

ANALISA KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL DENGAN PERENCANAAN TRAFFIC LIGHT DI PERSIMPANGAN JALAN DELI TUA KABUPATEN DELI SERDANG

Marwan Lubis¹⁾, Bangun Pasaribu²⁾, Raihan Ghalib Nugraha³⁾

^{1,2)}Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

³⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Sumatera Utara

marwanlubis@ft.uisu.ac.id; bangun@ft.uisu.ac.id; raihanghalibjuli@gmail.com

Abstrak

Simpang tak bersinyal merupakan salah satu titik kritis pada jaringan jalan yang sering menjadi penyebab kemacetan akibat meningkatnya volume lalu lintas dan kurangnya pengaturan arus. Di Kecamatan Deli Tua, Kabupaten Deli Serdang, pertemuan antara Jalan Besar Deli Tua dan Jalan Pamah mengalami kondisi lalu lintas padat, terutama pada jam sibuk. Kondisi geometrik yang tidak sesuai standar seperti radius tikungan kecil, lebar lajur sempit, dan minimnya rambu menyebabkan antrian panjang dan potensi kecelakaan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja simpang tak bersinyal tersebut serta merencanakan solusi melalui penerapan simpang bersinyal guna meningkatkan efisiensi pergerakan lalu lintas. Metodologi penelitian meliputi survei lapangan untuk mengumpulkan data primer berupa volume lalu lintas, dimensi geometrik simpang, serta data sekunder dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dan Peraturan Perencanaan Tata Geometrik Jalan (PPTGS). Analisis dilakukan dengan menghitung kapasitas, derajat kejenuhan, waktu tundaan, serta menentukan rancangan geometrik dan fase lampu lalu lintas (APILL) menggunakan pendekatan MKJI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja simpang eksisting berada pada tingkat pelayanan yang rendah dengan derajat kejenuhan mendekati 1,0, menandakan kondisi hampir jenuh. Setelah perencanaan simpang bersinyal diterapkan, diperoleh peningkatan kinerja melalui penurunan tundaan, peningkatan kapasitas, dan efisiensi pergerakan kendaraan. Rancangan geometrik yang disesuaikan dengan standar PPTGS juga meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Kesimpulannya, penerapan simpang bersinyal dengan desain geometrik yang sesuai dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi kemacetan dan meningkatkan tingkat pelayanan lalu lintas di wilayah Deli Tua.

Kata-Kata Kunci : *Simpang tak bersinyal, MKJI 1997, Geometrik Jalan, Kinerja Lalu Lintas*

I. Pendahuluan

Persimpangan sebagai pertemuan dari beberapa ruas jalan merupakan titik kritis pada jaringan jalan. Pada bagian kritis ini, potensi permasalahan yang dapat terjadi digambarkan dengan banyaknya pertemuan beberapa arus dari berbagai arah pergerakan kendaraan pada titik yang sama di persimpangan. Di Kecamatan Deli Tua, Kabupaten Deli Serdang, terdapat sebuah persimpangan tak bersinyal antara Jalan Besar Deli Tua dan Jalan Pamah, yang merupakan jalur utama penghubung antar kawasan permukiman dan pusat aktivitas masyarakat.

Persimpangan ini memiliki arus lalu lintas yang padat, terutama pada jam-jam sibuk di pagi dan sore hari. Namun, berdasarkan observasi awal, persimpangan ini belum memiliki penataan geometrik yang baik, seperti radius belok yang kecil, lebar lajur yang tidak sesuai standar, serta tidak adanya fasilitas penunjang seperti marka jalan, rambu, dan trotoar. Dengan melakukan perencanaan geometrik yang tepat, diharapkan kinerja simpang dapat ditingkatkan, risiko kecelakaan menurun, serta memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi seluruh pengguna jalan.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Tinjauan Umum

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), simpang tak bersinyal (*unsignalized intersection*) adalah simpang yang pengaturannya dilakukan tanpa menggunakan alat pengendali lalu lintas berupa sinyal tiga warna. Arus lalu lintas diatur berdasarkan aturan prioritas (prioritas utama dan minor) atau pengendalian oleh marka dan rambu lalu lintas.

Simpang tak bersinyal umumnya digunakan pada daerah dengan volume lalu lintas rendah hingga sedang, di mana penggunaan sinyal lalu lintas belum dianggap perlu. Tujuan utama analisis simpang tak bersinyal adalah untuk mengetahui kapasitas, derajat kejenuhan, serta tundaan rata-rata yang terjadi pada tiap pendekatan simpang.

2.2 Pengertian Persimpangan Jalan Secara Umum

Persimpangan jalan adalah suatu lokasi di mana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau berpotongan sehingga memungkinkan perpindahan arus lalu lintas dari satu ruas jalan ke ruas jalan lain.

2.3 Analisis Simpang

1. Kapasitas (Capacity)

Kapasitas suatu pendekat simpang tak bersinyal adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati pendekat tersebut per satuan waktu dalam kondisi arus jenuh. Kapasitas tergantung pada volume lalu lintas di jalan utama, prioritas arus, geometri simpang, serta perilaku pengemudi.

