi luas area jalan yang diperkeras pada saat kendaraan melakukan perputaran. Semakin panjang kendaraan, semakin panjang radius putar yang diperlukan. Dengan demikian, dengan adanya batasan dimensi kendaraan di setiap kelas jalan. Hal ini memudahkan penyelenggara jalan dalam menyediakan area jalan yang diperkeras secara optimal.



Sumber: Leisch and Carrasco (2014)

Gambar 2. Penggunaan jejak kendaraan (Bus-12) pada perencanaan bundaran

Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota (Ditjen BM 1997) menunjukkan bahwa kendaraan desain: kendaraan sedang dan kendaraan besar memiliki dimensi yang lebih besar dari aturan yang berlaku (UU No. 22/2009). Selain melebihi dimensi yang telah data Cara ini harus diperbaharui.

Peraturan Pemerintah No.55/2012 mengatur hal-hal yang berkaitan dengan jenis dan fungsi kendaraan bermotor, serta persyaratan teknis. Disebutkan bahwa kendaraan dikelompokkan ke dalam: sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus, dan mobil barang, dan kendaraan khusus. Masing masing kendaraan memiliki ketentuan masing-masing.

Tabel 1. Dimensi kendaraan berdasarkan UU No.22/2009

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Ukuran Kendaraan Bermotor		
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
Kelas I	Arteri, Kolektor	≤18	≤ 2,5	≤ 4,2
Kelas II	Arteri, Kolektor Lokal, Lingkungan	≤12	≤ 2,5	≤ 4,2
Kelas III	Arteri, Kolektor Lokal, Lingkungan	≤9	≤ 2,1	≤ 3,5
Kelas Khusus	Arteri	> 18	>2,5	≤ 4,2

Sumber: UU No. 22/2009, pasal 19

Pada peraturan PP No. 55/2012 disebutkan pula tentang dimensi kendaraan, walaupun tidak semua disebutkan. Hanya dimensi kendaraan bus ditunjukkan pada Tabel 2. Dimensi kendaraan truk tidak dijabarkan dalam Peraturan ini.

Tabel 2. Dimensi Kendaraan

Jenis Bus	JB Min (kg)	Pj Min (m)	L Maks (m)
Bus Kecil	3,5-5	≤6	2,1
Bus Sedang	5-8	≤9	2,1
Bus Besar	8-16	9-12	2,5
Bus Maxi	16-24	12-13,5	2,5
Bus Gandeng	22-26	13,5-18	2,5
Bus Tempel	22-26	13,5-18	2,5
Bus Tingkat	21-24	9-13,5	2,5

Sumber: Peraturan Pemerintah No. 55/2012, Permen Hub No. 15 Tahun 2019

Keterangan: JBI=Jumlah Berat yang Diizinkan; Pj=panjang kendaraan, L=lebar kendaraan

Berdasarkan jenis angkutan, kendaraan dibagi menjadi angkutan orang dan angkutan barang (PP No. 74/2014 tentang Angkutan Jalan). Pengaturan jenis kendaraan penumpang

di atur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 15/2019) dan jenis kendaraan angkutan barang di atur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 60 Th. 2019 tentang Penyelenggaraan Angkutan Barang dengan Kendaraan Bermotor di Jalan.

Lingkup kendaran angkutan barang dan angkutan orang yang dipertimbangkan dalam perancangan geometric jalan adalah kendaraan bermotor seperti mobil penumpang, mobil bus, dan mobil barang. Kendaraan-kendaraan tersebut memiliki panjang dan sumbu kendaraan yang kritis untuk disiapkan dalam perancangan geometric jalan seperti tikungan dan belok pada persimpangan.





Pengaturan kendaraan angkutan barang diatur Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Th. 2019. Angkutan barang meliputi: mobil bak muatan terbuka, mobil bak muatan tertutup, mobil tangki, mobil penarik. Kriteria angkutan barang adalah menggunakan mobil barang, kereta gandeng, dan kereta tempelan. Kendaraan-kendaraan tersebut dioperasikan

sesuai dengan kelas jalan yang dilalui. Hal ini berarti panjang kendaraannya pun sesuai ketentuan panjang kendaraan yang diperbolehkan di kelas-kelas jalant tersebut.

Peraturan Pemerintah No. 74/2014 tentang Angkutan Jalan menyebutkan bahwa kendaraan angkutan barang terbagi menjadi kereta gandeng, dan kereta tempelan. Dengan demikian kendaraan angkutan barang yang beredar di Indonesia harus sesuai dengan pembagian kendaraan tersebut dan kelas jalan yang telah ditentukan.

Secara spesifik, ketentuan dimensi kendaraan disebutkan dalam Surat Dirjen Perhubungan Darat No. AJ.402/18/9/ DJPD/2009 tanggal 27 Mei 2009 tentang dimensi bak kendaraan bermotor. Di dalamnya disebutkan truk dengan konfigurasi sumbu tiga (1.22), baik jumlah berat yang diizinkan (JBI) sampai dengan 21 ton untuk kelas jalan terendah kelas II maupun kendaraan dengan JBI sampai dengan 24 ton untuk kelas jalan terendah kelas I, dimensi tinggi bak sebelah dalam maksimum 1.000 mm (1 meter) (Tabel 3).

Tabel 3. Ketentuan konfigurasi sumbu dan tinggi bak truk

Konfigurasi Sumbu	Ilustrasi Sumbu	JBI (kg)	Kelas Jalan Terendah	Tinggi Bak Dalam Max
1.1		s/d 4500	III	550 mm
1.2		s/d 7500	III	700 mm
1.2		s/d 14000 s/d 16000	II I	850 mm
1.22		s/d 21000 s/d 24000	II I	1000 mmm

Sumber: Surat Dirjen Perhubungan Darat No.AJ.402/18/9/DJPD/2009

Pengaturan kendaraan penumpang menunjukkan bahwa kendaraan dibagi menjadi mobil penumpang, bus (kecil, sedang, besar, maxi, tempel, dan bertingkat) (Permen Perhubungan No. 15/2019). Mobil bus kecil adalah mobil bus yang dilengkapi sekurangnya sembilan sampai dengan sembilan belas tempat duduk penumpang. Sedangkan mobil bus sedang adalah mobil bus yang mempunyai kapasitas sampai dengan tiga puluh orang termasuk yang duduk dan berdiri. Mobil bus besar adalah mobil bus yang mempunyai kapasitas tujuh puluh sembilan orang termasuk yang duduk dan berdiri.

