

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN METODE PKJI 2014 DAN VISUALISASI MENGGUNAKAN SOFTWARE VISSIM

(Studi Kasus Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai)

Lis Ayu Widari¹, Ichwanul Amin Tanjung², Muthmainnah³, Zuraida⁴

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia.
Email: Lisayu@unimal.ac.id¹, Ichwanulamin89@gmail.com², Muthmainnah32@gmail.com³,
Zuraida@unimal.ac.id⁴*

Abstrak

Kemacetan merupakan permasalahan lalu lintas yang sering terjadi di Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai. Kemacetan dikarenakan banyaknya volume lalu lintas yang melintasi kawasan tersebut, oleh karena itu diperlukan sistem Alat Pemberi isyarat Lalu Lintas (APILL) yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja APILL yang ada pada Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai serta merencanakan ulang sistem pembagian waktu APILL jika pada kondisi awal tidak efektif. Perhitungan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Metode penelitian yang digunakan adalah Survei yang dilakukan selama empat hari (Senin, Selasa, Kamis dan Minggu) dengan LHR dan jam puncak tertinggi pada hari Minggu, yaitu 4301,74 skr/jam dan jam puncak pada pukul 17.00 – 18.00 dengan volume kendaraan 5534,25 skr/jam. Dari hasil analisis kondisi eksisting nilai kapasitas $C = 1831$ skr/jam dan derajat kejenuhan $DJ = 0,89$ pada pendekatan utara, nilai kapasitas $C = 431$ skr/jam dan derajat kejenuhan $DJ = 0,20$ pada pendekatan timur, nilai kapasitas $C = 1538$ skr/jam dan nilai derajat kejenuhan $DJ = 0,91$ pada pendekatan selatan, nilai kapasitas $C = 2179$ skr/jam dan nilai derajat kejenuhan $DJ = 0,55$ pada pendekatan barat, menunjukkan bahwa kinerja Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai pada kondisi eksisting sudah mengalami kejenuhan. Setelah dilakukannya perubahan lebar geometrik dan waktu siklus maka nilai kapasitas $C = 2204$ skr/jam dan nilai derajat kejenuhan $DJ = 0,74$ pada pendekatan utara, nilai kapasitas $C = 424$ skr/jam dan derajat kejenuhan $DJ = 0,20$ pada pendekatan timur, nilai kapasitas $C = 1886$ skr/jam dan derajat kejenuhan $DJ = 0,74$ pada pendekatan selatan, nilai kapasitas $C = 1602$ skr/jam dan derajat kejenuhan $DJ = 0,74$ pada pendekatan barat. Dari hasil perencanaan ulang kinerja simpang menjadi lebih efektif.

Kata Kunci: *Simpang, Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APIIL), PKJI, Kapasitas, Derajat Kejenuhan.*

Pendahuluan

Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai merupakan salah satu simpang bersinyal di kota Binjai yang kerap terjadi permasalahan pada simpang. Permasalahan terjadi karena volume lalu lintas yang cukup padat, di mana letak simpang yang strategis yakni Jalan Soekarno Hatta dan Jalan T. Amir Hamzah berada di Jalan Lintas Sumatera dan Jalan Sutomo Dan Jalan Cut Nyak Dien yang merupakan jalur masuk ke kawasan perkotaan Kota Binjai dan jalur akses ke beberapa daerah wisata. Kemudian faktor hambatan samping, kompleks pertokoan yang berada di sekitar simpang dan parkir kendaraan bagi pelanggan toko maupun angkutan umum menjadi salah satu penyebab permasalahan pada simpang. Selain volume lalu lintas dan faktor hambatan samping, permasalahan juga disebabkan karena persimpangan yang menggunakan bundaran sehingga waktu

sinyal tidak lagi efektif menyebabkan lalu lintas yang masuk ke persimpangan harus mengikuti pola alirannya, sehingga mengakibatkan tundaan menjadi tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai yang ada saat ini dan memberikan alternatif pemecahan masalah yang tepat pada simpang tersebut.

Materi Dan Metode

Pengertian Simpang. Simpang merupakan pertemuan dua atau lebih jalan yang sebidang. Pertemuan bisa berupa simpang-3 maupun simpang-4 dan dapat berupa pertemuan antara tipe 2/2TT, tipe jalan 6/2T, tipe jalan 8/2T ataupun kombinasi dari beberapa tipe jalan tersebut. Pada saat berkendara di jalan-jalan yang memiliki persimpangan, maka pengendara dapat mengambil keputusan untuk jalan terus atau berbelok berpindah jalan [1].

