



Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas pada Simpang 3 (Tiga) Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jembatan Ngung - Jalan Raya Ngung Kabupaten Tulungagung)

Hartono¹, Ari Widi Wibowo², Fadjar Lestari³

^{1,2,3}Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian
Jl. Medan Merdeka Timur No. 5 Jakarta 10110, Indonesia,

ambonharto@gmail.com^{1*}, ariwididephub@gmail.com², [flestarti428@gmail.com](mailto:flestari428@gmail.com)³

*Corresponding author

Tanggal Diterima: 15 November 2021, Tanggal Direvisi: 30 November 2021, Tanggal Disetujui: 18 Desember 2021

ABSTRACT

Traffic Management and Engineering at 3 (Three) No Signal Intersection (Case Study: Ngung Bridge - Jalan Raya Ngung, Tulungagung Regency): Along with the development of community activities, the increase and mobility of the population and the growth of private vehicle ownership which is not followed by the growth of transportation infrastructure (roads and parking) in Tulungagung Regency, resulted in transportation problems in the Regency. On the road on the Ngung Bridge, Jl. Raya Ngung on the north side of the bridge, there is a three-way intersection with a four-lane two-way (4/2 UD) along ± 5 km with a road width of 14 m, a capacity of 5,625.98 pcu/hour, VC ratio of 0.61 and service level C. bottle neck where this condition often causes traffic delays on the bridge body. In addition, the condition of the wide and smooth Ngung highway encourages many drivers to drive their vehicles at high speed, resulting in a high number of accidents on this road segment. Based on the performance level of the Ngung intersection in the existing condition, it is necessary to evaluate and analyze the performance of the intersection by providing solutions to improve the quality of road services in the Ngung Bridge area - Jl. Raya Ngung, Tulungagung Regency using qualitative and quantitative descriptive analysis methods and required design, planning, and operational analysis. Several things are needed to support the analysis of accident data, speed data and existing traffic volume. The results of the analysis show that a scenario is needed with the installation of APILL using turn left and go straight (LTOR). In this scenario using 3 phases so as to minimize existing traffic conflicts. Based on the point of conflict that caused fewer than the 2 phases, then these 3 phases are the optimal cycle of the Ngung Intersection..

Keywords: Intersection; Service of Level; Traffic Delay.

ABSTRAK

Seiring berkembangnya aktifitas masyarakat, penambahan dan mobilitas penduduk dan pertumbuhan kepemilikan kendaraan pribadi yang tidak diikuti dengan pertumbuhan prasarana transportasi (jalan dan parkir) di Kabupaten Tulungagung, berakibat adanya permasalahan transportasi di Kabupaten tersebut. Pada ruas jalan di Jembatan Ngung Jl. Raya Ngung sisi utara mulut jembatan terdapat simpang tiga dengan tipe empat lajur dua arah (4/2 UD) sepanjang ± 5 km dengan lebar jalan 14 m, kapasitas 5.625,98 smp/jam, VC rasio 0,61 dan tingkat pelayanan C ini terdapat bottle neck dimana kondisi ini sering menimbulkan tundaan lalu lintas di atas badan jembatan. Selain itu, kondisi Jalan Raya Ngung yang lebar dan mulus mendorong banyak pengemudi memacu kendaraannya dengan kecepatan tinggi sehingga mengakibatkan tingginya angka kecelakaan di ruas jalan ini. Berdasarkan tingkat kinerja simpang tiga Ngung pada kondisi eksisting maka perlu dilakukan evaluasi dan analisis terhadap kinerja simpang dengan memberikan solusi terhadap peningkatan kualitas pelayanan jalan di kawasan Jembatan Ngung - Jl. Raya Ngung Kabupaten Tulungagung dengan menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif serta diperlukan analisis perancangan, perencanaan, dan operasional. Beberapa hal untuk menunjang analisis diperlukan data kecelakaan, data kecepatan dan volume lalu lintas existing. Hasil analisis menunjukkan bahwa diperlukan skenario dengan pemasangan APILL menggunakan belok kiri jalan terus (LTOR). Pada skenario ini menggunakan 3 fase sehingga dapat meminimalkan konflik lalu lintas yang ada. Berdasarkan titik konflik yang ditimbulkan lebih sedikit dibandingkan dengan 2 fase, maka 3 fase ini merupakan siklus optimal dari Simpang Tiga Ngung.

Kata Kunci: Simpang Tiga; Tingkat Pelayanan; Tundaan Lalu Lintas.

I. Pendahuluan

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, secara geografis Kabupaten Tulungagung terletak pada posisi (111°43'- 112°07') Bujur Timur dan (7°51'-8°18') Lintang Selatan. Kabupaten yang terletak kurang lebih 154 km barat daya Kota Surabaya ini memiliki luas 1.150,41 km² (115.050 Ha) atau sekitar 2,2% luas Provinsi Jawa Timur dengan jumlah penduduk 1.037.790 jiwa, tersebar pada 19 kecamatan. Luas wilayah Kabupaten Tulungagung secara keseluruhan sebesar 1.150,41 km² (115.050 Ha) atau sekitar 2,2% dari seluruh wilayah Propinsi Jawa Timur .

Seiring berkembangnya aktifitas masyarakat, pertambahan dan mobilitas penduduk dan pertumbuhan kepemilikan kendaraan pribadi yang tidak diikuti dengan pertumbuhan prasarana transportasi (jalan dan parkir) di Kabupaten Tulungagung, berakibat adanya permasalahan transportasi di Kabupaten tersebut. Salah satunya terjadi di Jembatan Ngujang, Jalan Raya Ngantru.

Pada ruas jalan dengan tipe empat lajur dua arah (4/2 UD) sepanjang $\pm$ 5 km dengan lebar jalan 14 m, kapasitas 5.625,98 smp/jam, VC rasio 0,61 dan tingkat pelayanan C ini terdapat bottle neck pada ruas jalan di Jembatan Ngujang Jl. Raya Ngantru yang pada sisi utara mulut jembatan terdapat

simpang tiga. Kondisi ini sering menimbulkan tundaan lalu lintas di atas badan jembatan. Selain itu, kondisi jalan raya Ngantru yang lebar dan mulus mendorong banyak pengemudi memacu kendaraannya dengan kecepatan tinggi sehingga mengakibatkan tingginya angka kecelakaan di ruas jalan ini.