Peraturan Menteri Perhubungan RI No. PM.10 Th. 2012 dan No. 27/2015 telah menetapkan Standar Pelayanan Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan. Hal ini memungkinkan agar di kota besar dapat menggunakan sistem angkutan umum yang menggunakan mobil bus dengan lajur khusus terproteksi sehingga memungkinkan peningkatan kapasitas angkut. Ketentuan dimensi kendaraan angkutan massal tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Dimensi angkutan massal berbasis jalan

Jenis Angkutan	Lebar (m)	Panjang (m)	Tonjolan Depan	Tonjolan Belakang
Sedang	2,1	7,3	1,24	2,325
Besar	2,5	11,946	2,463	3,483

Sumber: Lampiran II Peraturan Menteri Perhubungan RI No. PM.10 Th. 2012 dan No. 27/2015.

Kendaraan selain bus dan truk yang harus dipertimbangkan dalam perancangan geometric jalan adalah ambulans dan kendaraan pemadam kebakaran. Kendaraan-kendaraan tersebut mendapat hak utama untuk didahulukan. Dengan demikian perlu diperhatikan dimensi kendaraan-kendaraan tersebut (UU No. 22/2009).

Kendaraan yang umum digunakan oleh instansi pemadam kebakaran atau badan-badan lain yang memiliki kewenangan proteksi terhadap kebakaran (BSN 2004) adalah kendaraan yang memiliki berat kotor atau GVR 4540 kg atau lebih. Jenis kendaraan pemadam kebakaran sebagai contoh *Foam Tender Truck*, kendaraan *pump truck* dan *Turntable Tender and Snorkle*. Kendaraan-kendaraan tersebut memiliki panjang yang bervariasi, antara lain 7,725 m (Cepagram Admin 2019), 9,925m, dan 17,5m (Faizal 2018). Kendaraan yang memiliki ukuran terpanjang tersebut adalah Bronto Skylift yang dimiliki oleh Pemerintah Kota Surabaya (Faizal 2018).

Kendaraan ambulans memiliki persyaratan minimum untuk memberikan pelayanan yang optimal sesuai fungsinya. Sebagai contoh, dimensi kendaraan medis ditentukan sesuai kebutuhan ruangan kerja untuk peralatan dan untuk jumlah petugas.

Tipe ambulans yang harus memiliki ruang yang cukup adalah ambulans pelayanan medis bergerak (Indonesia 2001). Ambulans ini harus dapat menampung minimum pengemudi, perawat, petugas paramedic, dan dokter.

Kendaraan Desain (FHWA 2018)

Kendaraan desain sebagai kendaraan yang mewakili kendaraan-kendaraan yang ada, AASHTO melakukan pengelompokan kendaraan. Setiap kelompok memiliki dimensi terbesar dan radius putar kendaraan paling kecil dibanding dengan kendaraan-kendaraan yang ada di kelasnya (FHWA 2018).

Kendaraan desain yang dipilih merupakan kendaraan yang memiliki ukuran yang kritis di dalam perancangan geometrik jalan. Ukuran kendaraan yang dipilih adalah kendaraan yang ukurannya lebih besar dari kendaraan yang ada (FHWA 2018).

AASHTO membagi kendaraan ke dalam empat kelas kendaraan, yaitu: (a) kendaraan penumpang, (2) bus, (3) truk, (4) kendaraan rekreasi. Ringkasan ditunjukkan pada Tabel 5.

Ukuran-ukuran kendaraan dari 4 kelas kendaraan AASHTO tidak merujuk pada kelas

jalan (FHWA 2004; 2018). Namun demikian, ukuran kendaraan pada masing-masing kelas kendaraan terlihat dapat dimasukkan dalam kelas jalan.

Umumnya panjang kendaraan semitrailer/trailer adalah 13,9m dan >18m (FHWA 2018). Sedangkan kendaraan truk yang memiliki panjang 16,8m yang tercantum pada FHWA (2004). Diperkirakan kendaraan dengan ukuran tersebut tidak banyak di United States. Namun, pada terbitan tahun 2018, jenis kendaraan ini dihapus.

Lebar kendaraan di setiap kelas kendaraan hampir sama dengan lebar kendaraan di Indonesia yaitu, 2,4m-2,6m. Semakin panjang kendaraan semakin lebar kendaraan, yaitu 2,6m.

Tabel 5. Kendaraan rencana AASHTO

Tipe Kendaraan Desain	Simbol	Jarak Sumbu	Panjang (m)	Lebar (m)	Jalur Depan (m)	Jalur Blk (m)	Radius (m)		
							Min	Putar	Maks
Kendaraan Penumpang									
1. Kendaraan Penumpang	P	3,4	5,8	2,1	0,9	1,5	7,26	6,40	4,39
2. <i>Single-Unit Truck</i>	SU	6,1	9,2	2,4	1,2	1,8	12,73	11,58	8,64
Bus									
3. <i>Intercity Bus (Motor Coaches)</i>	Bus-12	7,3	12,2	2,6	1,8	1,9	12,70	11,53	7,41
	Bus-14	8,1	13,7	2,6	1,8	2,6	13,40	12,25	7,54
4. <i>City transit bus</i>	City-Bus	7,6	12,2	2,6	2,1	2,4	12,8	11,52	7,45
5. <i>Conventional School Bus (65 pass.)</i>	S-Bus 11	6,5	10,9	2,4	0,8	3,7	11,75	10,64	7,25
6. <i>Large School Bus (84 pass)</i>	S-Bus 12	6,1	12,2	2,4	2,1	4,0	11,92	10,79	7,71
7. <i>Articulated Bus</i>	A-Bus	6,7	18,3	2,6	2,6	3,1	12,00	10,82	6,49
Truk									
8. <i>Intermediate Semitrailer</i>	WB-12	3,8	13,9	2,4	0,9	0,8	12,16	10,97	5,88
9. <i>Intermediate Semitrailer*</i>	WB-15	4,5	16,8	2,6	0,9	0,6			
10. <i>Interstate Semitrailer</i>	WB-19	6,6	20,9	2,6	1,2	0,8	13,66	12,50	2,25
11. <i>Interstate Semitrailer</i>	WB-20	6,6	22,4	2,6	1,2	1,4-0,8	13,66	12,50	0,59
12. <i>*Double-Bottom"-Semitrailer/Trailer</i>	WB-20D	3,4	22,4	2,6	0,7	0,9	13,67	12,47	5,83
13. <i>Rocky Mountain Double-Semitrailer/ trailer</i>	Wb 28D	5,33	29,67	2,59	0,71	0,91	24,98	23,77	16,94
14. <i>Triple-Semitrailer/Trailers</i>	WB-30T	3,4	32,0	2,6	0,7	0,9	13,67	12,47	2,96
15. <i>Tumpike Double-Semitrailer/Trailer</i>	WB-33D*	4,4	34,8	2,6	0,7	0,8	18,25	17,04	4,19
Recreational Vehicles									
16. <i>Motor Home</i>	MH	6,1	9,2	2,4	1,2	1,8	12,11	10,97	7,92
17. <i>Car and Camper Trailer</i>	P/T	3,4	14,8	2,4	0,9	3,1	10,03	9,14	5,58
18. <i>Car and Boat Trailer</i>	P/B	3,4	12,8	2,4	0,9	2,4	7,26	6,40	2,44
19. <i>Motor Home and Boat Trailer</i>	MH/B	6,1	16,2	2,4	1,2	2,4	15,19	14,02	10,67
20. <i>Farm Tractor</i>	TR	3,1	4,9	2,4-3,1	-	-			

