

Analisis Kapasitas dan Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Dempal, Kota Solok)

Gusmulyani¹⁾, Irawan, Ade.²⁾

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Kota Solok,
Sumatera Barat

email: gusmulyani70@gmail.com

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kuantan Singingi, Desa Lunuk Jambi,
Kuansing, Riau

email: ade_tsda12Uniks@yahoo.com

Abstrak

Simpang Dempal merupakan salah satu persimpangan bersinyal di Kota Solok. Simpang ini memiliki 3 lengan yang menghubungkan ruas Jalan KS. Tubun, Jalan Proklamasi, dan Jalan Sudirman. Simpang Dempal berlokasi di daerah komersil dimana disepanjang persimpangan terdapat pertokoan, perkantoran, sekolah, dan ruang terbuka hijau yang dijadikan sebagai sarana rekreasi di Kota Solok. Banyaknya pusat kegiatan di sekitar persimpangan berbanding lurus dengan jumlah kendaraan yang melewati persimpangan kinerja persimpangan. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap kapasitas dan kinerja dari Simpang Dempal, Kota Solok. Acuan yang dipakai dalam menganalisis kinerja simpang adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Terdapat data primer yang diperoleh dari melakukan hasil pengamatan atau pencatatan secara langsung di lokasi berupa data geometrik jalan dan data arus lalu lintas di jam sibuk pagi, siang, dan sore. Sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi pemerintahan atau lembaga lain, meliputi Peta wilayah dan jumlah penduduk. Dari hasil analisis kinerja simpang diperoleh derajat kejenuhan pendekatan barat adalah 0.39, pendekatan selatan 0.47, dan pendekatan timur adalah 0.48. Tundaan rata-rata simpang selama 39.3 detik/smp. Sehingga tingkat pelayanan simpang adalah D.

Kata kunci: simpang bersinyal, antrian, tundaan, kinerja simpang, derajat kejenuhan

1. PENDAHULUAN

Kota solok merupakan kota yang menjadi titik perlintasan dari berbagai macam tujuan perjalanan antar kota dan antar provinsi di Sumatra Barat. Hal ini menyebabkan banyaknya kendaraan yang melewati ruas jalan dan persimpangan di Kota Solok.

Simpang Dempal merupakan salah satu persimpangan bersinyal di Kota Solok. Simpang ini memiliki 3 lengan yang menghubungkan ruas Jalan KS. Tubun, Jalan Proklamasi, dan Jalan Sudirman. Simpang Dempal berlokasi di daerah komersil dimana disepanjang persimpangan terdapat pertokoan, perkantoran, sekolah, dan ruang terbuka hijau yang dijadikan sebagai sarana rekreasi di Kota Solok. Selain itu persimpangan ini berada dekat dengan pasar tradisonal terbesar di Kota Solok sehingga ada banyak pusat aktivitas di sekitar Simpang Dempal.

Banyaknya pusat kegiatan di sekitar persimpangan berbanding lurus dengan jumlah kendaraan yang melewati persimpangan dan mempengaruhi volume lalu lintas sehingga berdampak pada kinerja persimpangan. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap kapasitas dan kinerja dari Simpang Dempal, Kota Solok.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian yaitu pada persimpangan Jalan Ks. Tubun-Proklamasi-Sudirman. Simpang ini merupakan simpang bersinyal dengan waktu tetap. Data lalu lintas diambil pada waktu puncak sebanyak tiga periode, yaitu pada pagi hari mulai pukul 06.00 – 08.00, di siang hari mulai pukul 12.00 – 14.00 dan di sore hari mulai pukul 16.00 – 18.00.

Terdapat dua jenis data yang diperlukan:

a. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan atau pencatatan secara langsung di lokasi, meliputi:

- Data Geometrik Simpang
Data geometrik berupa lebar pendekatan efektif (W_o) pada masing - masing pendekatan, lebar masuk (W_{entry}) pada masing – masing pendekatan, lebar keluar (W_{exit}) pada masing – masing pendekatan, dan juga lebar belok kiri langsung (W_{LTOR}) pada masing – masing pendekatan.
- Data arus lalu lintas
Data arus lalu lintas adalah data arus kendaraan tiap – tiap pendekatan yang dibagi dalam tiga arus, yaitu :
 - Arus kendaraan lurus (ST)
 - Arus kendaraan belok kanan (RT)
 - Arus kendaraan belok kiri langsung (LTOR)

b. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi pemerintahan atau lembaga lain, meliputi Peta wilayah dan jumlah penduduk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Arus Lalu Lintas

Perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan belok kiri (QLT), lurus (QST) dan belok kanan (QRT) harus dikonversikan dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (SMP) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (EMP) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Tabel 1 Nilai EMP Persimpangan

Tipe Kendaraan	Nilai emp untuk masing-masing tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
LV	1	1
HV	1.3	1.3
MC	0.2	0.4

Perhitungan untuk masing-masing rasio kendaraan yang membelok ke kiri dan ke kanan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

- Perhitungan rasio kendaraan belok kiri

$$P_{LT} = \frac{LT(smp/jam)}{Total(smp/jam)}$$

- Perhitungan rasio kendaraan belok kanan

$$P_{RT} = \frac{RT(smp/jam)}{Total(smp/jam)}$$

- Perhitungan rasio kendaraan tidak bermotor

$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{MV}$$

Dari hasil survey dilapangan ditemukan:

Tabel 2 Arus Lalu Lintas Simpang Dempal

Kode Pendekatan	Kendaraan Bermotor Total MV		Rasio Berbelok		Kend Tak Bermotor	
	Kend/Jam	smp/jam	Plt	Prt	Arus UM kend/jam	Rasio UM/MV
Barat	832	334		0.41	9	0.005
Selatan	941	378	0.42	0.43	9	0.005
Timur	916	352	0.41		16	0.011

b. Arus jenuh dasar

Arus jenuh yang disesuaikan (S) yaitu besarnya keberangkatan antrian dalam pendekat selama kondisi tertentu setelah disesuaikan dengan kondisi persimpangan (smp/jam hijau). Dihitung dengan rumus:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Dimana :

- FCS = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
- FSF = Faktor penyesuaian Hambatan Samping
- FG = faktor penyesuaian kelandaian,
- FP = faktor penyesuaian parkir,
- FRT= faktor penyesuaian belok kanan,
- FLT= faktor penyesuaian belok kiri.

Faktor penyesuaian arus jenuh dasar:

- Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Tabel 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
>3.0	1.05
1.0-3.0	1
0.5-1.0	0.94
0.1-0.5	0.83
<0.1	0.82

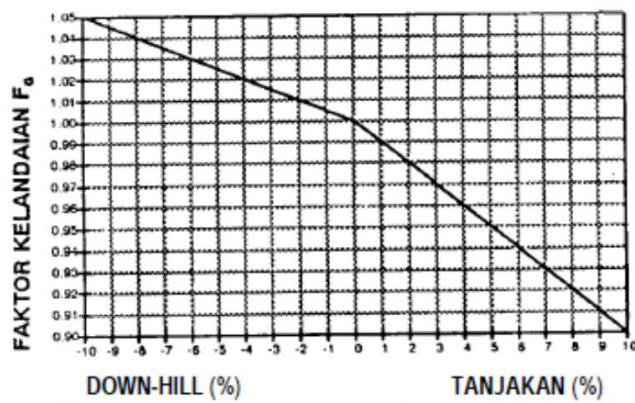
- Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tabel 4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	>0.25
Komersial(COM)	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
		Terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81

	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71
		Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
		Terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
		Terlindung	0.96	0.94	0.92	0.99	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
		Terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
		Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.85	0.75
	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

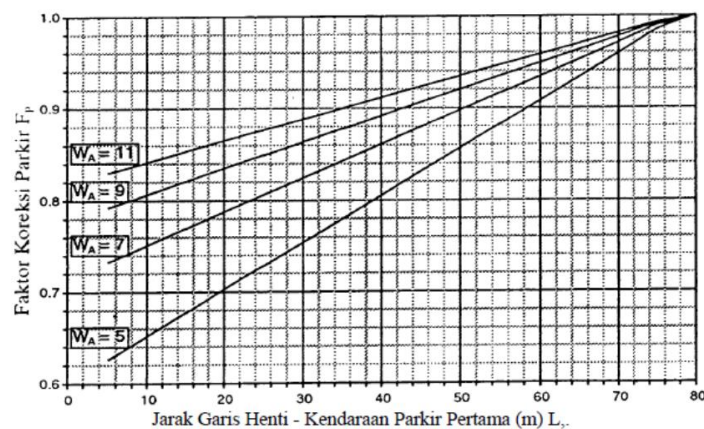
- Faktor penyesuaian kelandaian



Gambar 1 Faktor Penyesuaian Kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian (FG) didapat dari grafik. Untuk kelandaian 0% faktor penyesuaian kelandaian (FG) adalah 1.

- Faktor penyesuaian parkir



Gambar 2 Faktor Penyesuaian Parkir

- Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

Keterangan:

FRT = faktor penyesuaian belok kanan,
PRT = rasio belok kanan.