Rumus kapasitas dasar pada simpang tak bersinyal menurut MKJI (1997):

$$C = C_0 \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_p \times FRT \times FLT$$

Keterangan:

C = Kapasitas pendekat (smp/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)

F_w = Faktor penyesuaian lebar pendekat

F_m = Faktor penyesuaian median

F_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_p = Faktor penyesuaian parkir

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan (Right Turn)

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri (Left Turn)

Nilai kapasitas dasar (C₀) ditentukan berdasarkan kelas jalan dan tipe simpang (T, Y, atau empat lengan), serta kondisi prioritas lalu lintas.

2. Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation)

Derajat kejenuhan (DS) menunjukkan perbandingan antara volume lalu lintas yang datang dengan kapasitas pendekat. Nilai DS digunakan untuk menilai apakah suatu pendekat simpang masih berfungsi baik atau sudah jenuh.

Rumusnya:

$$DS = Q / C$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas aktual (smp/jam)

C = Kapasitas pendekat (smp/jam)

MKJI (1997) menyatakan bahwa apabila $DS \leq 0,75$ maka kondisi simpang masih baik. Namun bila $DS > 1$, maka simpang dianggap jenuh dan perlu penanganan seperti pelebaran atau pemberian sinyal.

3. Tundaan Rata-Rata (Average Delay)

Tundaan rata-rata adalah waktu tambahan yang dialami kendaraan ketika melewati simpang akibat interaksi antar arus lalu lintas dan pemberian prioritas. MKJI membedakan dua jenis tundaan yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG).

Rumus tundaan total per kendaraan:

$$D = DT + DG$$

Untuk tundaan lalu lintas (DT), MKJI memberikan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$DT = 900 \times ((Q / C)^2) / (1 - (Q / C))$$

Keterangan:

D = Tundaan total (detik/kendaraan)

DT = Tundaan akibat interaksi lalu lintas (detik/kendaraan)

DG = Tundaan akibat kondisi geometrik (detik/kendaraan)

Q = Arus lalu lintas aktual (smp/jam)

C = Kapasitas pendekat (smp/jam)

Semakin besar nilai DS atau Q/C, semakin besar pula nilai tundaan yang dialami kendaraan.

4. Panjang Antrian (Queue Length)

Panjang antrian adalah jumlah kendaraan yang menunggu untuk memperoleh kesempatan melintas pada suatu pendekat simpang. Panjang antrian dipengaruhi oleh volume lalu lintas, prioritas, dan kapasitas pendekat.

Rumus panjang antrian rata-rata:

$$QL = 0,25 \times c \times (Q / C)$$

Keterangan:

QL = Panjang antrian rata-rata (m)

c = Waktu siklus pergerakan rata-rata (detik)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Apabila nilai Q/C mendekati 1, maka panjang antrian meningkat secara signifikan dan dapat menyebabkan tundaan yang besar.

5. Tingkat Pelayanan (Level of Service)

Tingkat pelayanan (Level of Service atau LOS) menggambarkan kualitas kinerja simpang dari sudut pandang pengguna jalan. MKJI (1997) mendasarkan LOS pada nilai tundaan rata-rata (D) per kendaraan seperti berikut:

Tabel 2.1 Tingkat pelayanan (LOS) untuk simpang tak bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan Rata-Rata (detik/kendaraan)	Kondisi Operasional
A	≤ 5	Arus sangat lancar, tanpa tundaan
B	5 – 15	Arus stabil, tundaan kecil
C	15 – 25	Arus mulai padat, tundaan ringan
D	25 – 40	Arus mendekati jenuh, Kondisi hampir jenuh, tundaan berat
E	40 – 60	Kondisi jenuh, antrian panjang
F	> 60	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.

LOS yang baik umumnya berada pada tingkat A–C, sedangkan LOS D–F menunjukkan kinerja simpang menurun.

6. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Beberapa faktor utama yang memengaruhi kinerja simpang tak bersinyal antara lain:

- Geometri simpang, seperti jumlah lajur, lebar pendekat, dan keberadaan median.

- Volume lalu lintas, baik di jalan utama maupun jalan minor.
 - Tingkat prioritas, di mana kendaraan dari jalan utama memiliki hak lebih dahulu melintas.
 - Kehadiran pejalan kaki dan aktivitas parkir di dekat simpang.
 - Perilaku pengemudi dalam mengambil celah (gap acceptance).
7. Prosedur Analisis Menurut MKJI (1997)
- MKJI (1997) menyarankan langkah-langkah analisis simpang tak bersinyal sebagai berikut:
- Mengumpulkan data geometrik dan volume lalu lintas.
 - Menentukan kapasitas dasar (C_0) dan faktor penyesuaian.
 - Menghitung kapasitas pendekat (C).
 - Menentukan derajat kejenuhan (DS).
 - Menghitung tundaan rata-rata (D).
 - Menentukan tingkat pelayanan (LOS).

III. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi survei dilakukan pada persimpangan jalan di Deli Tua, Kabupaten Deli Serdang.

3.2 Data Penelitian

1. Data Primer

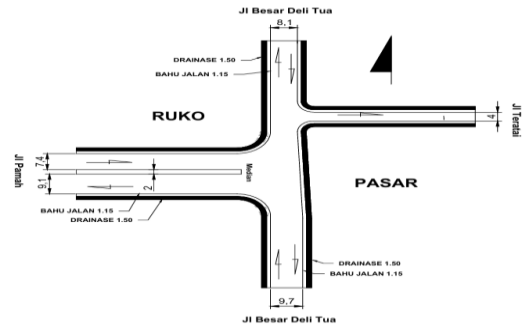
Data primer yang digunakan meliputi:

- Volume Lalu Lintas

Tabel 3.1 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Jalan delitua – pamah

Lengan simpang	Waktu	Pergerakan	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Tak bermotor	Total Kendaraan (MV)
			Kend./jam	Kend./jam	Kend./jam	Kend./jam	Kend./jam
D	07.00-08.00	LT	521	28	645		1194
		ST	0	0	22		22
		RT	422	26	608		1055
		Total	943	54	1275	0	2272
B	07.00-08.00	LT	3	0	28		31
		ST	9	0	42		51
		RT	7	0	30		37
		Total	18	0	101	0	120
C	17.00-18.00	LT	545	33	554		1132
		ST	452	33	632		1118
		RT	0	0	53		53
		Total	997	66	1239	0	2302
A	17.00-18.00	LT	0	0	14		14
		ST	467	28	535		1030
		RT	501	20	533		1054
		Total	968	48	1082	0	2098

- Geometrik Simpang
Persimpangan Jalan Deli Tua - Pamah terletak di Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, yang menghubungkan kawasan perkotaan dengan daerah pedesaan serta beberapa kawasan lain di sekitarnya.



Gambar 1. Geometrik Simpang

Tabel 2. Data Geometrik

Nama jalan	Lebar jalan	Jumlah jalur
Jalan medan delitua (A)	8,1	4
Jalan Teratai (B)	4	4
Jalan delitua medan (C)	9,7	4
Jalan pamah (D)	9,1 & 7,4	4

2. Data Sekunder

Data sekunder MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) dan PPTGS (Peraturan Perencanaan Tata Geometri Jalan) adalah informasi, standar, dan pedoman teknis yang diperoleh dari dokumen resmi, literatur, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perencanaan dan analisis jalan serta persimpangan di Indonesia. Data ini tidak diperoleh langsung dari lapangan, melainkan dari sumber-sumber referensi yang telah diterbitkan oleh instansi pemerintah maupun lembaga riset.

3.3 Metode Analisa Data

Analisa dilakukan dengan membandingkan kinerja persimpangan sebelum dan sesudah perencanaan perbaikan geometrik berdasarkan indikator kapasitas, derajat kejenuhan, dan waktu tunggu kendaraan. Analisis dilakukan menggunakan MKJI 1997 yang meliputi:

- Penentuan waktu siklus optimal (Webster Formula).
- Alokasi waktu hijau efektif untuk tiap fase berdasarkan proporsi volume kendaraan dan kapasitas arus jenuh.
- Perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan tiap gerakan lalu lintas.
- Penentuan level of service (LOS) untuk menilai kinerja persimpangan

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Informasi untuk diisi pada bagian atas Form USIG-I dan USIG -II Memasukkan data untuk kondisi lalu lintas yang terdiri dari periode jam puncak, sketsa arus lalu lintas menggambarkan berbagai gerakan dan arus lalu lintas, Komposisi lalu lintas (%), dan arus kendaraan bermotor.

4.2 Hasil Analisis Kinerja Simbang Bersinyal

Pada Simbang Bersinyal ini terdapat beberapa tahap perhitungan sebagai berikut :

Formulir SIG-I Perencanaan geometrik

g = 52	g = 53	g = 24	Waktu siklus : c 150
IG = 7	IG = 7	IG = 7	Waktu hilang total : LTI = Σ IG = 21

SKETSA SIMPANG

KONDISI LAPANGAN

Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Sampang (Tinggi/Rendah)	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri kendaraan parkir (m)	Jarak ke Pendekat	Lebar Pendekat (m)	Belok kiri lgs	Keluar
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
U	com	T	T	0	T		8,00	4,00	0,00
S	com	T	T	0	T		4,00	2,00	0,00
T	com	T	T	0	Y		9,10	3,00	1,60
B	com	T	Y	0	Y		7,40	4,00	3,40