Arus Jenuh. Arus jenuh (skr/jam) merupakan hasil kali antara arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor-faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal [1]. Di mana S_0 merupakan S pada keadaan lalu lintas dan geometrik ideal. S dapat dihitung menggunakan pers.1 berikut:

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk} \quad (1)$$

Keterangan :

- F_{UK} = faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{HS} = faktor penyesuaian lingkungan jalan
- F_G = faktor penyesuaian kelandaian
- F_P = faktor penyesuaian parkir
- F_{BKk} = faktor penyesuaian belok kanan
- F_{BKl} = faktor penyesuaian belok kiri

Faktor Ukuran Kota. Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan [1]. Pengkategorian ukuran kota dibedakan menjadi lima berdasarkan kriteria populasi penduduk, besar nilai F_{UK} dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Jumlah Penduduk Kota (Juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})
>3,0	1,05
1,0 -3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Faktor Hambatan Samping. Sebagai fungsi dari jenis lingkungan, hambatan samping, serta rasio kendaraan tidak bermotor. Jika hambatan samping tidak diketahui, maka hambatan samping dianggap tinggi agar kapasitas tidak terlalu besar [1]. Faktor penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{HS})

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	\geq 0,25
Komersial (KOM)	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
Permukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	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	0,80	0,75
	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88	

Faktor Penyesuaian Parkir. Faktor penyesuaian parkir (F_P) merupakan fungsi dari garis henti hingga ke kendaraan yang diparkir pertama pada lajur pendekat [1]. F_P dihitung menggunakan pers. 2 berikut:

$$F_P = \frac{\left[\frac{LP}{3} - \frac{(L-2) \times \left(\frac{LP}{3} \right)}{L} \right]}{H} \quad (2)$$

Keterangan:

LP = jarak antara garis henti ke kendaraan yang parkir pertama (m)

L = lebar pendekat (m)

H = waktu hijau pada pendekat yang ditinjau (nilai normal 26 detik)

Faktor Belok Kanan. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKa}) merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kanan [1]. F_{BKa} dihitung menggunakan pers.3 berikut:

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (3)$$

Keterangan :

R_{BKa} = rasio kendaraan belok kanan

Faktor Belok Kiri. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{BKl}) merupakan fungsi dari rasio belok kiri [1]. F_{BKl} dihitung menggunakan pers.4 berikut:

$$F_{BKi} = 1,0 - R_{BKi} \times 0,16 \quad (4)$$

Keterangan :

R_{BKi} = rasio kendaraan belok kiri

Rasio Arus. Rasio arus merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing-masing pendekat [1]. Dalam analisis rasio arus, $R_{Q/S}$ perlu memperhatikan bahwa:

1. Jika arus BKiJT maka hanya arus lurus dan belok ke kanan saja yang dihitung sebagai nilai Q.
2. Jika LE = LK, maka hanya arus lurus saja yang masuk ke dalam nilai Q.
3. Jika pendekat memiliki dua fase yaitu fase untuk arus terlawan (O) dan fase untuk arus terlindung (P), maka arus gabungan dihitung menggunakan pers.5 berikut.

$$R_{Q/S} = \frac{Q}{S} \quad (5)$$

Keterangan :

Q = volume lalu lintas (skr/jam)

S = arus jenuh (skr/jam)

Waktu Siklus Dan Waktu Hijau

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cbs)
Langkah awal ialah menentukan waktu siklus untuk sistem kendali waktu tetap yang dapat dilakukan menggunakan rumus *Websters* [2]. Nilai c dihitung menggunakan pers.6 berikut:

$$c = \frac{(1,5 \times HH + 5)}{1 - \sum R/Q_{kritis}} \quad (6)$$

Keterangan :

c = waktu siklus (detik)

HH = jumlah waktu hijau hilang per siklus (detik)

RQ/Skritis = nilai RQ/S yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama

$\sum RQ/S$ kritis = rasio arus simpang

Waktu siklus yang layak terlihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Waktu Siklus Yang Layak

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak (detik)
Dua-fase	40 - 80
Tiga-fase	50 - 100
Empat-fase	80 - 130

