



**Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan pada
Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor
Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor**

Deddy Haryanto Sembiring, Darmadi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jayabaya
Jl. Raya Bogor KM 28, Pekayon, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
Email: Dedysembiring447@yahoo.com

Abstrak

Persimpangan yang mempertemukan antara Jl. Tegar Beriman dan Jl. Raya Bogor, merupakan akses dari jalan yang harus diperhatikan. Dalam hal ini perlu adanya perhatian pada jam-jam sibuk antrian pada persimpangan ini cukup panjang yang dapat mempengaruhi kepadatan lalu lintas pada jaringan jalan tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya dilakukan penelitian tentang Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan pada Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor supaya dapat dicarikan alternatif solusi agar kemacetan lalu lintas pada persimpangan ini dapat teratasi. Melakukan suatu analisa dengan cara menghitung nilai emp setiap tipe kendaraan yang melintas di jalan tersebut. Parameter yang dapat digunakan untuk menilai suatu kinerja pada simpang bersinyal ini mencakup : kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan panjang antrian. Sebagai acuan utama dalam menganalisa suatu persimpangan bersinyal dapat menggunakan peraturan yang sudah ditetapkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997. Dari hasil analisis yang diperoleh pada lokasi studi simpang diperoleh nilai DS pendekat T :0,57 pendekat B: 0,46 pendekat S: 0,56 , dan tundaan rata – rata yaitu 60,40 detik/smp termasuk dalam tingkatan LOS F. Solusi yang harus dilakukan adalah dengan adanya pelebaran jalan dan hambatan samping pada jalan tersebut dengan menghitung ulang waktu siklus, maka diperoleh nilai DS pendekat T :0,70 pendekat B: 0,70 pendekat S: 0,70 , dan tundaan rata – rata yaitu 24,29 detik/smp sehingga diperoleh tingkatan LOS C.

Kata Kunci : Kemacetan, Simpang Bersinyal, Derajat Kejenuhan, Kapasitas, tunda

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring laju perkembangan pembangunan di Bogor yang semakin pesat mengakibatkan semakin pesatnya juga pertumbuhan kendaraan tiap tahunnya. Dalam hal ini persimpangan merupakan daerah dimana pertemuan dari dua atau lebih jalan bergabung atau berpotongan/bersilangan. Setiap simpang melakukan pergerakan lalu lintas secara terus menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari jalan pendekat, sehingga pergerakan lalu lintas perlu dikendalikan. Simpang bersinyal dari Jalan Tegar Beriman menuju jalan Raya Bogor yang menjadi wilayah studi berada di Cibinong Kabupaten Bogor. Simpang tersebut merupakan titik simpul kemacetan terutama pada jam pulang kerja yaitu pada pagi, siang maupun sore hari. Sebuah persimpangan bersinyal mempunyai beberapa permasalahan meliputi volume kendaraan yang melintas, panjang antrian kendaraan, konflik lalu lintas, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, efektifitas kerja simpang dan kondisi fisik dari persimpangan tersebut. Oleh karena itu dengan adanya sebuah survey untuk mengamati suatu persimpangan apakah persimpangan masih dapat memberikan tingkat pelayanan yang memadai untuk menampung jumlah kendaraan yang semakin hari semakin banyak. . Apabila angka kepadatan kendaraan yang melalui ruas jalan di kaki dari persimpangan tersebut pada dalam waktu tertentu kapasitas yang sudah melebihi pada jalan itu maka dapat dikatakan ruas jalan pada kaki persimpangan sudah mencapai tingkat pelayanan yang buruk.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis efektifitas kinerja simpang tiga bersinyal Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. Tujuan yang hendak dicapai adalah Mendapatkan volume kendaraan pada persimpangan Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor, Menganalisis kinerja simpang bersinyal dengan metode MKJI 1997 di simpang tiga bersinyal Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor, Memberikan alternative pemecahan masalah dalam kinerja simpang tiga bersinyal.