Keterangan: *Intermediate Semitrailer ada dalam FHWA 2004, Blk=belakang

Kendaraan Desain Berdasarkan Dominasi Kendaraan

Pusjatan tahun 2019 telah meneliti kendaraan desain untuk perancangan geometric jalan berdasarkan dominasi kendaraan. Dominasi kendaraan tersebut didapatkan dari penelitian kendaraan-kendaraan yang beredar di internet dan yang melewati jalan di beberapa lokasi jalan. Hasil penelitian adalah 12 kendaraan desain (Tabel 6). Kendaraan desain tersebut merupakan kendaraan-kendaraan yang dibagi sesuai dengan jalan kelas-kelas 1, 2, dan 3.

Tabel 6. Dimensi kendaraan dominan

Kelas Jalan dan Jenis Kendaraan	
Jalan Kelas 3	
1.	Toyota Avanza
2.	Toyota Hiace
3.	Isuzu ELF NLR 55 BLX
4.	Bis kecil Mitsubishi
5.	Truk Hino 500 Cargo FG 260 JM (1.2)
6.	Truk Isuzu Giga FVR 34 S 245 PS (1.2)
Jalan Kelas 2	
7.	Truk Hino 500 Cargo FL 245 JW (1.22)
8.	Truk Isuzu Giga FVR 34 PD (1.2)
Jalan Kelas 1	
9.	Bus besar
10.	Trailer Hino 1.2+2.2
11.	Trailer Hino 1.22+2.2
12.	Trailer 6 As, Hino 1.22+222

Sumber: Pusjatan (2019), Lawalata (2019)

Aplikasi Perangkat Lunak Autoturn

AutoTurn adalah perangkat lunak yang digunakan untuk analisis jejak kendaraan yang sering digunakan oleh insinyur transportasi, arsitek dan perencana jalan. AutoTURN digunakan untuk menganalisis proyek desain jalan seperti pada tikungan, persimpangan, bundaran, terminal bis, tempat parkir, U-Turn, *vertical clearances*, dan manuver jejak kendaraan.

Fitur yang ada di perangkat lunak AutoTURN adalah *SmartPath*, yang memungkinkan pengguna untuk secara otomatis menghasilkan jalur kendaraan dan simulasi. *Generate arc path*, *oversteer corner*, *corner path*, dan *steer a path* mensimulasikan maju dan mundur manuver putaran kendaraan dengan memperhitungkan kecepatan, super-elevasi, gesekan lateral, dan radius putar kendaraan untuk mengevaluasi desain geometri

jalan sesuai dengan kendaraan desain yang ditentukan.

AutoTURN dilengkapi dengan kendaraan desain standar terkini dari banyak negara termasuk AS (AASHTO, Caltrans), Kanada (TAC), Australia, Selandia Baru, Inggris, Prancis, Jerman, Belanda, Italia, dan banyak negara Eropa lainnya. Pengguna dapat menambahkan kendaraan desain sesuai dengan spesifikasi kendaraan yang diinginkan.

HIPOTESIS

Semua kendaraan dominan yang berjumlah 12 kendaraan desain hasil penelitian Pusjatan 2019 belum mewakili semua kendaraan yang ada dalam peraturan. Semua kendaraan desain memiliki radius putarnya masing-masing.

METODE PENELITIAN

1. Mengumpulkan literatur:
 - a. Kendaraan desain untuk geometric jalan di Indonesia didasarkan pada peraturan
 - Kendaraan berdasarkan lalu lintas: Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Undang-Undang Jalan
 - Deskripsi kendaraan berdasarkan peraturan dari Kementerian Perhubungan: mobil penumpang, mobil bus, dan mobil barang (PP No. 74/2014)
 - Kendaraan yang mendapat hak utama melewati jalan (UU No. 22/2009).
 - b. Kendaraan desain berdasarkan dominasi kendaraan di beberapa ruas jalan (Lawalata dkk. 2019).
 - c. Kendaraan desain untuk geometric jalan menurut AASHTO sebagai pembanding dalam analisis (FHWA, 2003; FHWA, 2018).
2. Pengumpulan data:
 - a. Data dimensi kendaraan berdasarkan peraturan yang meliputi mobil penumpang, mobil bus, dan mobil barang. Ketiga mobil ini memiliki panjang kendaraan kritis yang harus diakomodasi dalam perancangan geometric jalan sesuai dengan batas panjang jalan suatu kelas jalan yang ditentukan (UU No. 22/2009). Peraturan tersebut adalah: Peraturan Pemerintah No. 55/2012 tentang Kendaraan; Peraturan Menteri Perhubungan RI No. PM.10 Th. 2012 dan No. 27/2015; Peraturan Republik Indonesia, 1993,

Keputusan Menteri Perhubungan No. 63/1993; Surat Dirjen Perhubungan Darat No. AJ.402/18/9/ DJPD/ 2009 tanggal 27 Mei 2009; Keputusan Menteri Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial No. 143/Menkes-Kesos/SK/II/2001; Standar Nasional Indonesia, 2004, Kendaraan dan Peralatan Pemadam Kebakaran-Pompa, Standar Nasional Indonesia 09-7053-2004.

- b. Data dimensi kendaraan berdasarkan dominasi kendaraan (Lawalata dkk. 2019).
- c. Data kendaraan yang telah dikelompokkan sesuai panjang kendaraan dan kelas jalan (Pusjatan 2019).

3. Pengolahan data

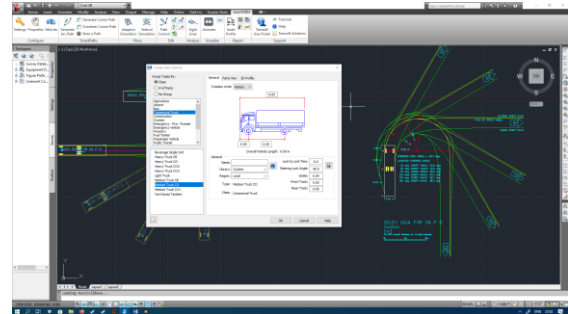
- a. Menyaring peraturan yang mencantumkan data dimensi kendaraan apa saja yang diatur. Data tersebut adalah: rentang panjang, rentang lebar, atau jika ada: panjang, lebar, tinggi, jarak antar sumbu, julur di depan, dan julur di belakang.