2. Waktu Hijau (Hi)

Waktu hijau merupakan isyarat lampu hijau sebagai izin berjalan bagi kendaraan pada lengan simpang yang ditinjau. Waktu hijau dihitung menggunakan pers.7 berikut:

$$H_i = (c - HH) \times \frac{RQ/Skritis}{\sum i(R/Qkritis)_i} \quad (7)$$

Keterangan :

H_i = waktu hijau pada fase i (detik)
 i = indeks untuk fase ke i

Kinerja Simpang

Kapasitas Simpang. Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam skr/jam. kapasitas simpang bersinyal untuk setiap lengan simpang dihitung menggunakan pers.8 berikut:

$$C = S \times \frac{H}{c} \quad (8)$$

Keterangan :

C = kapasitas simpang bersinyal (skr/jam)
 S = arus jenuh (skr/jam)
 H = total waktu hijau dalam satu siklus (detik)
 c = waktu siklus (detik)

Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan (DJ) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan, Jika Derajat Kejenuhan pada suatu simpang lebih besar dari 0,85 maka simpang tersebut sudah mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan panjang antrian pada kondisi lalu lintas puncak[1]. Derajat Kejenuhan dihitung dengan pers.9 berikut:

$$DJ = \frac{Q}{C} \quad (9)$$

Keterangan :

Q = arus lalu lintas (skr/jam)
 C = kapasitas simpang bersinyal (skr/jam)

Panjang Antrian. Panjang antrian merupakan kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekatan [1]. Panjang antrian dihitung dengan pers.10 berikut:

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM} \quad (10)$$

Keterangan:

NQ = jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau
 LM = lebar masuk

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (11)$$

Keterangan:

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
 NQ_2 = Jumlah kendaraan yang datang terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times c \times \left\{ (DJ - 1)^2 + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0,5)}{c}} \right\} \quad (12)$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times DJ)} \times \frac{Q}{3600} \quad (13)$$

Keterangan:
RH = Rasio Hijau

Kendaraan Terhenti. Rasio kendaraan henti adalah rasio kendaraan pada pendekatan yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekatan tersebut [1]. Kendaraan terhenti dihitung menggunakan pers.14 berikut:

$$RKH = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (14)$$

Tundaan. Tundaan ialah waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang. Tundaan lalu lintas pada simpang APILL meliputi:

1. Tundaan lalu lintas (TL) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu-lintas dengan gerakan lalu lintas yang berlawanan.
2. Tundaan geometrik (TG) adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpang dan/atau yang terhenti oleh lampu merah.

$$T = TL + TG \quad (15)$$

$$TL = c \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times Dj)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (16)$$

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4) \quad (17)$$

Keterangan:
PB = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekatan

Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan menyatakan tingkat kualitas arus lalu lintas yang sesungguhnya terjadi. Tingkat ini dinilai berdasarkan tingkat kemudahan dan kenyamanan pengemudi melalui prasarana yang ia gunakan. Penilaian kenyamanan mengemudi dilakukan berdasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak.

Tingkat pelayanan dibedakan menjadi enam kelas, yaitu dari kelas A sampai dengan kelas F, di mana kelas A kelas yang terbaik dan kelas F kelas yang terburuk pelayanannya. [3].

Tabel 4. Indeks Tingkat Pelayanan

Indeks Tingkat Pelayanan	Tundaan Kendaraan (detik)
A	≤5
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	≥60,0

Vissim

Vissim adalah perangkat lunak multimoda simulasi lalu lintas aliran mikroskopis. *Vissim* dikembangkan oleh PTV (*Planung Transportasi Verkehr AG*) di Karlsruhe, Jerman. *VISSIM* berasal dari Jerman yang mempunyai nama "*Verkehr Städten - SIMulationsmodell*" yang berarti model simulasi lalu lintas perkotaan. *Vissim* diluncurkan pada tahun 1992 dan berkembang sangat baik hingga saat ini [4].

Vissim telah digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan. Dalam jaringan-jaringan transportasi berikut, *Vissim* mampu memodelkan semua klasifikasi fungsi jalan mulai dari jalan raya lintas untuk sepeda motor hingga jalan raya untuk mobil. Jangkauan aplikasi jaringan *Vissim* yang luas juga meliputi fasilitas –fasilitas transportasi umum, sepeda hingga pejalan kaki. Selain itu *Vissim* juga bisa mensimulasikan geometrik dan kondisi operasional yang unik yang terdapat dalam sistem transportasi. [5].