II. Metodologi Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kabupaten Tulungagung pada Jembatan Ngujang, Jalan Raya Ngantru seperti pada **Gambar 1** dan dilaksanakan pada Tahun 2020 selama 4 (empat) bulan.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini diperoleh dari data sekunder yang didapatkan dari stakeholder yaitu data kecelakaan lalu lintas 5 tahun terakhir pada ruas Jalan Ngantru dan data primer antara lain data kecepatan dan volume lalu lintas.

C. Pengolahan Data

Data penelitian ini diolah dengan menggunakan analisis simpang dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Dapat di lihat dari indikator ketetapan pada rumus perhitungan seperti pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.



Gambar 1. Lokasi Pengamatan untuk Survei Volume Lalu Lintas

Tabel 1. Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas Dasar(smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

(Sumber: MKJI)

Tabel 2. Tingkat Pelayanan Pada Ruas Jalan

Tingkat Pelayanan	Uraian
A	Arus bebas, Kecepatan rata-rata ≥ 80 km/jam, Kepadatan lalu lintas sangat rendah, Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan
B	Arus stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata $s/d \geq 70$ km/jam, Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan, Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya di lajur jalan yang digunakan
C	Arus stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata $s/d \geq 60$ km/jam, Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat, Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului
D	Mendekati arus tidak stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata $s/d \geq 50$ km/jam, Masih di tolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi, Kepadatan lalu lintas sedang, Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat
E	Arus tidak stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata $s/d \geq 30$ km/jam pada jalan antar kota, Kecepatan perjalanan rata-rata $s/d \geq 10$ km/jam pada jalan perkotaan, Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi, Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek
F	Arus tertahan, dan terjadi antrian kendaraan yang panjang, Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 30 km/jam, Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama, Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0 (nol)

(Sumber: Keputusan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015)

1. Kinerja Ruas Jalan

Indikator kinerja yang dimaksud di sini adalah perbandingan volume per kapasitas (V/C ratio), kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Tiga karakteristik ini kemudian di pakai untuk mencari tingkat pelayanan (*level of service*). Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas ditunjukkan Persamaan (1).

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana C adalah kapasitas (smp/jam), C_o adalah kapasitas dasar (smp/jam), FC_w adalah faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas, FC_{sp} adalah faktor penyesuaian pemisah arah, FC_{sf} adalah faktor penyesuaian hambatan samping dan FC_{cs} adalah faktor penyesuaian ukuran kota.

2. Kecepatan Perjalanan

Kecepatan perjalanan/kecepatan tempuh adalah kecepatan kendaraan (biasanya km/jam atau m/sec). Selain itu, kecepatan tempuh didefinisikan

sebagai kecepatan rata-rata arus lalu lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui ruas jalan. Kecepatan ruang rata-rata kendaraan ringan dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$V = \frac{L}{TT} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan V adalah kecepatan ruang rata-rata kendaraan ringan (km/jam), L adalah panjang segmen (km) dan TT adalah waktu tempuh rata-rata dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan (jam).

3. Kecepatan Arus Bebas

Sedangkan kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkatan arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi saat mengendarai kendaraan bermotor tanpa ada halangan dari kendaraan bermotor lain di jalan (arus = 0). Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum seperti pada Persamaan (3).

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FV_{sf} \times FV_{cs} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana FV adalah kecepatan arus bebas kendaraan ringan (LV) sesungguhnya (km/jam), FV_o adalah kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (LV) pada jalan yang diamati, FV_w adalah penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan

(km/jam), FFVsf adalah faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan FFVcs adalah faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota.

4. Kepadatan

Kepadatan yaitu didefinisikan sebagai konsentrasi dari kendaraan di jalan. Kepadatan biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan per kilometer. Kepadatan dapat dinyatakan dengan perbandingan antara aliran lalu lintas dengan kecepatan. Hubungan ketiga variabel tersebut dapat dinyatakan dalam Persamaan (4) berikut.

$$K = \frac{Q}{Us} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan K adalah kepadatan lalu lintas (kendaraan/km atau smp/km), Q adalah aliran lalu lintas (kendaraan/jam atau smp/jam), Us adalah *space mean speed* (km/jam).

D. Analisis Data

Tujuan analisa MKJI adalah untuk dapat melaksanakan Perancangan (*planning*), Perencanaan (*design*), dan pengoperasionalan lalu-lintas (*traffic operation*) simpang bersinyal, simpang tak bersinyal dan bagian jalinan dan bundaran, ruas jalan (jalan perkotaan, jalan luar kota dan jalan bebas hambatan).

Manual ini direncanakan terutama agar pengguna dapat memperkirakan perilaku lalu lintas dari suatu fasilitas pada kondisi lalu lintas, geometrik dan keadaan lingkungan tertentu. Nilai-nilai perkiraan dapat diusulkan apabila data yang diperlukan tidak tersedia. Terdapat tiga macam analisis, yaitu:

1. Analisis Perancangan (*planning*) yaitu analisis terhadap penentuan denah dan rencana awal yang sesuai dari suatu fasilitas jalan yang baru berdasarkan ramalan arus lalu-lintas.
2. Analisis Perencanaan (*design*) yaitu analisis terhadap penentuan rencana geometrik detail dan parameter pengontrol lalu lintas dari suatu fasilitas jalan baru atau yang ditingkatkan berdasarkan kebutuhan arus lalu lintas yang diketahui.
3. Analisis Operasional yaitu analisis terhadap penentuan perilaku lalu lintas suatu jalan pada kebutuhan lalu lintas tertentu. Analisis terhadap penentuan waktu sinyal untuk tundaan terkecil. Analisis peramalan yang akan terjadi akibat adanya perubahan kecil pada geometrik, arus lalu lintas dan kontrol sinyal yang digunakan.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Karakteristik Kecelakaan

1. Jumlah Kejadian Kecelakaan Tahun 2019

Jumlah kejadian kecelakaan dari tahun 2019, dimulai dari bulan januari sampai dengan bulan desember mengalami fluktuasi kejadian kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Ngantru yang berada di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur selama dua belas bulan disajikan dalam **Tabel 3**.