- Faktor penyesuaian belok kiri

$$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$$

Keterangan:

FLT = faktor penyesuaian belok kiri,

PLT = rasio belok kiri.

Dari berbagai faktor penyesuaian ditemukan bahwa arus jenuh dasar dari simpang dempal, sebagai berikut:

Tabel 5 Perhitungan Arus Jenuh Dasar

Kode Pendekatan	Arus Jenuh smp/jam Hijau							
	Lebar Efektif (m) W	Nilai Dasar smp/jam Hijau So	Faktor-Faktor Penyesuaian				Hanya Tipe P	
			Semua Tipe Pendekat				Belok Kanan Frt	Belok Kiri Flt
			Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp		
U								
B	7	4200	0.8200	0.95	1	1	1.1066	1.00
S	7	4200	0.8200	0.95	1	1	1.1118	0.93
T	7	4200	0.8200	0.95	1	1	1	0.93

c. Rasio Arus/Rasio Arus Jenuh

- Rasio Arus Jenuh (FR)

Rasio arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau). Untuk menghitung rasio arus jenuh pada masing – masing pendekat, gunakan persamaan berikut:

$$FR = \frac{Q}{S}$$

Keterangan:

FR = rasio arus,

Q = arus lalu lintas (smp/jam),

S = arus jenuh (smp/jam hijau).

- Rasio Arus Simpang (IFR)

Rasio arus simpang merupakan jumlah dari rasio kritis (= tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam semua siklus. Sebagai jumlah dari nilai – nilai FR, gunakan persamaan berikut:

$$IFR = \sum FR_{CRIT}$$

Keterangan:

IFR = rasio arus simpang,

Frcrit = rasio arus kritis.

- Rasio Fase (PR) masing – masing fase

Rasio fase didefinisikan sebagai rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

Sebagai rasio antara Frcrit dan IFR, gunakan persamaan berikut :

$$PR = \frac{FR_{CRIT}}{IFR}$$

Keterangan:

- PR :rasio fase,
 Fr_{crit} :rasio arus kritis,
 IFR : rasio arus simpang.

Hasil perhitungan rasio arus, sebagai berikut:

Tabel 6 Perhitungan Rasio Arus

Kode Pendekatan	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Rasio Arus FR Q/S	Rasio Fase PR=Fr _{crit} IFR
U			
B	334	0.0923	0.2894
S	378	0.1114	0.3494
T	352	0.1151	0.3612

d. Kapasitas Simpang

- Kapasitas

Perhitungan kapasitas masing – masing pendekat, gunakan persamaan berikut :

$$C = S \times g \ c$$

Keterangan:

- C = Kapasitas (smp/jam),
 S = Arus jenuh (smp/jam hijau),
 g = Waktu hijau (dt),
 c = Waktu siklus sinyal (dt),

Nilai c dapat dicari menggunakan rumus:

$$c = \frac{(1,5 \times LTI \ x + 5)}{(1 - FR_{CRIT})}$$

Dari perhitungan ditemukan kapasitas simpang dempal sebesar:

Tabel 7. Perhitungan Kapasitas Simpang

Kode Pendekatan	Kapasitas smp/jam $S \times g/c$
U	
B	855.8
S	802.0

T	722.6
---	-------

- Derajat Kejenuhan

Perhitungan derajat kejenuhan masing – masing pendekat, gunakan persamaan berikut :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan,

Q = Arus lalu lintas (smp/detik),

C = Kapasitas (smp/jam),

Dari perhitungan ditemukan derajat kejenuhan simpang dempal sebesar:

Tabel 8 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Kode Pendekatan	Derajat Kejenuhan Q/C
U	
B	0.390
S	0.471
T	0.487

e. Jumlah Kendaraan Antri

Jumlah kendaraan antri (smp) terdiri dari jumlah kendaraan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) dan jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2).