Ket :
disisi manual
lihat keterangan kolom

Formulir SIG-II Arus Lalu Lintas Simbang Bersinyal

		Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (MV)										Rasio dan bersebut			
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Ringan(LV)					Kendaraan Berat(BV)					Rasio R _{all} = P _{all} / P _{all} MV	Rasio P _{all} = P _{all} / P _{all} MV		
		sebel sebel		sebel sebel		sebel sebel		sebel sebel		Kiri Kiri	Kanan Kanan				
		jam jam	Tekanan Tekanan	jam jam	Tekanan Tekanan	jam jam	Tekanan Tekanan	jam jam	Tekanan Tekanan						
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
U	LT (sebel L TOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	4	
	ST	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	0,0000	3	
	RT	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	0,0000	4	
	Total	984	984	984	984	984	984	984	984	984	984	984	0,0000	9	
S	LT (sebel L TOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	LTOR	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	0,0000	9	
	ST	492	492	492	492	492	492	492	492	492	492	492	0,0000	3	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	5	
	Total	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987	987	0,0000	17	
T	LT (sebel L TOR)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0,2222	0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	3	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	468	
	RT	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0,3333	2	
	Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0,5555	5	
B	LT (sebel L TOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	LTOR	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	521	0,5411	3	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	4	
	RT	422	422	422	422	422	422	422	422	422	422	422	0,4555	9	
	Total	943	943	943	943	943	943	943	943	943	943	943	1,0000	17	
O	LT (sebel L TOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
O	LT (sebel L TOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	

Perhitungan data survey:

Hitung masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri PLT, dan rasio belok kanan PRT

1. Rasio belok kiri PLT didapatkan dengan :

$$PLT = \frac{LT_{\text{sebel jam}}}{TOTAL_{\text{jam}}}$$

a. Arah Utara

$$PLT = \frac{3}{1393} = 0,002$$

b. Arah Selatan

$$PLT = \frac{699}{1331} = 0,525$$

c. Arah Timur

$$PLT = \frac{9}{39} = 0,221$$

d. Arah Barat

$$PLT = \frac{686}{1268} = 0,541$$

2. Rasio belok kanan PRT didapatkan dengan :

$$PRT = \frac{RT_{\text{sebel jam}}}{TOTAL_{\text{jam}}}$$

a. Arah Utara

$$PRT = \frac{780}{1393} = 0,560$$

b. Arah Selatan

$$PRT = \frac{11}{1331} = 0,008$$

c. Arah Timur

$$PRT = \frac{13}{39} = 0,333$$

d. Arah Barat

$$PRT = \frac{577}{1268} = 0,455$$

Hitung rasio kendaraan tak bermotor (PUM) dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (QUM) kend/jam dengan arus kendaraan bermotor (QMV) kend/jam. Nilai PUM dapat diperoleh dengan :

$$PUM = QUM / QMV$$

a. Arah Utara

$$PUM = 9/2675 = 0,0034$$

b. Arah Selatan

$$PUM = 14/2302 = 0,0061$$

c. Arah Timur

$$PUM = 5/119 = 0,042$$

d. Arah Barat

$$PUM = 13/2272 = 0,0057$$

Formulir SIG-III Penggunaan Sinyal

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG				Waktu merah semua (dk)
Pendekat	Kecepatan V ₈₅ (m/dtk)	Pendekat	U	S	Y	B
U	10	Jarak berangkat-datang (m)	10	10	10	0
		Waktu berangkat-datang (dk)*				
S	10	Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (dk)*				
T	10	Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (dk)*				
B		Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (dk)*				
O		Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (dk)*				
O		Jarak berangkat-datang (m)				
		Waktu berangkat-datang (dk)*				
Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase		Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)				
		Fase 1 → Fase 2				3
		Fase 2 → Fase 3				3
		Fase 3 → Fase 4				3
		Fase 4 → Fase 1				3
		Jumlah fase				9
		Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+waktu kuning (dk / siklus)				21

Dari gambar 5.1.

* Waktu untuk berangkat = (L₈₅ + l₈₅) / V₈₅, dimana l₈₅ = 2 m

Waktu untuk datang = L₈₅ / V₈₅

Nilai LTI dapat diperoleh dengan :