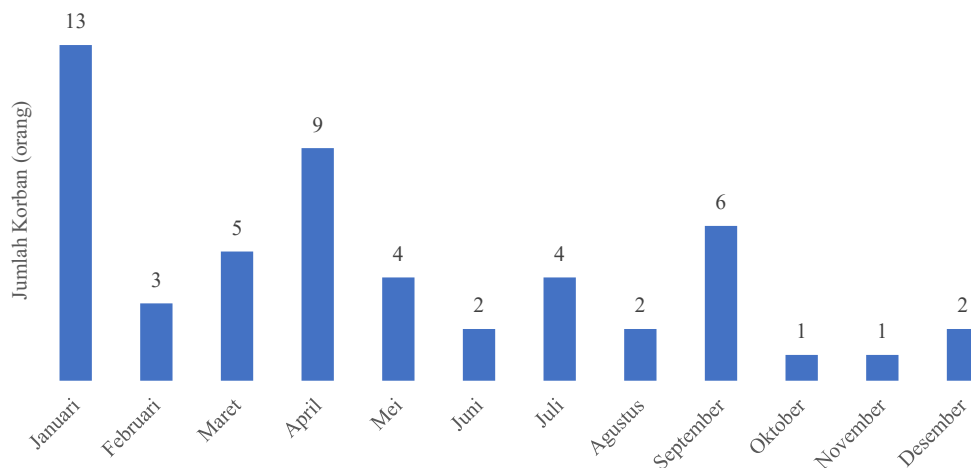
2. Jumlah Korban Kecelakaan Tahun 2019

Dari **Gambar 2** dapat dijelaskan bahwa jumlah korban kecelakaan di Kecamatan Ngantru yang

Tabel 3. Jumlah Kecelakaan Tahun 2019

No.	Bulan	Jumlah kejadian	Keterangan
1	Januari	5	Korban luka ringan 9, korban luka berat 1 dan korban meninggal dunia 3
2	Februari	2	Korban luka ringan 2 dan korban meninggal dunia 1
3	Maret	3	Korban luka ringan 5
4	April	3	Korban luka ringan 7 dan korban meninggal dunia 2
5	Mei	3	Korban luka ringan 4
6	Juni	2	Korban luka ringan 2
7	Juli	3	Korban luka ringan 2 dan korban meninggal dunia 2
8	Agustus	1	Korban luka ringan 2
9	September	3	Korban luka ringan 6
10	Oktober	1	Korban meninggal dunia 1
11	November	4	Korban meninggal dunia 1
12	Desember	1	Korban luka ringan 1 dan korban meninggal dunia 1

(Sumber: Polsek Ngantru Kab. Tulungagung, 2019)



Gambar 2. Grafik Jumlah Korban Kecelakaan Tahun 2019

Tabel 4. Jumlah Korban Kecelakaan Berdasarkan Kategori Tahun 2019

NO.	BULAN	KORBAN LAKA			TOTAL KORBAN/BULAN
		LR	LB	MD	
1	Januari	9	1	3	13
2	Februari	2	0	1	3
3	Maret	5	0	0	5
4	April	7	0	2	9
5	Mei	4	0	0	4
6	Juni	2	0	0	2
7	Juli	2	0	2	4
8	Agustus	2	0	0	2
9	September	6	0	0	6
10	Oktober	0	0	1	1
11	November	0	0	1	1
12	Desember	1	0	1	2
TOTAL		40	1	11	52

(Sumber: Polsek Ngantru Kab. Tulungagung, 2019)

berada di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur selama dua belas bulan. Dimana jumlah korban kecelakaan terbanyak terdapat pada bulan Januari yaitu sebanyak 13 korban kecelakaan lalu lintas.

Korban kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Ngantru yang berada di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur selama dua belas bulan. Jumlah korban kecelakaan Kecamatan Ngantru yang berada di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur selama dua belas bulan disajikan dalam **Tabel 4**.

B. Spot Speed Kendaraan pada Ruas Jalan Ngantru

Kecepatan adalah jarak yang ditempuh kendaraan dari suatu titik ke titik tertentu per satuan waktu.

Kecepatan setempat (*Spot Speed*) adalah kecepatan kendaraan diukur pada suatu saat dan pada suatu tempat yang ditentukan.

1. Spot Speed Kendaraan pada Ruas Jalan Ngantru Arah Utara

Spot speed kendaraan pada ruas Jalan Ngantru untuk arah utara disajikan dalam **Tabel 5**. Kecepatan sesaat (*Spot Speed*) rata-rata kendaraan yang melintas pada ruas Jalan Raya Ngantru hasil survei yaitu motor 50,6 km/jam, mobil 64,3 km/jam, *pick up* 53,3 km/jam, bus 56,2 km/jam, truk besar 39,7 km/jam dan truk sedang 55,7 km/jam. Hasil total rata-rata *spot speed* seluruh jenis kendaraan yang disurvei adalah 53,3 km/jam.