Rancangan Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka rancangan penelitian adalah sebagai berikut: Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder, di mana data primer meliputi volume lalu lintas, geometrik simpang dan waktu siklus yang didapatkan dengan melakukan survei selama empat hari, yaitu hari Senin, Selasa, Kamis dan Minggu selama 12 jam sedangkan data sekunder meliputi data jumlah penduduk Kota Binjai yang didapatkan dari instansi terkait. Data kemudian dianalisis menggunakan metode PKJI 2014 untuk memperoleh kinerja simpang dan divisualisasikan menggunakan *software vissim*. Apabila derajat kejenuhan $>0,85$ maka simpang akan direkayasa atau direncanakan ulang dengan alternatif terbaik untuk menurunkan derajat kejenuhan.

Hasil Dan Pembahasan

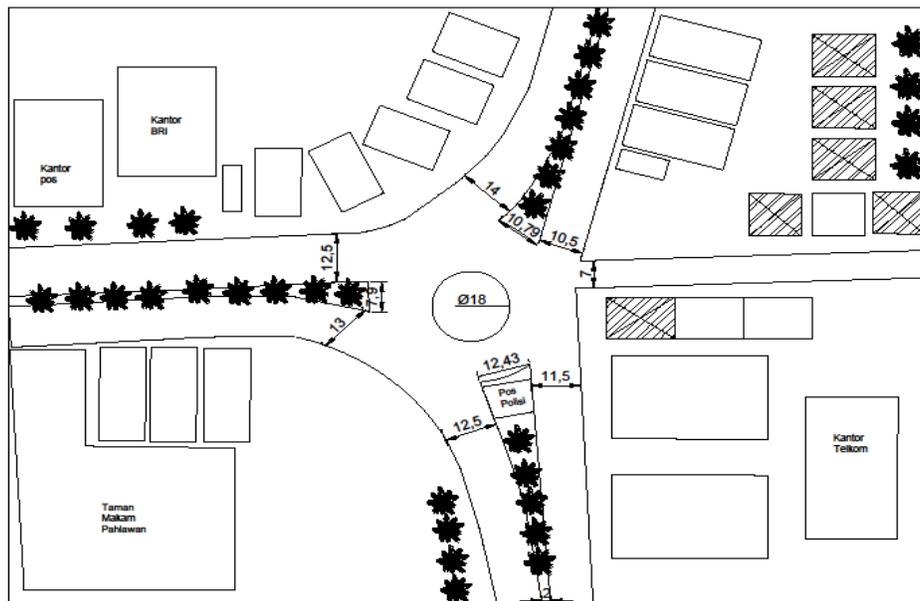
Kondisi Eksisting. Meliputi data yang telah didapatkan dan hasil analisis dari kinerja Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai pada kondisi eksisting.

Tabel 5. Volume Kendaraan

No	Hari Pengamatan	Volume (Skr/jam)	
		Jam Puncak	LHR
1	Senin	5159,25	4117,94
2	Selasa	5028,4	4115,61
3	Kamis	5295,75	4058,78
4	Minggu	5534,25	4301,74

Tabel 6. Waktu Hijau dan Waktu siklus Simpang

Sinyal	Pendekat	Tipe Pendekat	Waktu (detik)			
			Merah	Hijau	Kuning	Siklus
Fase 1	Utara	Terlindung (P)	80	34	3	117
Fase 3	Timur	Terlindung (P)	90	24	3	117
Fase 3	Selatan	Terlindung (P)	90	24	3	117
Fase 2	Barat	Terlindung (P)	80	34	3	117



Gambar 1. Geometrik Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai

Berdasarkan survei yang telah dilakukan maka didapatkan data seperti tabel dan gambar di atas. Di mana terdapat ketidaksesuaian waktu siklus kondisi eksisting dengan waktu siklus rekomendasi PKJI 2014.