- b. Menelusuri dimensi kendaraan desain, sehingga sesuai dengan rentang panjang dan lebar yang disebutkan dalam peraturan. Dimensi kendaraan diambil dari literature yang digunakan adalah:

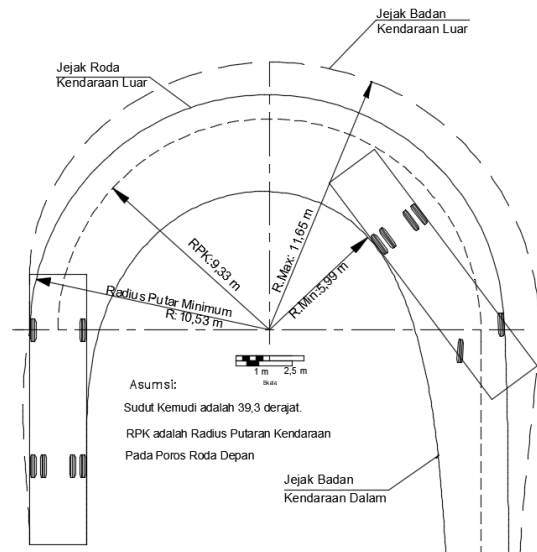
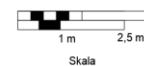
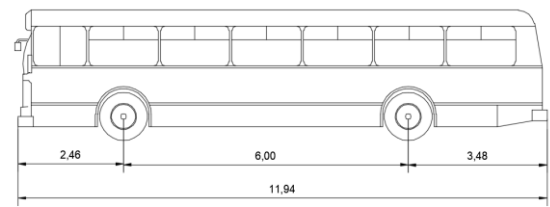
- dimensi kendaraan dominan yang sesuai dengan kelas jalan (Lawalata dkk. 2019).
- dimensi dari kelompok kendaraan (Pusjatan. 2019).
- adopsi dimensi kendaraan dari literature (FHWA 2004; 2018).

- c. Menentukan radius putar setiap kendaraan desain pada saat belok dilakukan menggunakan perangkat lunak AutoTURN. Data input adalah: panjang, lebar, jarak sumbu, jarak antar roda kiri-kanan di depan, serta di belakang, sudut belok untuk masing-masing kendaraan sebesar 25°, 45°, 90°, 135°, 180° (Gambar 5). Sudut kemudi yang digunakan adalah sudut standar dalam AutoTurn (*default*). Gambar 3 merupakan tampilan penggunaan perangkat lunak AutoTURN, tampilan jenis kendaraan, data dimensi, dan sudut belok kendaraan. Asumsi yang digunakan adalah permukaan perkerasan datar, ban tidak mengalami slip, dan beberapa pendekatan standar belok trailer di Asia. Data jejak kendaraan yang dicatat adalah: radius putaran roda depan luar/radius putar minimum (RPM), radius putar kendaraan poros sumbu depan (RPK),

radius putar badan luar kendaraan/maksimum (Rmaks), dan radius putar roda dalam belakang/minimum (Rmin) (Gambar 4).



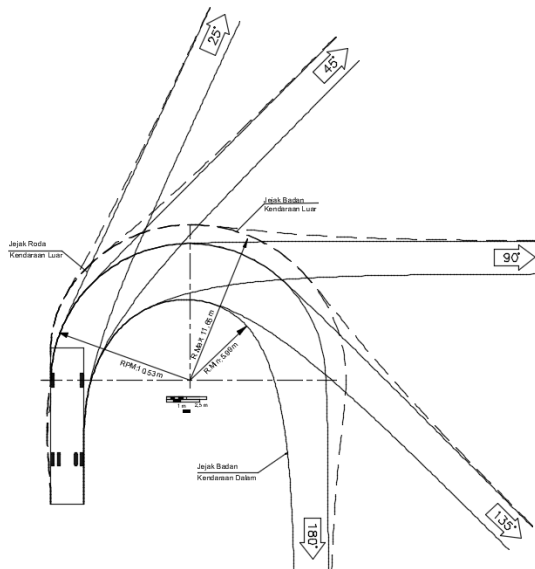
Gambar 3. Tampilan autoturn



Gambar 4. Jejak kendaraan bus massal besar dengan autoturn

4. Pembahasan Analisis:

- a. Dimensi kendaraan desain yang sesuai dengan peraturan dan dominasi kendaraan beberapa ruas jalan di Indonesia.
- b. Radius kendaraan desain pada saat belok di berbagai sudut di persimpangan.
- c. Penyusunan kesimpulan.



Gambar 5. Jejak Kendaraan pada Berbagai Variasi Sudut

HASIL DAN ANALISIS

Data Dimensi Kendaraan sesuai Peraturan

Peraturan-peraturan yang ditinjau menunjukkan dimensi kendaraan, panjang, dan lebar. Pengaturan yang lebih rinci adalah dimensi kendaraan angkutan orang, yaitu bus dan angkutan barang.

Semua dimensi kendaraan di Indonesia harus sesuai dengan kelas jalan (UU No. 22/2009). Dimensi kendaraan mobil penumpang dan truk tidak dibatasi secara khusus seperti kendaraan bus sebagai angkutan massal. Namun demikian, tidak semua dimensi kendaraan bus diatur dalam peraturan.

Dimensi kendaraan ambulans dan pemadam kebakaran tidak ditentukan secara khusus oleh peraturan. Namun demikian, dapat terlihat dari peruntukannya, kendaraan ambulans yang memiliki dimensi besar adalah ambulans rumah sakit lapangan dan ambulans pelayanan medik bergerak. Kedua kendaraan ambulans tersebut membutuhkan ruang yang cukup untuk petugas melakukan tugasnya dan ruangan untuk penderita, dan peralatan yang cukup.

Aturan dimensi kendaraan pemadam kebakaran tidak diberikan secara khusus, namun di dalam aturan tersebut disebutkan aturan-aturan tentang fasilitas kendaraan pemadam kebakaran. Ringkasan dimensi kendaraan yang disebutkan dalam peraturan ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kendaraan berdasarkan peraturan

Kendaraan	Kelas Jalan	Dimensi (m)		Sumber
		Panjang Min	Lebar Maks	
Semua kendaraan	I	≤18	≤ 2,5	Undang-Undang No. 22/2009
	II	≤12	≤ 2,5	
	III	≤9	≤ 2,1	
Bus Kecil	III	≤6	2,1	Peraturan Pemerintah No. 55/2012
Bus Sedang	III	≤9	2,1	
Bus Besar	II	9-12	2,5	Permen Hub No. 15 Tahun 2019
Bus Maxi	II	12-13,5	2,5	Untuk Bus sedang: Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No.
Bus Gandeng	I	13,5-18	2,5	SK.3054/AJ.410/DRJ/2016
Bus Tempel	I	13,5-18	2,5	Peraturan Menteri Perhubungan RI No. PM.10 Th. 2012 dan No. 27/2015
Bus Tingkat	II	9-13,5	2,5	
Bus angkutan massal ukuran sedang	III	7,3	2,1	Standar Pelayanan Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan
Bus angkutan massal ukuran besar	II	11,946	2,5	
Truk 1.1	III	≤9	≤ 2,1	Surat Dirjen Perhubungan Darat No.AJ.402/18/9 /DJPD/2009
Truk 1.2	III	≤9	≤ 2,1	
Truk 1.2	II	≤12	≤ 2,5	
Truk 1.22	I	≤18	≤ 2,5	
	II	≤12		
Kereta Gandeng, Kereta Tempelan: radius putar	-	-	-	Keputusan Menteri Perhubungan No. 63/1993 tentang Persyaratan Ambang