Tabel 5. *Spot Speed* Kendaraan pada Ruas Jalan Ngantru Arah Utara

No.	Motor	Mobil	Pick Up	Bus	Truk Besar	Truk Sedang
1	44	60	68	70	52	50
2	81	64	48	43	38	44
3	30	50	62	55	57	60
4	58	80	38	59	23	59
5	48	78	48	42	34	42
6	42	85	68	88	32	50
7	47	52	51	63	35	77
8	58	57	43	41	48	57
9	52	52	57	48	41	48
10	46	65	50	53	37	70
Jumlah	506	643	533	562	397	557
Rata-rata	50,6	64,3	53,3	56,2	39,7	55,7
Total Rata-rata	53,3					

(Sumber: Hasil Survey, 2019)

2. *Spot Speed* Kendaraan pada Ruas Jalan Ngantru Arah Selatan

Kecepatan sesaat (*Spot Speed*) rata-rata kendaraan yang melintas pada ruas Jalan Raya Ngantru hasil survei yaitu motor 52,6 km/jam, mobil 65,2 km/jam, *pick up* 55,2 km/jam, bus 58,5 km/jam, truk besar 38,8 km/jam dan truk sedang 56,1 km/jam. Hasil total rata-rata *spot speed* seluruh jenis kendaraan yang disurvei adalah 54,4 km/jam.

C. Analisis Simpang dan Ruas Jalan Raya Ngantru

1. Ruas Jalan Raya Ngantru

Panjang Jalan Raya Ngantru yang dikaji sepanjang 5 km, titik awal dimulai dari arah utara yaitu Jembatan Ngujang sampai dengan arah selatan yaitu pos polisi. Ruas Jalan Raya Ngantru yang sepanjang 5 km ini sering terjadi kecelakaan. Hal tersebut dikarenakan tidak terdapat pembatas jalan atau median.

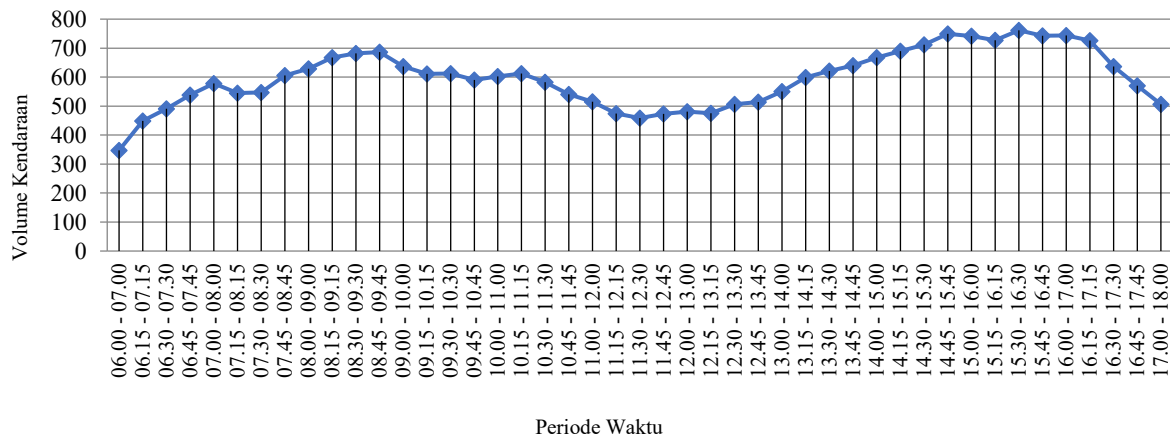
Diketahui dari survei inventarisasi Jalan Raya Ngantru tergolong pada jalan arteri primer dengan tipe jalan 4 lajur 2 arah tanpa pembatas median (4/2UD), lebar efektif jalan 10 m, tata guna lahan daerah komersial, dengan hambatan samping tinggi, persentase arus lalu lintas perarah adalah 50%:50% dan diketahui data sekunder penduduk Kabupaten Tulungagung 1.026.101 jiwa (berdasarkan data Badan Pusat Statistik penduduk Kabupaten Tulungagung Tahun 2016). Dengan melihat tabel faktor koreksi pada MKJI 1997, salah satu contoh perhitungan dan tabel kapasitas

jalan di Kabupaten Tulungagung dengan Kapasitas dasar (C_0) = 3000 (dua lajur/perarah), Faktor koreksi lebar jalan (FC_w) = 0,91, Faktor koreksi pembagian arah (FC_{sp}) = 1, Faktor koreksi ukuran Kota (FC_{cs}) = 1, Faktor koreksi hambatan samping (FC_{sf}) = 0,95, maka kapasitas Jalan Raya Ngantru sesuai Persamaan (1) adalah 2.593,5 smp/jam.

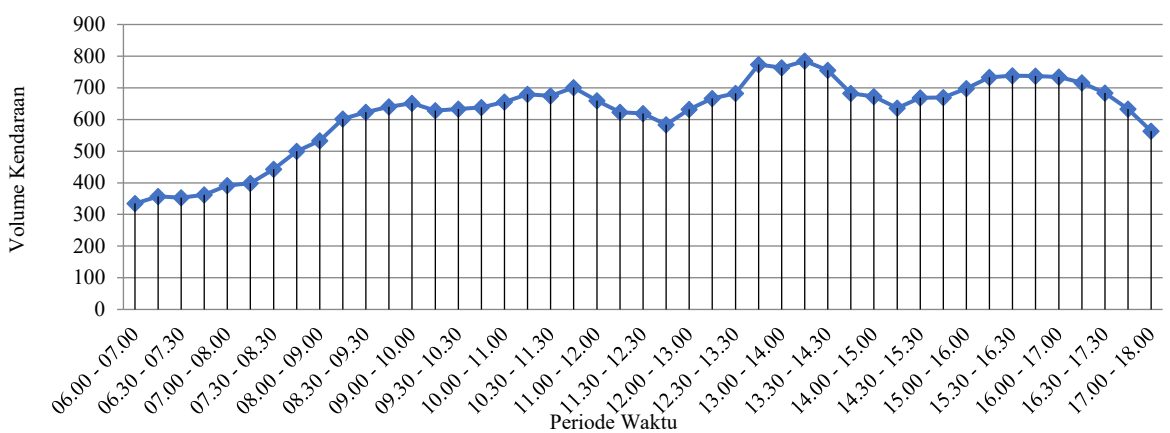
Pada hasil analisis pencacahan lalu lintas terklasifikasi terdapat grafik fluktuasi lalu lintas Jalan Ngantru arah utara, terlihat pada **Gambar 3**. Grafik Fluktuasi Lalu Lintas Arah Utara bahwa volume lalu lintas tertinggi sebesar 761,4 smp/jam pada saat sore hari yaitu dimulai antara pukul 15.30 s.d. 16.30 WIB. Pada arah selatan hasil analisis pencacahan lalu lintas terklasifikasi terdapat grafik fluktuasi lalu lintas Jalan Ngantru arah selatan, terlihat pada **Gambar 4** bahwa volume lalu lintas tertinggi sebesar 784,8 smp/jam pada saat siang hari yaitu dimulai antara pukul 13.15 s.d. 14.15 WIB.