Tabel 7. Hasil Analisis Kondisi Eksisting Simpang

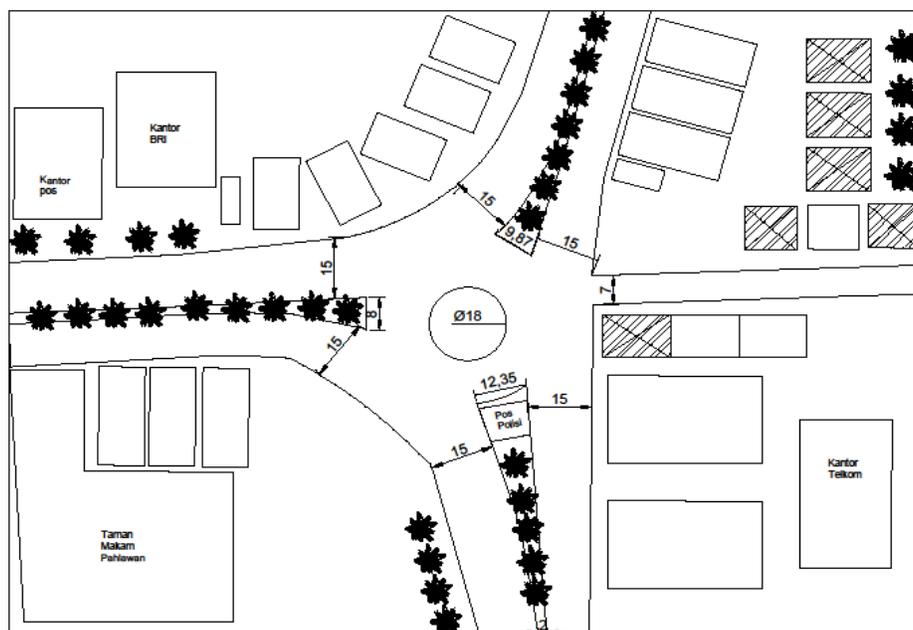
Kode Pendekat	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Kapasitas (C)	Derajat kejenuhan (Dj)	Panjang Antrian (m)	Tundaan simpang (det/skr)	Tingkat pelayanan
Utara	34	117	1831	0,89	108	50,00	E
Timur	24		431	0,20	13		
Selatan	24		1538	0,91	112		
Barat	34		2179	0,55	116		



Gambar 2. Visualisasi Simpang Menggunakan Software Vissim

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, pada pendekatan utara dan selatan terdapat nilai derajat kejenuhan melebihi 0.85 dan Nilai tundaan simpang rata – rata 50,00 det/skr yang berarti tingkat pelayanan E. Hal tersebut juga terlihat pada visualisasi simpang menggunakan vissim. Dari hasil tersebut simpang akan direkayasa atau direncanakan ulang.

Perencanaan Ulang. Perencanaan ulang harus dilakukan agar kinerja simpang menjadi lebih baik. Dalam hal ini alternatif perencanaan ulang yang dilakukan yaitu, Kombinasi Pelebaran Geometrik Simpang Dengan Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas.



Gambar 3. Geometrik Simpang Perencanaan Ulang

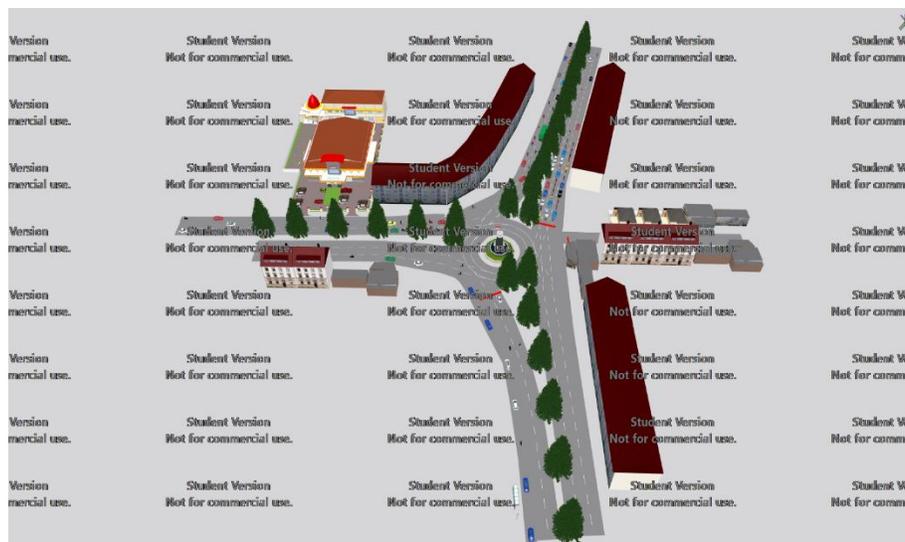
Tabel 8. Waktu Hijau Dan Waktu Siklus Perencanaan Ulang