Kendaraan	Kelas Jalan	Dimensi (m)		Sumber
		Panjang Min	Lebar Maks	
minimum ditentukan maks 12 meter				Batas Laik Jalan Kendaraan Bermotor, Kereta Gandeng, Kereta Tempelan
Mobil pemadam kebakaran	-	-	-	Standar Nasional Indonesia, 2004, Kendaraan dan Peralatan Pemadam Kebakaran-Pompa, Standar Nasional Indonesia 09-7053-2004.
Mobil ambulans	-	-	-	Keputusan Menteri Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial Republik Indonesia No. 143/Menkes-Kesos/SK/II/2001, Standarisasi Kendaraan Pelayanan Medik

Penelusuran kendaraan yang sesuai dengan peraturan menunjukkan adanya penambahan kendaraan penumpang. Kendaraan tersebut adalah kendaraan pemadam kebakaran dan ambulans yang memiliki dimensi yang sesuai dengan ketentuan (Akmala, 2018; Otomobil). Sedangkan kendaraan bus, tidak semua kendaraan dapat ditambahkan sesuai dengan yang telah disebutkan dalam peraturan. Umumnya dimensi kendaraan yang tidak ada adalah kendaraan bus di jalan kelas 1.

Tidak terdapat penambahan kendaraan truk sesuai dengan peraturan. Hal ini disebabkan karena dimensi kendaraan dominan (Lawalata dkk, 2019) sesuai dengan dimensi yang disebutkan dalam peraturan. Hal lainnya karena disebabkan terdapat kendaraan yang disebutkan dalam peraturan, yaitu kendaraan

dengan konfigurasi sumbu 1.2, 1.22, namun tidak tersedia dari daftar kendaraan dominan maupun di literature. Diperkirakan konfigurasi sumbu tersebut hanya ada di jalan kelas 3 dan 2. Sedangkan di jalan kelas 1, konfigurasi yang umum dimiliki adalah kendaraan dengan panjang >12m sampai dengan <18 m yang merupakan kendaraan gandengan atau tempelan.

Hasil penambahan kendaraan berjumlah 5 buah sehingga total kendaraan desain geometric jalan yang sesuai dengan peraturan dan kendaraan dominan berjumlah 17 kendaraan. Kendaraan tersebut meliputi kendaraan untuk kelas jalan 3, 2, dan 1. Ringkasan kendaraan ditunjukkan pada Tabel 8, sedangkan ringkasan dimensi kendaraan ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Kesesuaian Dimensi Kendaraan dengan Peraturan dan Kendaraan Dominan

Kendaraan dari Peraturan	Peraturan			Kendaraan	Panjang Min (m)	Lebar Maks (m)	Sumber
	Kelas Jalan	Panjang Min (m)	Lebar Maks (m)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Kendaraan Penumpang	III	≤9	≤ 2,1	Pemadam Kebakaran 2	7.725	2.400	Data dari internet
	III	≤9		Ambulan, Sprinter 315 CDI A4	7.345	1.993	Data dari internet
	II	≤12		Pemadam Kebakaran 1	9.925	2.490	Data dari internet
Bus Kecil	III	≤6	2,1	Bis kecil Mitsubishi	7,045	2,1	Kendaraan dominan
Bus Sedang	III	≤9	2,1	Mitsubishi Tipe Colt Diesel FE 84 G BC (4x2) M/T	7,680	2,1	Peraturan
Bus Besar	II	9-12	2,5	~S-Bus 12	12,2	2,4	FHWA, 2004
Bus Maxi	II	12-13,5	2,5	Bis Besar Hino	12,1	2,5	Kendaraan dominan
Bus Gandeng	I	13,5-18	2,5	-			-
Bus Tempel	I	13,5-18	2,5	-			-
Bus Tingkat	II	9-13,5	2,5	-			-
Bus angkutan massal ukuran besar	III	7,3	2,1	-ada-			Peraturan

Kendaraan dari Peraturan	Peraturan			Kendaraan	Panjang Min (m)	Lebar Maks (m)	Sumber
	Kelas Jalan	Panjang Min (m)	Lebar Maks (m)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Bus angkutan massal ukuran sedang	II	11,946	2,5	-ada-			Peraturan
Truk 1.1	III	≤9	≤ 2,1	Hino Isuzu. 1.1	6	1,83	Kendaraan dalam kelompok kendaraan truk kelas 3 konfigurasi sumbu 1.1 (Pusjatan, 2019)
Truk 1.2	III	≤9	≤ 2,1	Hino 500 Cargo FG 260 JM (1.2)	8,850	2490	Kendaraan dominan
				Isuzu Giga FVR 34 S 245 PS (1.2)	7,595	2485	Kendaraan dominan
Truk 1.2	II	≤12	≤ 2,5	Isuzu Giga FVR 34 U (1.2)	11,95	2,485	Kendaraan dominan
	I	≤18	-	-	-	-	-
Truk 1.22	II	≤12	≤ 2,5	Hino 500 Cargo FL 245 JW (1.22)	11,950	2,490	Kendaraan dominan
	I	≤18	-	-	-	-	-