2. Simpang Ngujang

Simpang Ngujang merupakan tipe simpang 322, yaitu terdiri dari 3 kaki simpang, 2 lajur pada pendekatan minor, dan 2 lajur pada pendekatan mayor dengan tipe pengendalian *uncontrol*. Kaki simpang utara merupakan Ruas Jalan Raya Ngantru dengan tipe jalan 4/2 UD, kaki simpang timur merupakan jalan Jalan Ngantru Srengat dengan tipe jalan 2/2UD dan kaki simpang selatan merupakan Jalan Jayeng Kusuma dengan tipe jalan 2/2 UD. Gambaran Simpang Ngujang dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 3. Grafik Fluktuasi Lalu Lintas Arah Utara



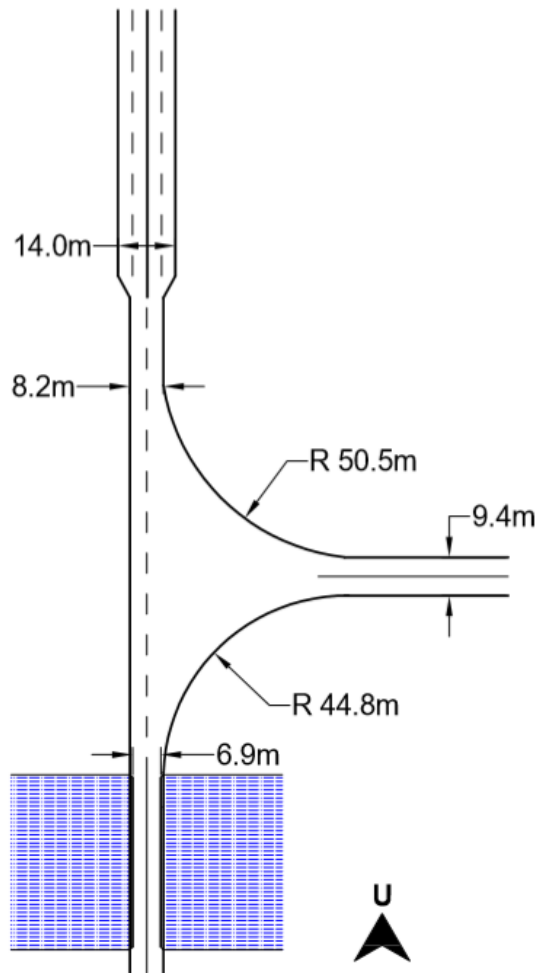
Gambar 4. Grafik Fluktuasi Lalu Lintas Arah Selatan



Gambar 5. Simpang Ngujang

Berdasarkan hasil survei gerakan membelok terklasifikasi, untuk volume lalu lintas tertinggi yaitu dari kaki utara menuju ke arah selatan yaitu pada ruas Jalan Raya Ngantru dengan volume sebesar 667 smp/jam pada periode sibuk. Untuk mengetahui tingkat kinerja Simpang Ngujang

pada kondisi eksisting maka perlu dilakukan evaluasi terhadap unjuk kerja simpang tersebut. Untuk lebih jelasnya analisis kinerja Simpang Ngujang kondisi eksisting dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 6. Geometrik Simpang Ngujang

Tabel 6. Kapasitas Dasar

Tipe Simpang IT	Kapasitas Dasar(smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

(Sumber:MKJI)

Tabel 7. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota (Cs)	Penduduk Juta	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCs)
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedan	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

(Sumber: MKJI, 1997)

a. Kapasitas

Kapasitas dasar simpang tak bersinyal ditentukan dengan berdasarkan tipe persimpangan, oleh karena tipe persimpangan simpang Ngujang adalah 322 maka kapasitas dasar yang digunakan adalah 2700 seperti pada **Tabel 6**. Faktor koreksi lebar pendekat dihitung berdasarkan variabel input lebar pendekat persimpangan rata-rata (W_e) dan tipe persimpangan, nilai F_w adalah 1,04. Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada. Faktor koreksi ukuran kota dapat dilihat pada **Tabel 7**. Faktor koreksi lingkungan dan hambatan samping Simpang Ngujang adalah 0,92 dikarenakan tipe lingkungan jalan permukiman dan terdapat toko sepanjang jalan. Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kiri merupakan koreksi dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kiri pada persimpangan yang telah di hitung berdasarkan rumus yaitu 1,63. Sedangkan Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kanan bernilai 1,63. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan minor merupakan koreksi dari persentase arus jalan minor yang datang pada persimpangan. Perhitungan Faktor koreksi arus jalan minor untuk simpang bernilai dengan tipe persimpangan 322 adalah 1,48. Setelah mengetahui kapasitas dasar dan seluruh faktor koreksi, maka dapat dihitung kapasitas simpang dengan Persamaan (5).