$$LTI = \sum (\text{MERAH SEMUA} + \text{KUNING}) = \sum IG$$

$$LTI = \sum (12+9) = 21$$

Formulir SIG-IV Penentuan Waktu Sinyal

Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)									
Tabel 1									
Tabel 2									
Tabel 3									
Tabel 4									
Tabel 5									
Tabel 6									
Tabel 7									
Tabel 8									
Tabel 9									
Tabel 10									
Tabel 11									
Tabel 12									
Tabel 13									
Tabel 14									
Tabel 15									
Tabel 16									
Tabel 17									
Tabel 18									
Tabel 19									
Tabel 20									
Tabel 21									
Tabel 22									
Tabel 23									
Tabel 24									
Tabel 25									
Tabel 26									
Tabel 27									
Tabel 28									
Tabel 29									
Tabel 30									
Tabel 31									
Tabel 32									
Tabel 33									
Tabel 34									
Tabel 35									
Tabel 36									
Tabel 37									
Tabel 38									
Tabel 39									
Tabel 40									
Tabel 41									
Tabel 42									
Tabel 43									
Tabel 44									
Tabel 45									
Tabel 46									
Tabel 47									
Tabel 48									
Tabel 49									
Tabel 50									
Tabel 51									
Tabel 52									
Tabel 53									
Tabel 54									
Tabel 55									
Tabel 56									
Tabel 57									
Tabel 58									
Tabel 59									
Tabel 60									
Tabel 61									
Tabel 62									
Tabel 63									
Tabel 64									
Tabel 65									
Tabel 66									
Tabel 67									
Tabel 68									
Tabel 69									
Tabel 70									
Tabel 71									
Tabel 72									
Tabel 73									
Tabel 74									
Tabel 75									
Tabel 76									
Tabel 77									
Tabel 78									
Tabel 79									
Tabel 80									
Tabel 81									
Tabel 82									
Tabel 83									
Tabel 84									
Tabel 85									
Tabel 86									
Tabel 87									
Tabel 88									
Tabel 89									
Tabel 90									
Tabel 91									
Tabel 92									
Tabel 93									
Tabel 94									
Tabel 95									
Tabel 96									
Tabel 97									
Tabel 98									
Tabel 99									
Tabel 100									

1. Arus Jenuh Dasar

Untuk pendekatan tipe P (arus terlindung), nilai S_o dapat diperoleh dengan menggunakan :

$$S_o = 775 \times W_e \text{ (smp/jam)}$$

a. Arah Utara

$$S_o = 775 \times 4,00 = 2400 \text{ smp/jam}$$

b. Arah Selatan

$$S_o = 775 \times 2,00 = 1550 \text{ smp/jam}$$

c. Arah Utara

$$S_o = 775 \times 3,00 = 2325 \text{ smp/jam}$$

d. Arah Barat

$$S_o = 775 \times 4,00 = 3100 \text{ smp/jam}$$

2. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Dengan jumlah penduduk 2.048.480 juta jiwa, dan berdasarkan tabel 2.13, maka Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS}) ditentukan sebesar 1,00.

3. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FR_{SU})

Nilai FR_{SU} 0,94 didapat karena rasio kendaraan tak bermotor PUM sebesar 0,002.

4. Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian Nilai FG 1,005. Faktor Penyesuaian Parkir Nilai FP 1,00

6. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT) Berdasarkan MKJI 1997, Nilai FRT didapatkan dengan :

a. Arah Utara

$$PRT = \frac{QRT}{Q_{tot}} = \frac{780}{1393} = 0,560$$

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$= 1,0 + 0,560 \times 0,26 = 1,14$$

b. Arah Selatan

$$PRT = \frac{QRT}{Q_{tot}} = \frac{11}{1131}$$

$$= 0,008$$

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$= 1,0 + 0,008 \times 0,26 = 1,00208$$

c. Arah Timur

$$PRT = \frac{QRT}{Q_{tot}} = \frac{13}{39} = 0,333$$

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$= 1,0 + 0,333 \times 0,26 = 1,086$$

d. Arah barat

$$PRT = \frac{QRT}{Q_{tot}} = \frac{577}{1268} = 0,455$$

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$= 1,0 + 0,455 \times 0,26 = 1,118$$

7. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai FRT didapatkan dengan melihat rumus :

a. Arah Utara

$$PLT = \frac{QLT}{Q_{TOT}} = \frac{3}{1393} = 0,002$$

$$N_{Q1} = 0,25 \times 492 \times \frac{(1,437 - 1)}{\sqrt{(1,437 - 1)^2 + \frac{8 \times 1,437 - 0,5}{492}}}$$

$$N_{Q1} = 109,8$$

3. Jumlah Kendaraan yang datang selama fase merah

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai N_{Q2} didapatkan dengan melihat rumus :

$$N_{Q2} = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana:

N_{Q2} = Jumlah smp yang datang selama fase merah

C = Waktu siklus (det)

GR = Rasio hijau

D_s = Derajat kejenuhan

- a. Arah Utara

$$N_{Q2} = 150 \times \frac{1-0,35}{1-0,35 \times 1,437} \times \frac{1719}{3600}$$

$$N_{Q2} = 93,3$$

- b. Arah Selatan

$$N_{Q2} = 150 \times \frac{1-0,35}{1-0,35 \times 1,437} \times \frac{769}{3600}$$

$$N_{Q2} = 42,2$$

- c. Arah Barat

$$N_{Q2} = 150 \times \frac{1-0,16}{1-0,16 \times 1,437} \times \frac{708}{3600}$$

$$N_{Q2} = 32,3$$

4. Total Kendaraan Antri

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai N_Q didapatkan dengan melihat rumus :