Jika $DS > 0.5$

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{C}} \right]$$

Dimana :

DS = Derajat jenuh

GR = Rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh x rasio hijau (S x GR)

Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ2) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana :

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

Qmasuk = arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

Dari perhitungan ditemukan hasil, sebagai berikut:

Tabel 9 Perhitungan Antrian Simpang Dempal

Kode Pendekatan	NQ1	NQ2	NQ

U			
B	0	8.585335	8.585335409
S	0	9.925767	9.925767316
T	0	9.282088	9.282087874

f. Angka Henti

Angka henti (NS) masing – masing pendekatan didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian), yang dihitung dengan persamaan berikut :

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

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing – masing pendekatan dihitung dengan persamaan berikut :

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

Angka henti seluruh simpang dapat dihitung dengan membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekatan arus simpang total Q (kend/jam):

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{TOT}}$$

Dari perhitungan ditemukan hasil, sebagai berikut:

Tabel 10 Hasil Perhitungan Angka Henti Simpang Dempal

Kode Pendekatan	NS	Nsv	NS Total
U			
B	0.757	252.877	0.769
S	0.773	292.359	0.769
T	0.777	273.400	0.769

g. Tundaan

Tundaan lalu-lintas rata-rata setiap pendekatan (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakangerakan lainnya pada simpang. Untuk menghitung tundaan pada setiap pendekatan, gunakan persamaan sebagai berikut :

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

Tundaan geometri rata-rata masing – masing pendekatan (DG) akibat penambahan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika diberhentikan oleh lampu merah, gunakan persamaan berikut:

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

Dimana :

DG1 = tundaan geometri rata-rata untuk pendekatan j (det/smp)

PSV = rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\text{Min}(\text{NS}, 1)$

PT = rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Tabel 11 Perhitungan Tundaan Simpang Dempal

Kode Pendekatan	DT	DG	D	D.Q
U				
B	35.332	3.626	38.958	13012.005
S	36.094	3.678	39.772	15033.873
T	36.246	3.107	39.353	13852.311

h. Tundaan Simpang Rata-Rata

Tundaan simpang rata-rata di Simpang Dempal diperoleh dengan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} D_l &= \Sigma D_{\text{total}}/Q_{\text{total}} \\ &= 41898.2/1064 \\ &= 39.3 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 tahun 2015 mengenai tingkat pelayanan simpang bersinyal maka hasil tundaan pada kondisi eksisting tersebut masuk dalam tingkat D yaitu antara 25.1-40 det/smp dimana nilai tundaan rata – rata yang dihasilkan yaitu 39.3 det/smp.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang bersinyal pada simpang Dempal dapat diketahui bahwa derajat kejenuhan simpang dempal pendekat barat adalah 0.39, pendekat selatan adalah 0.47, dan pendekat timur adalah 0.48. Dengan nilai derajat kejenuhan <0.75 ketiga pendekat belum jenuh.

Nilai angka henti total (NS total) adalah 0.769 dengan nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 39.3 detik/smp. Sehingga berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 tahun 2015 tingkat pelayanan simpang bersinyal (Level of Service) simpang dempal adalah D (25.1-40 dtk/smp).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak masyarakat beserta aparatur kota solok dan juga kepada semua pihak yang terlibat dalam Tim Penelitian Prodi Teknik Sipil Muhammadiyah Sumatera Barat dan Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi yang telah memberi dukungan terhadap keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015. n.d.

Ardhitya Bimaputra, Wafi Granita Wuri Bemby, Wahyudi K, and Y. I. Wicaksono. 2017. "ANALISIS KINERJA SIMPANG DAN RUAS JALAN DI KAWASAN JALAN PAHLAWAN, KOTA BANDUNG." *JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL* 6 (3): 45–55.

Dr. Muhammad Arsyad, ST, MT, and Dewi Septiana. 2021. "ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL JALAN A. YANI – JALAN BACO KABUPATEN

TABALONG.” *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)* 10 (2): 82–87.

Fakhruriza Pradana, Arief Budiman, and Nova Robekha. 2016. “ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG CIRUAS SERANG.” *TEKNIKA* 12 (3): 375–85.

I Pande Made Andika Mulyana Putra, Dewa Ayu Nyoman Sriastuti, and Anak Agung Sagung Dewi Rahadiani. 2021. “ANALISIS SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG ULUWATU, BADUNG, BALI.” *Teknik Gradien* 13 (2): 22–27.

Manajemen Kapasitas Jalan Indonesia. 1997.

Oyi Febri Suryaningsih, Hermansyah, and Eti Kurniati. 2020. “ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS JALAN HASANUDDIN-JALAN KAMBOJA, SUMBAWA BESAR).” *INERSIA, Vol. XVI No. 1*, 16 (1): 74–84.

Roma Andika. 2022. “ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN DENGAN PENGATURAN ULANG WAKTU SIKLUS APILL DI SIMPANG EMPAT MAYA KOTA TEGAL.” *UNITECH* 1 (2): 84–95.

Sony Widyawan, and Rukman. 2019. “Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Meningkatkan Keselamatan Pada Simpang Depok Kota Depok.” *Teknik Dan Keselamatan Transportasi* 2 (1): 30–38.