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana C adalah kapasitas simpang (smp/jam), C_o adalah kapasitas dasar (smp/jam), F_w adalah faktor koreksi lebar pendekat, F_m adalah faktor koreksi median jalan utama, F_{cs} adalah faktor koreksi ukuran kota, F_{rsu} adalah faktor lingkungan dan hambatan samping, F_{lt} adalah faktor koreksi kendaraan belok kiri, F_{rt} adalah faktor koreksi kendaraan belok kanan, dan F_{mi} adalah faktor koreksi rasio arus jalan minor. Dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan (5), didapatkan bahwa kapasitas simpang adalah sebesar 3.526 smp/jam.

b. Derajat Kejenuhan

Derajat jenuh dapat dihitung menggunakan Persamaan (6) berikut.

$$DS = Q / C \dots \dots \dots (6)$$

Dimana DS adalah derajat kejenuhan, Q adalah rasio arus lalu lintas, dan C adalah

kapasitas. Diketahui bahwa rasio arus lalu lintas adalah 3.122 dan kapasitas 3.526 smp/jam, maka didapatkan nilai derajat kejenuhan adalah sebesar 0,89.

c. Tundaan

Tundaan simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan (7) berikut.

$$DT = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots (7)$$

Dimana DT adalah tundaan simpang dan DS adalah derajat kejenuhan. Didapatkan bahwa nilai DT adalah 11,14 detik.

Tundaan jalan mayor dapat dihitung menggunakan Persamaan (8) berikut.

$$DTma = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \dots\dots\dots (8)$$

Dengan nilai DS = 0,89, maka didapatkan nilai tundaan jalan mayor (DTma) 8,07.

Tundaan jalan minor dapat dihitung menggunakan Persamaan (9) berikut

$$DTmi = (Q_{total} \times DTI - Q_{ma} \times DTma) / Q_{mi} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan Q_{total} 3.122, DTI 8,77, Q_{ma} 1.757, DTma 8,07, dan Q_{mi} 365, maka didapatkan nilai tundaan jalan minor sebesar 36,17.

Tundaan geometrik dapat dihitung menggunakan Persamaan (10) berikut.

$$DG = (1 - DS) \times (PT \times 6) + (1 - PT) \times 3 + DS \times 4 \dots\dots\dots (10)$$

Didapatkan bahwa nilai tundaan geometrik sebesar 6,35 detik. Sehingga tundaan simpang total dihitung menggunakan Persamaan (11).

$$D = DT + DG \dots\dots\dots (11)$$

Didapatkan bahwa nilai tundaan geometrik sebesar 11,14 + 6,35 = 17,49 detik.

d. Peluang Antrian

Probabilitas antrian dinyatakan pada range nilai yang didapat dari kurva hubungan antara probabilitas antrian ($Q_p\%$) dengan derajat kejenuhan (DS). Probabilitas antrian dapat dihitung menggunakan Persamaan (12) berikut.

$$Q_p = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \dots\dots\dots (12)$$

Menggunakan Persamaan (12) didapatkan nilai Q_p yaitu 33%. Kesimpulan kinerja simpang eksisting Simpang Ngujang, memiliki kinerja yaitu Derajat Kejenuhan (DS) = 0,89, Peluang Antrian = 33%, dan

Tundaan Simpang = 17,49 detik. Maka dapat diketahui tingkat pelayanan pada simpang Ngujang C dengan tundaan 17,49 detik.

D. Simpang Ngujang Kondisi Usulan

1. Usulan I Simpang Ngujang

Perubahan geometrik simpang. Perubahan yang dilakukan adalah penambahan jalur pada Jalan Jayeng Kusuma dan dapat digunakan untuk jalur LTOR (Belok Kiri Jalan Terus). Pada Jalan Jayeng Kusuma yang awalnya 2 lajur diubah menjadi 3 lajur dengan 1 lajur sebagai lajur untuk LTOR (belok kiri jalan terus). Sehingga lebar jalan menjadi 9,9 m dengan rincian 3m untuk LTOR, 3,45m untuk kendaraan yang berhenti karena sinyal dan 3,45m untuk kendaraan yang masuk dari arah yang berlawanan. Pada usulan ini dilakukan perhitungan kinerja simpang tak bersinyal dengan kondisi geometrik usulan yang menghasilkan yaitu Kapasitas Simpang Ngujang sebesar 3.695,64 smp/jam, Derajat Kejenuhan 0,84, Tundaan 16,08 detik, dan Peluang Antrian 30%.

Kesimpulan kinerja simpang eksisting Simpang Ngujang, memiliki kinerja yaitu Derajat Kejenuhan (DS) = 0,84, Peluang Antrian = 30%, Tundaan Simpang = 16,08 detik. Maka dapat diketahui terdapat perbedaan pada hasil usulan I dengan kondisi eksisting Simpang Ngujang yaitu terjadi perubahan untuk derajat kejenuhan, peluang antrian dan tundaan.

2. Usulan II Simpang Ngujang

Pada kondisi usulan II ini Simpang Ngujang dilakukan skenario dengan pemasangan APILL tanpa menggunakan belok kiri jalan terus (LTOR). Berikut merupakan perhitungan dari kondisi usulan II Simpang Ngujang.

a) Kapasitas Simpang

Setelah faktor-faktor penyesuaian diketahui seperti pada **Tabel 8**, maka arus jenuh masing-masing kaki simpang dapat dihitung dengan Persamaan (13)

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \dots\dots\dots (13)$$

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian menggunakan rumus. Berikut adalah contoh perhitungan arus kaki simpang dengan kode pendekat U seperti pada **Tabel 9**. Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara F_{rcrit} dan IFR menggunakan rumus. Berikut adalah contoh perhitungan PR simpang dengan kode pendekat U seperti pada **Tabel 10**.

b) Perhitungan Siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari MKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

Waktu siklus sebelum penyesuaian dapat dihitung menggunakan Persamaan (14)

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots\dots (14)$$

Menggunakan Persamaan (14) didapatkan lamanya waktu siklus sebelum penyesuaian adalah 39 detik.

Untuk mencari waktu hijau pada masing-masing fase. Berikut adalah contoh perhitungan dari pendekat simpang dengan kode U dengan menggunakan Persamaan (15).

$$gi = (Cua - LTI) \times PR \dots\dots\dots (15)$$

Dengan Persamaan (15) didapatkan waktu hijau adalah 14 detik. Waktu siklus pada Simpang Ngujang dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan Persamaan (16). Karena pada skenario ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar untuk kaki mayor dan kaki minor simpang.

$$\sum c = g + LTI \dots\dots\dots (16)$$

Menggunakan Persamaan (16), didapatkan waktu siklus setelah disesuaikan adalah 39 detik.