Tabel 9. Ringkasan Kendaraan Menurut Peraturan dan Dominasi

Kelas Jalan/Kendaraan	Dimensi (m)			Jalur (m)	
	Jarak antar Sumbu	Panjang	Lebar	Depan	Belakang
Jalan Kelas 3					
Penumpang					
1. Toyota Avanza	2,650	4,19	1,66	0,75	0,79
2. Toyota Hiace	3,110	5,38	1,88	1,07	1,20
3. Isuzu ELF NLR 55 BLX	3,360	6,17	1,835	1,110	1,700
4. Pemadam Kebakaran 2*	4,280	7,725	2,400	1,245	2,200
Bus					
5. Bus angkutan massal ukuran sedang*	3,735	7,300	2,151	1,240	2,325
6. Bus Mitsubishi kecil	3,780	7,045	2,1	1,480	2,000
7. Bus Sedang Mitsubishi Tipe Colt Diesel FE 84 G BC (4x2) M/T*	3,850	7,680	2,1	1,480	2,350
Truk					
8. Hino 500 Cargo FG 260 JM (1.2)/ Truk 2 sumbu	5,080	8,850	2,490	1,280	2,490
9. Isuzu Giga FVR 34 S 245 PS (1.2)/ Truk 2 sumbu	4,300	7,595	2,485	1,250	2,045
Jalan Kelas 2					
10. Pemadam Kebakaran 1*	4,595	9,925	2,490	1,400	2,480
Bus					
11. Bus angkutan massal ukuran besar*	6,000	11,946	2,500	2,463	3,483
Truk					
12. Hino 500 Cargo FL 245 JW (1.22) Truk 3 sumbu	5,830 + 1,350	11,950	2,490	1,280	3,490
13. Isuzu Giga FVR 34 U (1.2) Truk 2 sumbu	6,60	11,950	2,485	1,25	4,100
Jalan Kelas 1					
Bus					
14. Bus besar	5,8	12,1	2,5	2,9	3,4
Truk					
15. Trailer Hino 1.2+2.2	4,3-5,2-1,3	16,2	2,5	1,7	3,7
16. Trailer Hino 1.22+2.2	3,2-7,5-1,4-1,4	16,8	2,51	1,2	2,4
17. Trailer 6 As, Hino 1.22+222 /Truk 6 sumbu	3,4-1,2-6,7-1,3-1,3	16,4	2,5	1,2	1,4

Keterangan: * kendaraan tambahan

Radius Putar Kendaraan Desain

Kendaraan yang berjumlah 17 kendaraan selanjutnya disimulasi menggunakan AutoTurn dengan berbagai sudut belokan kendaraan, yaitu

25°, 45°, 90°, 135°, dan 180° derajat. Ringkasan radius kendaraan ditunjukkan pada Tabel 10.

Dari data tersebut terlihat bahwa RPM, RPK, R_{maks} memiliki kesamaan panjang pada

berbagai sudut belok kendaraan karena masih pada jejak putaran yang sama. Perbedaan terletak pada R_{min} , yaitu pada saat kendaraan berbelok 25° , 45° , 90° , 135° , 180° .

Kendaraan dengan jarak antar sumbu dan panjang yang berbeda menghasilkan radius putar kendaraan yang berbeda. Umumnya jarak

antarsumbu yang kecil menghasilkan radius putar kendaraan yang kecil. Namun hal ini masih tergantung pula pada sistem kemudi kendaraan. Data radius putar semua kendaraan menunjukkan bahwa bahwa radius putar kendaraan di bawah 12m.

Tabel 10. Radius Putar Kendaraan

Kelas Jalan/ Kendaraan	Panjang kenda- raan (m)	Jarak Antar Sumbu (m)	RPM (m)	RPK (m)	R_{maks} (m)	R_{min} (m) pada sudut belok kendaraan				
						25°	45°	90°	135°	180°
Jalan Kelas 3										
1. Toyota Avanza	4,19	2,650	5,49	4,72	5,82	3,58	3,4	3,28	3,19	3,1
2. Toyota Hiace	5,38	3,110	6,44	5,61	6,95	4,3	4,09	3,91	3,91	3,7
3. Isuzu ELF NLR 55 BLX	6,17	3,360	7,41	6,72	7,92	5,44	5,26	5,07	5,07	4,94
4. Damkar 2*	7,725	4,280	7,77	6,66	8,31	4,9	4,6	4,32	4,19	3,95
5. Bus Angkutan Masal Sedang*	7,300	3,735	6,80	5,81	7,35	4,28	3,98	3,65	3,55	3,41
6. Bus Mitsubishi Kecil	7,045	3,780	6,86	5,88	7,52	4,37	4,07	3,76	3,64	3,5
7. Bus Sedang Mitsubishi Tipe Colt Diesel FE 84 G BC (4x2) M/T*	7,680	3,850	7	5,99	7,73	4,44	4,16	3,82	3,71	3,59
8. Hino 500 Cargo FG 260 JM (1.2)/ Truk 2 sumbu	8,850	5,080	9,08	7,9	9,6	5,99	5,62	5,23	5,06	4,86
9. Isuzu Giga FVR 34 S 245 PS (1.2)/ Truk 2 sumbu	7,595	4,300	7,69	6,69	8,38	4,89	4,59	4,25	4,1	3,92
Jalan Kelas 2										
10. Pemadam Kebakaran 1*	9,925	4,595	9,31	8,17	9,93	6,24	5,89	5,46	5,36	5,08
11. Bus angkutan massal ukuran besar*	11,946	6,000	10,53	9,33	11,65	7,36	6,89	6,3	6,2	5,99
12. Hino 500 Cargo FL 245 JW (1.22) Truk 3 sumbu	11,950	5,830 + 1,350	11,11	10,06	11,83	8,03	7,6	7,08	6,83	6,59
13. Isuzu Giga FVR 34 U (1.2) Truk 2 sumbu	11,945	4,300	11,49	10,27	11,95	8,16	7,75	7,17	6,97	6,69
Jalan Kelas 1										
14. Bus Besar	12,1	5,8	10,23	9,03	11,57	7,05	6,61	6,13	5,95	5,74
15. Trailer Hino 1.22+2.2	16,8	3,2-7,5- 1,4-1,4	11,37	10,13	11,75	7,53	6,70	5,79	4,54	3,89
16. Truk Terbuka Hino 1.2+2.2	16,2	4,3-5,2- 1,3	11,04	9,81	11,64	7,52	6,94	6,48	5,84	5,37
17. Truk 6 As Hino 1.22+222	16,4	3,4-1,2- 6,7-1,3- 1,3	11,47	10,24	11,84	7,64	6,86	6,02	4,7	4,01

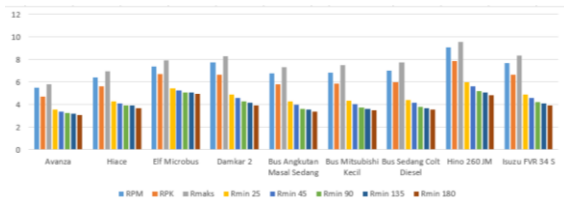
Keterangan: * kendaraan tambahan, RPM=radius putar kendaraan minimum, RPK=radius putar kendaraan poros sumbu depan

Radius putar kendaraan yang berbelok pada sudut 25° , 45° , 90° , 135° dan 180° pada jalan kelas 3 menunjukkan bahwa kendaraan Hino 260 JM memiliki radius putar kendaraan hampir 10m. Sedangkan kendaraan lainnya hanya 8m (Gambar 6).