Kode Pendekat	Waktu Hijau (detik)	Waktu Kuning (detik)	Waktu merah (detik)	Waktu siklus (detik)
Utara	20	3	49	72
Timur	19	3	50	72
Selatan	19	3	50	72
Barat	14	3	55	72

Pada perencanaan ulang, pelebaran geometrik simpang dilakukan pada pendekat utara, selatan dan barat, sementara pada pendekat timur tidak dilakukan pelebaran geometrik dikarenakan derajat kejenuhan yang masih di bawah 0,85 dan tidak memungkinkan dilakukannya pelebaran. Waktu siklus juga berubah dari sebelumnya 117 det menjadi 72 det.

Tabel 9. Hasil Analisis Perencanaan Ulang

Kode Pendekat	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Kapasitas (C)	Derajat kejenuhan (Dj)	Panjang Antrian (m)	Tundaan simpang (det/skr)	Tingkat pelayanan
Utara	20		2204	0,74	63		
Timur	19	72	424	0,20	7	37,20	D
Selatan	19		1886	0,74	56		
Barat	14		1602	0,74	51		



Gambar 4. Visualisasi Vissim Perencanaan Ulang

Setelah dilakukan perencanaan ulang, derajat kejenuhan pada pendekat utara dan selatan sudah $<0,85$, yang berarti simpang sudah tidak mendekati jenuh. Panjang antrian dan tundaan juga lebih baik dari kondisi eksisting, di mana nilai tundaan simpang rata – rata yang sebelumnya 50,00 det/skr sudah turun menjadi 37,20 det/skr, yang berarti tingkat pelayanan turun menjadi D. Hal tersebut juga terlihat pada visualisasi vissim di atas, terlihat Panjang antrian lebih baik dari sebelumnya.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah melakukan analisa data kondisi eksisting pada Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai, menunjukkan bahwa simpang tersebut sudah mengalami kejenuhan dan tidak efektif, hal tersebut terlihat dari nilai $DJ > 0.85$ pada dua lengan pendekat, yaitu pada lengan pendekat utara sebesar 0,89 dan pada lengan pendekat selatan sebesar 0,91, panjang antrian 108 m pada pendekat utara, 13 m pada pendekat timur, 112 m pada pendekat selatan, dan 72 m pada pendekat barat, serta nilai tundaan 50,00 det/skr dengan tingkat pelayanan E.
2. Dari hasil perencanaan ulang menggunakan kombinasi pelebaran geometrik simpang dengan pengaturan ulang lampu lalu lintas, nilai derajat kejenuhan menjadi lebih baik, yaitu 0,74 pada lengan utara, selatan dan barat serta 0,20 pada lengan timur. Panjang antrian juga lebih baik, yaitu 63 m pada pendekat utara, 7 m pada pendekat timur, 56 m pada pendekat selatan, dan 51 m pada pendekat selatan. Tingkat pelayanan simpang menjadi D dengan nilai tundaan 37,20 det/skr, dengan begitu setelah dilakukannya perencanaan ulang, kinerja simpang menjadi lebih baik.
3. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada visualisasi simpang menggunakan *software vissim* pada kondisi eksisting dengan perencanaan ulang, lalu lintas terlihat lebih teratur atau panjang antrian yang lebih pendek dibandingkan dengan kondisi eksisting.

Saran. Setelah diketahui permasalahan yang terjadi di lapangan maka saran-saran yang dapat di sampaikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, maka perlu dilakukan survei dengan sampel dan durasi yang lebih banyak sehingga data yang diperoleh akan dapat menggambarkan kondisi arus lalu lintas yang sebenarnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya juga menganalisis kinerja jalinan atau Bundaran, untuk melengkapi kinerja simpang yang telah dianalisis oleh penulis.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum.
- [2] F.V Webster, & B.M Cobbe. (1996). *Traffic Signals*. Roads Research Laboratory.
- [3] Ofyar Z Tamin. (1997). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. ITB PRESS.
- [4] Planung Transport Verkehr AG PTV. (2011). *Planung Transport Verkehr AG*.
- [5] Dwi, R., & Munawar, A. A. (2014). *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta)*.