Kapasitas dapat dihitung menggunakan Persamaan (17) yang merupakan contoh perhitungan kapasitas pendekat dengan kode U.

$$C = S \times (g/c) \dots\dots\dots (17)$$

Dengan menggunakan Persamaan (17) didapatkan kapasitas sebesar 1.332,51 smp/jam. Untuk perhitungan kapasitas masing pendekat dapat dilihat pada **Tabel 12**. Sementara untuk Derajat Kejenuhan (DS) dapat dilihat seperti pada **Tabel 13**.

c) Perhitungan Antrian dan Tundaan

Panjang Antrian Jumlah Panjang antrian total berdasarkan Persamaan (18) berikut

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots (18)$$

Untuk hasil perhitungan NQ1 dan NQ2 selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 14** dan **Tabel 15**. Kemudian dapat dihitung jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau menggunakan Persamaan (18) yang merupakan contoh perhitungan pendekat

Tabel 8. Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	S (smp/jam)
1	U	4920	3712
2	S	5640	4254
3	T	4140	3123

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 9. Perhitungan Rasio Arus

No	Kode Pendekat	Arus	Kapasitas disesuaikan	Rasio Arus
1	U	896	3712	0,24
2	S	862	4254	0,20
3	T	365	3123	0,12

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 10. Perhitungan Rasio Fase

No	Kode Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	U	0,24	0,49
2	S	0,20	0,63
3	T	0,12	0,38

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 11. Waktu Siklus dan Hujau Simpang Ngujang

No	Kode Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	U	0,49	14
2	S	0,63	18
3	T	0,38	11

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 12. Kapasitas Tiap Pendekat

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	U	3712	14		1332,51
2	S	4254	18	39	1963,38
3	T	3123	11		880,846

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 13. Perhitungan Derajat Kejenuhan

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat kejenuhan
1	U	896	1332,51	0,67
2	S	862	1963,38	0,44
3	T	365	880,846	0,41

(Sumber:Hasil Analisis)

dengan kode U dan panjang antrian dapat dihitung menggunakan Persamaan (19) yang merupakan contoh perhitungan panjang pada kaki simpang dengan kode pendekat U.

$$QL = NQtot \times (20 / Wmasuk) \dots\dots\dots (19)$$

Tabel 14. Perhitungan Jumlah smp yang Tersisa pada Fase Sebelumnya

Kode Pendekat	Kapasitas (C)	DS	NQ1 (m)
U	1332,51	0,67	0,16
S	1963,38	0,44	0,35
T	880,846	0,41	-0,15

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 15. Perhitungan jumlah SMP yang datang selama fase merah

No	Kode Pendekat	DS	Q	NQ2
1	U	0,67	896	0
2	S	0,44	862	0
3	T	0,41	365	0

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 16. Perhitungan panjang antrian kendaraan

No	Kode Pendekat	NQ total	Lebar masuk	Panjang Antrian
1	U	0,16	8,2	0,39
2	S	0,35	9,4	0,74
3	T	-0,15	6,9	-0,43

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 17. Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

Kode Pendekat	Arus (Q)	Rasio NS (smp)	Nsv
U	896	0,01	8,96
S	862	0,06	21,90
T	365	-0,01	8,62

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 18. Perhitungan tundaan rata-rata

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	U	19,05	0,99	18,86
2	S	6,33	1,02	6,47
3	T	-0,56	0,99	0,43

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 19. Perhitungan tundaan rata-rata

Kode Pendekat	DS	Antrian (meter)	Tundaan (det/smp)	Tundaan Rata-Rata (det/smp)
U	0,67	0,39	18,86	8,58
S	0,44	0,74	6,47	
T	0,41	0	0,43	

(Sumber: Hasil Analisis)

Secara lengkap panjang antrian kendaraan dapat dilihat pada **Tabel 16**.

Angka henti dapat dihitung menggunakan Persamaan (20) berikut yang merupakan contoh perhitungan dengan menggunakan kaki simpang dengan kode pendekat T.

$$NS = 0,9 \times NQ / (Q \times C) \times 3600 \dots (20)$$

Kemudian dilakukan perhitungan jumlah kendaraan terhenti menggunakan Persamaan (21) berikut yang merupakan contoh perhitungan jumlah kendaraan terhenti pada kaki simpang dengan kode U yang dapat dilihat pada **Tabel 17**.

$$Nsv = Q \times NS \dots (21)$$

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik menggunakan Persamaan (22). Berikut merupakan contoh perhitungan dengan pendekat simpang berkode U.

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR) \times DS} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \dots (22)$$

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang menggunakan Persamaan (23) berikut yang merupakan contoh perhitungan menggunakan kaki simpang dengan kode pendekat U yang dapat dilihat **Tabel 18**.

$$DGj = (1 - Psv) \times pT \times 6 + (Psv \times 4) \dots (23)$$

d) Kinerja Simpang

Pada usulan II Simpang Ngujangan menggunakan APILL dengan 2 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah seperti pada **Tabel 19**.

3. Usulan III Simpang Ngujangan

Karena penggunaan 2 fase akan membahayakan karena tingginya arus belok kiri pada semua lengan dan tingginya arus yang akan belok kanan dari lengan selatan, pada usulan III ini menggunakan belok kiri jalan terus (LTOR). Pada skenario ini menggunakan 3 fase sehingga dapat meminimalkan konflik lalu lintas yang ada.

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari MKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase. Waktu siklus sebelum penyesuaian dapat dicari dengan Persamaan (24) berikut.

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots (24)$$

Dengan menggunakan Persamaan (24) didapatkan bahwa waktu siklus sebelum penyesuaian adalah 59 detik. Untuk mencari waktu hijau pada masing-masing fase dapat dilihat pada **Tabel 20**.