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2}$$

- a. Arah Utara

$$N_Q = 263,7 + 93,3 = 357,0$$

- b. Arah selatan

$$N_Q = 119,1 + 42,2 = 161,3$$

- c. Arah Barat

$$N_Q = 109,8 + 32,3 = 142,1$$

5. Panjang antrian (Q_L)

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai Q_L didapatkan dengan melihat rumus :

$$Q_L = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{masuk}}$$

- a. Arah Utara

$$Q_L = \frac{40,0 \times 20}{4,00} = 200 \text{ m}$$

- b. Arah Selatan

$$Q_L = \frac{40,0 \times 20}{2,00} = 400 \text{ m}$$

- c. Arah Barat

$$Q_L = \frac{40,0 \times 20}{4,00} = 200 \text{ m}$$

6. Angka Henti

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai Q_L didapatkan dengan melihat rumus :

$$N_s = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

Dimana:

C = Waktu siklus (det)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

- a. Arah Utara

$$N_s = 0,9 \times \frac{357,0}{1719 \times 150} \times 3600 = 4,475$$

- b. Arah Selatan

$$N_s = 0,9 \times \frac{161,3}{769 \times 150} \times 3600 = 4,519$$

- c. Arah Barat

$$N_s = 0,9 \times \frac{142,1}{708 \times 150} \times 3600 = 4,326$$

7. Jumlah Kendaraan Terhenti

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai N_{sv} didapatkan dengan melihat rumus :

$$N_{sv} = Q \times N_s$$

- a. Arah Utara

$$N_{sv} = 1719 \times 4,475 = 7693$$

- b. Arah Selatan

$$N_{sv} = 769 \times 4,519 = 3475$$

- c. Arah Barat

$$N_{sv} = 708 \times 4,326 = 3062$$

8. Angka henti seluruh simpang

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai NS_{TOT} didapatkan dengan melihat rumus :

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{tot}} = \frac{14230}{4640}$$

$$NS_{TOT} = 3,07$$

9. Tundaan Lalu Lintas rata-rata

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai D_T didapatkan dengan melihat rumus :

$$D_T = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

Dimana :

DT =Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

C =Waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat Kejenuhan

N_{Q1} = Jumlah kendaraan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C =Kapasitas

- a. Arah Utara

$$A = \frac{0,5 \times (1-0,35)^2}{(1-0,35 \times 1,437)} = 0,425$$

$$D_T = 150 \times 0,425 + \frac{263,7 \times 3600}{1196}$$

- b. Arah Selatan

$$A = \frac{0,5 \times (1-0,35)^2}{(1-0,35 \times 1,437)} = 0,425$$

$$D_T = 150 \times 0,425 + \frac{119,1 \times 3600}{535}$$

- c. Arah Barat

$$A = \frac{0,5 \times (1 - 0,16)^2}{(1 - 0,16 \times 1,437)} = 0,458$$

$$D_T = 150 \times 0,458 + \frac{109,8 \times 3600}{492}$$

$$= 871,6 \text{ det/smp}$$

10. Tundaan geometrik rata-rata

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai D_T didapatkan dengan melihat rumus :

$$D_G = (1 - P_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

Dimana:

D_G :Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat (det/smp)

P_{sv} :Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = NS

P_T :Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

a. Arah Utara

$$D_G = (1 - 4,475) \times ((0,002 + 0,560) \times 6) + (4,475 \times 4) = 6,2 \text{ det/smp}$$

b. Arah Selatan

$$D_G = (1 - 4,519) \times ((0,008) \times 6) + (4,519 \times 4) = 17,9 \text{ det/smp}$$

c. Arah Barat

$$D_G = (1 - 4,326) \times ((0,455) \times 6) + (4,326 \times 4) = 8,2 \text{ det/smp}$$

11. Tundaaan rata-rata

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai D didapatkan dengan melihat rumus :

$$D = D_T + D_G$$

a. Arah Utara

$$D = 857,8 + 6,2 = 864,0 \text{ det/smp}$$

b. Arah Selatan

$$D = 865,5 + 17,9 = 883,4 \text{ det/smp}$$

c. Arah Timur

$$D = 0 + 0 = \text{det/smp}$$

d. Arah Barat

$$D = 871,6 + 8,2 = 879,8 \text{ det/smp}$$

12. Tundaan Total

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai Tundaan total didapatkan dengan melihat rumus : $D \times Q$

a. Arah Utara

$$D \times Q = 864,0 \times 1719 = 1485374 \text{ det}$$

b. Arah Selatan

$$D \times Q = 883,4 \times 769 = 679240 \text{ det}$$

c. Arah Barat

$$D \times Q = 879,8 \times 708 = 622726 \text{ det}$$

13. Tundaan simpang rata-rata untuk seluruh simpang

Berdasarkan MKJI 1997, Nilai D_1 didapatkan dengan melihat rumus :