Dengan demikian untuk perancangan persimpangan jalan kelas 3, dapat didesain dengan radius putar badan luar kendaraan (R_{maks}) hampir 8m. Dengan catatan hanya jika jalan tersebut tidak didominasi oleh kendaraan

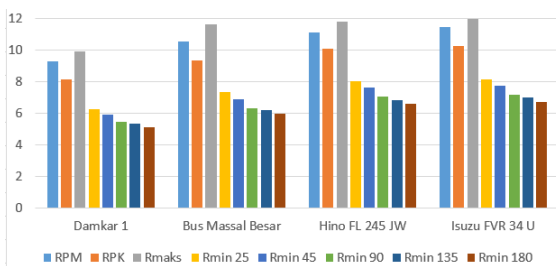
Hino 260 JM. Namun, jika jalan didominasi dengan kendaraan Hino 260 JM, maka radius putar badan luar kendaraan harus didesain hampir 10m.

Radius putar kendaraan yang berbelok pada sudut 25° , 45° , 90° , dan 180° pada jalan kelas 2 menunjukkan bahwa kendaraan Bus Massal Besar dan Hino FL 245 JW memiliki radius putar kendaraan hampir 12m. Sedangkan kendaraan Damkar 1 dan Isuzu Giga FVR 34 U mencapai 10m (Gambar 7).



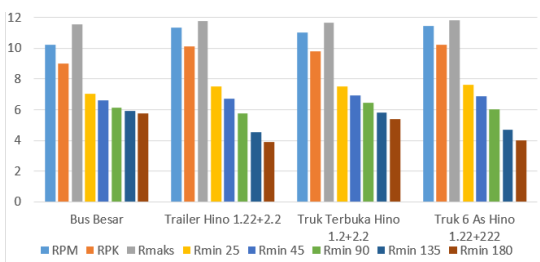
Gambar 6. Panjang radius putar (m) kendaraan jalan kelas 3 pada berbagai sudut belok

Dengan demikian untuk perancangan persimpangan jalan kelas 2, dapat didesain dengan radius putar badan luar kendaraan hampir 10m. Namun demikian, jika jalan tersebut didominasi atau direncanakan untuk bus massal besar dan Hino FL 245 JW, maka radius tersebut harus didesain hampir 12m.



Gambar 7. Panjang radius putar (m) kendaraan jalan kelas 2 pada berbagai sudut

Radius putar kendaraan yang berbelok pada sudut 25° , 45° , 90° , dan 180° pada jalan kelas 1 menunjukkan bahwa ke-4 kendaraan, memiliki radius putar badan luar kendaraan yang hampir sama, yaitu hampir 12 m (Gambar 8). Dengan demikian untuk perancangan geometrik jalan, radius tikungan persimpangan pada jalan kelas 1 harus menyiapkan lengkung dengan radius hampir 12m.



Gambar 8. Panjang Radius Putar Kendaraan Jalan Kelas 1 pada Berbagai Sudut Belok

PEMBAHASAN

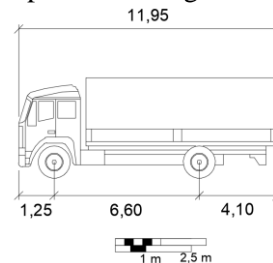
Hasil penyaringan peraturan dan penelusuran data dimensi kendaraan yang sesuai dengan peraturan menunjukkan bahwa terdapat 5 kendaraan tambahan. Hal ini

menunjukkan bahwa kendaraan dominan yang menjadi kendaraan desain geometrik jalan belum mewakili semua kendaraan dalam peraturan. Dengan adanya 5 kendaraan tambahan tersebut, maka jumlah kendaraan desain total adalah 17 kendaraan.

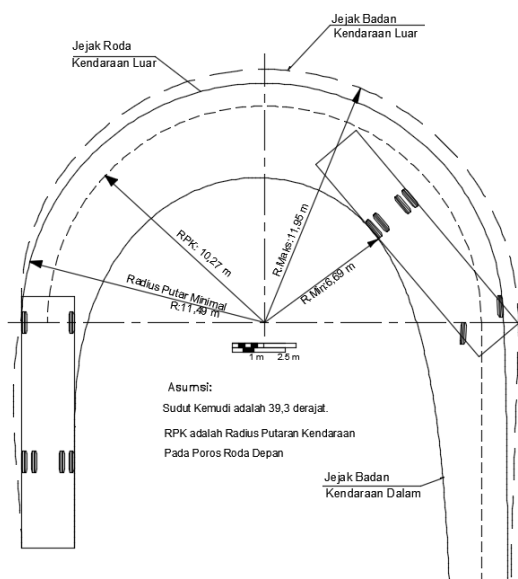
Masing-masing kendaraan desain memiliki radius putar kendaraan yang berbeda. Berdasarkan kelas jalan, maka radius putar maksimum, yaitu berdasarkan badan kendaraan luar untuk jalan kelas 3 adalah 10m. Sedangkan untuk jalan-jalan kelas 2 dan 1 adalah 12m. Namun, penentuan radius putar yang lebih rinci lebih baik memperhatikan dimensi kendaraan yang paling dominan untuk menetapkan radius belokan pada persimpangan.

Aplikasi radius putar kendaraan, dicontohkan jalan kelas 2 yang dapat dilewati kendaraan dengan panjang kendaraan 12m, namun jalan tersebut didominasi kendaraan truk dengan panjang kendaraan 10m. Dengan demikian, area yang diperkeras untuk persimpangan dan tikungan disesuaikan dengan kebutuhan radius putar kendaraan truk dengan panjang 10m.

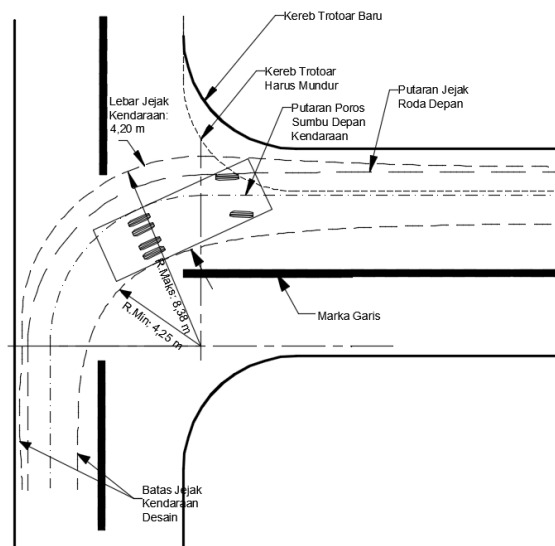
Sebagai contoh, berikut ini penentuan lebar permukaan tanah yang diperkeras di persimpangan jalan dengan kendaraan desain truk Isuzu 34 FVR U panjang 11,95m (dimensi ditunjukkan pada Tabel 9). Truk tersebut pada saat belok di persimpangan membutuhkan ruang yang cukup (Gambar 9). Radius putar minimum (jejak roda depan) menentukan tepi trotoar yang harus dimundurkan. Namun, untuk melindungi pejalan kaki (jika volumenya tinggi), tepi luar trotoar didasarkan pada jejak badan luar kendaraan (R_{maks}). Sedangkan, radius minimum (jejak roda belakang) menentukan posisi marka garis tidak terputus.