Tabel 20. Waktu Siklus dan Hijau Simbang Ngujang

Kode Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
U	0,49	22
S	0,63	28
T	0,38	17

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 21. Perhitungan Nilai Kapasitas

Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam)
U	3712	22	995,90
S	4254	28	1452,59
T	3123	17	647,45

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 22. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Kode Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat kejenuhan
U	896	995,90	0,90
S	862	1452,59	0,59
T	365	647,45	0,56

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 23. Jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau

Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQ total
U	2,36	0	2,36
S	0,48	0	0,48
T	0,21	0	0,21

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 24. Perhitungan Angka Henti

Kode Pendekat	NQ total	Arus (Q)	Waktu siklus (detik)	Rasio NS (smp)
U	2,36	896		0,01
S	0,48	862	82	0,02
T	0,21	365		0,02

(Sumber:Hasil Analisis)

Tabel 25. Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Kode Pendekat	Arus (Q)	Rasio NS (smp)	Nsv
U	896	0,01	8,96
S	862	0,02	17,24
T	365	0,02	7,3

(Sumber:Hasil Analisis)

Penyesuaian Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan Persamaan (25).

Karena pada skenario ini menggunakan 3 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar untuk kaki mayor dan kaki minor simbang.

$$\sum c = g + LTI \dots\dots\dots(25)$$

Dengan Persamaan (25) didapatkan penyesuaian waktu siklus setelah disesuaikan adalah 82 detik. Untuk perhitungan kapasitas masing masing pendekat dapat dilihat pada **Tabel 21**. Perhitungan Derajat kejenuhan lebih jelasnya terdapat pada **Tabel 22**.

Panjang Antrian Jumlah Panjang antrian total berdasarkan Persamaan (26) adalah

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots(26)$$

Untuk hasil perhitungan NQ selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 23**. Perhitungan angka henti selengkapnya bisa dilihat pada **Tabel 24**. Kemudian dilakukan perhitungan jumlah kendaraan terhenti. Perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada **Tabel 25**. Kemudian dilakukan perhitungan tundaan total rata-rata dengan menjumlahkan tundaan geometrik dengan tundaan rata-rata seperti pada **Tabel 26**. Pada usulan III Simbang Ngujang menggunakan APILL dengan 3 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah seperti pada **Tabel 27**.

E.Perbandingan Kinerja Simbang

Perbandingan kinerja Simbang Ngujang eksisting dengan kinerja usulan Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, dan Waktu Tundaan bisa dilihat dalam **Tabel 28**, **Tabel 29**, dan **Tabel 30**. Berdasarkan perbandingan kinerja eksisting dan usulan maka kinerja paling optimal adalah kinerja usulan III yaitu dengan menggunakan APILL 3 fase dan menggunakan sistem belok kiri jalan terus (LTOR). Meskipun tundaan Usulan III yang dihasilkan lebih besar dari Usulan II, jumlah titik konflik yang timbul dapat diminimalisir dan alokasi untuk belok kiri dan belok kanan dapat dipenuhi.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan bahwa tingkat kinerja simbang tiga Ngujang pada kondisi eksisting maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja simbang. Simbang tiga Ngujang merupakan simbang dengan tipe simbang 322 yaitu terdiri dari 3 kaki simbang, 2 lajur pada pendekat minor, dan 2 lajur pada pendekat mayor dengan tipe pengendalian *uncontrol*. Kinerja eksisting simbang tiga Ngujang tingkat Derajat

Tabel 26. Perhitungan Tundaan Rata-Rata

Kode Pendekat	Arus	DT	DG	D	Tundaan Total
U	896	14,73	0,99	14,58	13063,68
S	862	9,98	0,86	8,58	7395,96
T	365	12,06	0,86	10,37	3785,05

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 27. Perhitungan Tundaan Rata-Rata

Kode Pendekat	DS	Antrian (meter)	Tundaan (det/smp)	Tundaan Rata-Rata
U	0,90	19,35	14,73	12,26
S	0,59	4,5	9,98	det/smp
T	0,56	1,4	12,06	

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 28. Perbandingan Derajat Kejenuhan

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
U			0,67	0,90
S	0,89	0,84	0,44	0,59
T			0,41	0,56

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 29. Perbandingan Panjang Antrian

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
U			0,39	19,35
S	33%	30%	0,74	4,5
T			0	1,4

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 30. Perbandingan Waktu Tundaan

Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
17,49 (det/smp)	16,08 (det/smp)	8,58 (det/smp)	12,26 (det/smp)

(Sumber: Hasil Analisis)

Kejenuhan (DS) 0,89, Peluang antrian 33,%, dan tundaan Simpang Tiga Ngujang 17,49 detik, dapat dikategorikan C. Dari perbandingan kondisi eksisting dan usulan penanganan maka diperoleh usulan yang direkomendasikan yaitu usulan III dengan mempertimbangkan kemungkinan penerapan langsungnya yaitu perubahan pengaturan waktu siklus pada simpang Ngujang.

Saran

Dinas Perhubungan Kabupaten Tulungagung segera untuk melakukan pemasangan APILL dengan skema belok kiri jalan terus (LTOR) menggunakan 3 fase untuk meminimalkan konflik lalu lintas.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada stakeholder terkait dalam mendukung penelitian ini yaitu Dinas Perhubungan dan Kepolisian Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur sehingga dapat dilaksanakan tanpa ada hambatan suatu apapun.

Daftar Pustaka

- Achmadi, Abu dan Narbuko Cholid (2013). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara
- Departemen Pekerjaan Umum., 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga dan Departemen Pekerjaan Umum
- Julainsyah Noor (2011). *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Prenada Media Group
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa.
- Morlok, E.K. (1985), *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas
- Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Wawancara Penelitian. Septiyan dalam Gunawan (2013). Diakses melalui <http://journal.uc.ac.id/inek.php/performa/article/download/392/351>.