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}}$$

$$= \frac{2795650}{4640}$$

$$D_1 = \frac{2795650}{4640} = 602,51$$

14. Peluang Antrian ($Q_p\%$)

Berdasarkan MKJI 1997, peluang antrian didapatkan dengan melihat rumus :

a. Arah Utara

$$Q_p\% = 9,02 \times D_s + 20,66 \times D_s^2 + 10,49 \times D_s^3$$

$$= 9,02 \times 1,437 + 20,66 \times 1,437^2 + 10,49 \times 1,437^3$$

$$= 87 \%$$

$$Q_p\% = 47,71 \times D_s - 24,68 \times D_s^2 + 56,47 \times D_s^3$$

$$= 47,71 \times 1,437 - 24,68 \times 1,437^2 + 56,47 \times 1,437^3$$

$$= 185 \%$$

b. Arah Selatan

$$Q_p\% = 9,02 \times D_s + 20,66 \times D_s^2 + 10,49 \times D_s^3$$

$$= 9,02 \times 1,437 + 20,66 \times 1,437^2 + 10,49 \times 1,437^3$$

$$= 87 \%$$

$$Q_p\% = 47,71 \times D_s - 24,68 \times D_s^2 + 56,47 \times D_s^3$$

$$= 47,71 \times 1,437 - 24,68 \times 1,437^2 + 56,47 \times 1,437^3$$

$$= 185 \%$$

c. Arah Barat

$$Q_p\% = 9,02 \times D_s + 20,66 \times D_s^2 + 10,49 \times D_s^3$$

$$= 9,02 \times 1,437 + 20,66 \times 1,437^2 + 10,49 \times 1,437^3$$

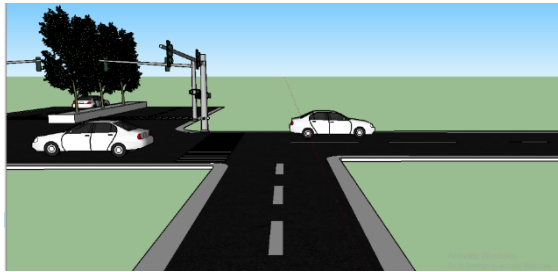
$$= 87 \%$$

$$Q_p\% = 47,71 \times D_s - 24,68 \times D_s^2 + 56,47 \times D_s^3$$

$$= 47,71 \times 1,437 - 24,68 \times 1,437^2 + 56,47 \times 1,437^3$$

$$= 185 \%$$

Mengingat pekerjaan simpang berdasarkan hasil evaluasi bahwa simpang Delitua kondisi nya sangat tidak baik akibat volume yang tinggi dan kondisi geometrik simpang yang sangat kecil dan tidak memiliki *traffic light* atau APILL oleh karena itu melalui perhitungan analisa yang dilakukan simpang tersebut dicoba menggunakan APILL (Alat Pemberi Lampu Isyarat Lalu Lintas) pada persimpangan dan hasil nya seperti berikut.



Gambar 2. Persimpangan

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis perencanaan geometrik persimpangan Jalan Deli Tua – Pamah di Kabupaten Deli Serdang, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi geometrik eksisting persimpangan belum sesuai dengan standar PPTGS dan MKJI, ditandai dengan lebar lajur yang sempit, radius tikungan yang kecil, serta jalur belok yang tidak memadai, sehingga menimbulkan antrean panjang, konflik lalu lintas, dan potensi kecelakaan.
2. Hasil perhitungan kapasitas menunjukkan derajat kejenuhan (DS) lebih dari 1 pada beberapa lengan simpang, yang mengindikasikan bahwa persimpangan tersebut sudah jenuh dan tidak mampu menampung volume lalu lintas saat jam sibuk.
3. Perencanaan ulang dengan pelebaran lajur, penyesuaian radius tikungan, penambahan jalur belok, serta pengaturan ulang waktu siklus lampu lalu lintas dapat meningkatkan kapasitas simpang, menurunkan waktu tunda, mengurangi panjang antrean, serta meningkatkan tingkat pelayanan (LOS) persimpangan.
4. Secara umum, penerapan perencanaan geometrik sesuai standar teknis mampu meningkatkan kinerja lalu lintas, mengurangi risiko kecelakaan, dan meningkatkan kenyamanan pengguna jalan di persimpangan Jalan Deli Tua – Pamah.
5. Jika persimpangan di rubah ke simpang bersinyal dari hasil evaluasi di peroleh kinerja eksisting Simpang Bersinyal Jalan simpang delitua – pamah , diketahui bahwa kinerja simpang pada jam puncak kamis pagi waktu tunda total lalu lintas simpang sebesar 27956650 smp/det , sedangkan waktu tunda simpang rata-rata sebesar 602,51 det/smp dengan jumlah kendaraan terhenti 14230 smp/jam dan total kendaraan terhenti rata-rata 3,07 top/smp ,dan untuk total waktu hijau Total sebesar 129 detik dengan pergerakan Lengan A sebesar 52 detik, lengan B 53 detik, lengan CD 24 detik, waktu merah semua sebesar 3 detik dan waktu kuning 4 Detik, Hasil evaluasi di atas mengindikasikan bahwa persimpangan tersebut memiliki kinerja yang kurang baik, hal ini di sebabkan jumlah kendaraan dan kapasitas yang

tersedia tidak seimbang, sehingga direkomendasikan untuk melakukan perubahan geometric simpang dengan cara melebarkan kapasitas jalan.