(a) Dimensi kendaraan



(b) Radius dan jejak kendaraan
Gambar 8. Dimensi dan jejak kendaraan Isuzu 34 FVR U



Gambar 9. Aplikasi jejak kendaraan desain Isuzu 34 FVR U pada Simpang Tiga

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penyaringan peraturan yang dikaji, ditelusuri adanya penambahan 5 kendaraan desain, sehingga menjadi 17 kendaraan. Kendaraan tersebut untuk jalan kelas 3 dan 2. Kelima kendaraan tersebut adalah kendaraan pada jalan kelas 3: Pemadam Kebakaran 2, Bus angkutan massal ukuran sedang, Bus Sedang Mitsubishi Tipe Colt Diesel FE 84 G BC (4x2) M/T, kendaraan pada jalan kelas 2: Pemadam Kebakaran 1, dan Bus

angkutan massal ukuran besar. Data lengkap dimensi dapat dilihat pada Tabel 9.

Kendaraan desain jalan yang berjumlah 17 kendaraan, kendaraan-kendaraan tersebut memiliki panjang radius putar kendaraan yang berbeda-beda. Untuk jalan kelas 3 berdasarkan radius putar badan kendaraan luar secara berurutan untuk jalan kelas 3 adalah 10m. Sedangkan untuk jalan-jalan kelas 2 dan 1 adalah 12m. Data lengkap dapat dilihat pada Tabel 10.

Saran

Hasil penelitian ini disarankan untuk digunakan dalam perancangan geometric jalan di Indonesia dan dipakai sebagai bahan revisi Tata Cara Perancangan Geometrik Jalan Antarkota (DJBM, 1997).

Penentuan batas perkerasan dan batas bahu disarankan menggunakan data radius putar kendaraan. Batas perkerasan menggunakan RPM dan batas bahu ditentukan oleh R_{maks} .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Hikmat Iskandar, Ph.D. dan seluruh pihak yang telah membantu penulisan makalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmala, N. 2018. Layaknya ICU mini. <https://www.brilio.net/wow/harganya-rp-2-m-ini-penampakan-fasilitas-ambulance-asian-games-2018-180808r.html>
- Akgul M. and Demir M. 2017. Analyzing dynamic curve widening on forest roads, Journal of Forestry Research, online, https://www.researchgate.net/publication/308385480_Analyzing_dynamic_curve_widening_on_forest_roads.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2004. *Kendaraan dan Peralatan Pemadam Kebakaran-Pompa, Standar Nasional Indonesia 09-7053-2004*. Jakarta: BSN.
- Cepagram Admin. 2019. Anda Butuh Mobil Damkar?, Pemkot Surabaya Datangkan Mobil Damkar dari Finlandia, Diklaim Tercanggih di Indonesia. <https://cepagram.com/index.php/2019/07/28/anda-butuh-mobil-damkar/>
- Direktorat Jenderal Bina Marga (DJBM). 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. No. 038/TBM/1997. Jakarta: DJBM

- Direktorat Jendral Perhubungan Darat (DJPD). 2002. *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trakyek Tetap dan Teratur, Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No. SK.687/AJ.206 /DRJD /2002*. Jakarta: DJPD.
- _____. 2016. Tentang Pengesahan Rancang Bangun dan Rekayasa Rumah-Rumah (Karoseri) pada Landasan Kendaraan Bermotor Merek Mitsubishi Tipe Colt Diesel FE 84 G BC (4x2) M/T Sebagai Mobil Bus Sedang, Jakarta: DJPD.
- Faizal, A., 2018, Pemkot Surabaya Datangkan Mobil Damkar dari Finlandia, Diklaim Tercanggih di Indonesia, <https://yogyakarta.kompas.com/read/2018/03/01/20042561/pemkot-surabaya-datangkan-mobil-damkar-dari-finlandia-diklaim-tercanggih-di>.
- Lawalata, G., Rahman, F., Sebayang, I.R., Gardenia, V., Amelia, S., Pangihutan, H., dan Parbowo. 2019. Kendaraan Desain untuk Perancangan Geometrik Jalan Di Indonesia *Jurnal Jalan-Jembatan* 36(2):117-131.
- Federal Highway Administration (FHWA). 2004. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Edition 5. Washington D.C.: FHWA
- _____. 2018. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Edition 7. Washington D.C.: FHWA
- Leisch, J.P. and Carrasco M. 2014. "Design Vehicles: From Turning Templates to Smart Systems". *Transportation Association of Canada Conference*. Montreal
- Llic, V., Fric, S., Gavran, D., and Trpevski, F. 2018. Vehicle Swept Path Analysis Based on GPS Data, *Canadian Journal of Civil Engineering*: 1-34
- Ministry of Works of Tanzania. 2011. *Road Geometric Design Manual*.
- Otomobil Mercedes Benz Sprinter, <https://www.oto.com/mobil-baru/mercedes-benz/sprinter>
- Indonesia. 2009. *Undang-Undang No. 22/2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- _____. 2014. *Peraturan Pemerintah No. 74/2014 tentang Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia, Kementerian Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial Republik Indonesia. 2001. *Standarisasi Kendaraan Pelayanan Medik*. Jakarta: Kementerian Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial Republik Indonesia
- Indonesia, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (Kemenhub). 1993. Keputusan Menteri Perhubungan No. 63/1993 tentang Persyaratan Ambang Batas Laik Jalan Kendaraan Bermotor, Kereta Gandeng, Kereta Tempelan. Jakarta: Kemenhub
- _____. 2012. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 10/2012 tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan*. Jakarta: Kemenhub.
- _____. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 27/2015 tentang Perubahan atas Peraturan menteri Perhubungan Nomor PM 10/2012 tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan*. Jakarta: Kemenhub.
- Indoneisa, Kementerian Pekerjaan Umum (Kemen PU). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan. Jakarta: Kemen PUPR.
- Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan). 2018. *Laporan Teknologi Terapan Bidang Jalan dan Jembatan, Naskah Ilmiah Pengembangan Kemampuan Pengklasifikasian Jenis Kendaraan SINDILA- PLATO 2.2 (13 klasifikasi)*. Bandung: [s.n]
- _____. 2019. *Laporan Teknologi Terapan Bidang Lalu Lintas, Teknologi Perencanaan Geometrik Dan Kapasitas Jalan*. Laporan Internal. Bandung: [s.n.].
- The Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). 2005. *Guidelines For Human Settlement Planning And Design Volume 2*. CSIR Building and Construction Technology, the Department of Housing of South Africa , online, https://researchspace.csi.co.za/dspace/bitstream/handle/10204/3750/CSIR%20Red%20Book_Vol2_2000.pdf?sequence=3&isAllowed=y.