5.1 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis menyarankan agar pemerintah daerah dan instansi terkait segera melakukan perbaikan geometrik persimpangan sesuai standar untuk meningkatkan kapasitas dan keselamatan lalu lintas. Pengaturan siklus lampu lalu lintas juga perlu disesuaikan secara berkala dengan kondisi volume kendaraan. Selain itu, diperlukan penataan lingkungan sekitar simpang, seperti mengatur keberadaan parkir liar, pedagang kaki lima, dan halte angkutan umum yang dapat mengganggu kelancaran arus lalu lintas. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan perangkat simulasi lalu lintas agar hasil yang diperoleh lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- [1]. Akbardin, J., Putri, R. A., & Surbakti, F. 2025. *Analysis of signalised intersection performance improvement on PHH. Mustofa Road Section, Bandung City based on coordination intersection modeling*. ASTONJADRO: Jurnal Rekayasa Sipil, 14(1), 101–112.
- [2]. An, K., Yu, D., & Sun, D., 2022. *Optimized intersection signal timing: An intelligent approach-based study for sustainable models*. Sustainability, 14(18), 11422.
- [3]. Harahap, M. & Dewi, S., 2019. *Analisis Kapasitas dan Derajat Kejenuhan pada Persimpangan Bersinyal Berdasarkan MKJI 1997*. Jurnal Transportasi Indonesia, 7(1), pp.45-53.
- [4]. Hasibuan, R., Nasution, F. & Siregar, L., 2020. *Evaluasi Geometrik dan Kinerja Persimpangan Bersinyal di Kota Medan*. Jurnal Rekayasa Sipil, 14(1), pp.65-75.
- [5]. Prasetyo, H., Rahman, F. & Wibowo, T., 2021. *Standar Geometrik Persimpangan Jalan di Indonesia: Tinjauan MKJI dan Manual Desain Jalan*. Jurnal Infrastruktur dan Teknik Sipil, 10(4), pp.210-220.
- [6]. Putra, Y. & Sari, M., 2018. *Perencanaan Persimpangan Bersinyal yang Aman dan Efisien*. Jurnal Teknik dan Manajemen Jalan, 9(2), pp.55-62.
- [7]. Sari, N. & Hamzah, R., 2021. *Evaluasi dan Perencanaan Geometrik Persimpangan Bersinyal di Kabupaten Deli Serdang*. Jurnal Teknik Sipil Sumatera, 11(1), pp.100-109.
- [8]. Sutanto, E. & Hidayat, R., 2022. *Standar Perencanaan Geometrik Jalan dan Implementasinya di Indonesia*. Jurnal Teknik dan Perencanaan, 13(2), pp.77-85.

- [9]. Wulandari, P., Wijaya, A. & Prasetyo, R., 2020. *Dampak Geometrik Persimpangan terhadap Kapasitas Jalan di Kota Semarang*. Jurnal Transportasi dan Keselamatan, 9(3), pp.150-158.
- [10]. Fadilah, R. & Putra, A., 2020. *Penggunaan Simulasi VISSIM dalam Perencanaan Geometrik Persimpangan di Kota Bandung*. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, 12(2), pp.89-97.
- [11]. Grigonis, V., Andriejauskas, T., & Mačiulis, A. (2023). *Performance analysis of one-level signalised urban intersections with exclusive pedestrian phases and diagonal crossings*. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 18(2), 619–632.
- [12]. Harahap, M. & Dewi, S., 2019. *Analisis Kapasitas dan Derajat Kejenuhan pada Persimpangan Bersinyal Berdasarkan MKJI 1997*. Jurnal Transportasi Indonesia, 7(1), pp.45-53.
- [13]. Hasibuan, R., Nasution, F. & Siregar, L., 2020. *Evaluasi Geometrik dan Kinerja Persimpangan Jalan di Kota Medan*. Jurnal Rekayasa Sipil, 14(1), pp.65-75.
- [14]. Putra, Y. & Sari, M., 2018. *Perencanaan Persimpangan Jalan yang Aman dan Efisien*. Jurnal Teknik dan Manajemen Jalan, 9(2), pp.55-62.
- [15]. Sari, N. & Hamzah, R., 2021. *Evaluasi dan Perencanaan Geometrik Persimpangan Bersinyal di Kabupaten Deli Serdang*. Jurnal Teknik Sipil Sumatera, 11(1), pp.100-109.
- [16]. Sutanto, E. & Hidayat, R., 2022. *Standar Perencanaan Geometrik Jalan dan Implementasinya di Indonesia*. Jurnal Teknik dan Perencanaan, 13(2), pp.77-85.
- [17]. Yalcinli, M., Ates, M., & Tanyel, S. (2024). *Adaptive traffic management model for signalised intersections*. Elektronika ir Elektrotechnika, 30(1), 53–61.