Batasan Masalah

Karena luasnya cakupan dan aspek yang ditinjau pada analisa kinerja simpang bersinyal serta keterbatasan waktu, biaya, pengetahuan yang dimiliki, maka pada penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut yaitu Analisis tingkat kinerja persimpangan meliputi: Arus Jenuh Dasar (So) , Arus Jenuh (S), Rasio Arus , Kapasitas (C), Derajat Kejenuhan (DS), Panjang Antrian (NQ1), Angka Henti (NS), Rasio Kendaraan Terhenti (Psv), Tundaan dihitung dengan metode MKJI 1997. Lokasi penelitian yang akan dibahas berada di persimpangan Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor. Waktu survey dilakukan pada hari Sabtu 19 oktober 2019 yaitu: Siang 12.45 – 15.15 WIB. Survey yang dilakukan persimpangan adalah survey data primer, meliputi survey geometrik dan persimpangan, survey volume lalu lintas, dan survey waktu lampu lalu lintas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Persimpangan

Menurut Khisty dan Lall (2005), daerah persimpangan jalan diartikan sebagai ruang untuk perpindahan atau perpindahan arah perjalanan dengan memperhatikan efisiensi, keamanan, dan kecepatan demi keamanan pengendara maupun pengemudi yang melalui persimpangan tersebut.

Persimpangan merupakan pertemuan dua atau lebih ruas jalan, gabungan, perpotongan atau bersilangan (Saodang, 2004). Fungsi dari persimpangan dimana tempat untuk melakukan perpindahan arah dari perjalanan pengendara dan pengemudi. Persimpangan menjadi bagian dari jalan raya yang penting dikarenakan sebagian besar dari efisiensi dan kecepatan, serta bagaimana desain dan perencanaan untuk memperhatikan keselamatan.

Kapasitas Jalan

Kapasitas menurut MKJI (1997) adalah merupakan jumlah terbesar kendaraan yang melintasi suatu titik dari lajur jalan pada waktu yang tertentu dengan kondisi jalan tertentu atau merupakan arus terbesar yang bisa dilewati dari suatu ruas jalan. Kapasitas ruas jalan dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam.

Kapasitas Yang Mungkin (possible Capacity)

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan kota berdasarkan MKJI adalah:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)}$$

Keterangan:

C = Kapasitas

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Derajat Kejenuhan

Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q/C$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas

C = Kapasitas

Sinyal

Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas didefinisikan sebagai semua peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali lampu kedip (flasher), rambu, dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda atau pejalan kaki. (Oglesby, 1999).

Penentuan Fase Sinyal

Fase adalah suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapatkan identifikasi lampu lalu lintas yang sama. Jumlah fase yang baik adalah fase yang menghasilkan kapasitas besar dan rata-rata tundaan rendah.

Kinerja Persimpangan Arus Lalu Lintas

Untuk menghitung arus dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} \times Q_{LVMC} \times emp_{MC}$$

Keterangan :

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

QLV = Arus kendaraan ringan (kendaraan/jam)

QHV = Arus kendaraan berat (kendaraan/jam)

QMC = Arus sepeda motor (kendaraan/jam)

emp_{HV} = Emp kendaraan berat

emp_{MC} = Emp sepeda motor

Arus Jenuh

Adapun nilai arus jenuh suatu persimpangan bersinyal dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$S = S_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \dots \times F_n$$

S = Arus Jenuh

S₀ = Arus jenuh dasar

F = Penyimpangan dari kondisi sebenarnya

Untuk pendekatan terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_e):

$$S_0 = 600 \times W_e \frac{\text{smp}}{\text{jam}} \text{hijau}$$

Arus jenuh dasar yang disesuaikan yaitu:

s =

$$S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \frac{\text{smp}}{\text{jam}} \text{hijau}$$

Keterangan :

S = Arus jenuh

S₀ = Arus jenuh dasar

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

F_G = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

F_P = Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Fator penyesuaian belok kiri

Waktu Siklus sebelum Penyesuaian

Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan untuk serangkaian fase dimana semua pergerakan dilakukan atau selang waktu dari awal hijau hingga kembali hijau. Satu siklus dapat terdiri dari 2 fase atau lebih dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$$

Keterangan :

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus

IFR = Rasio arus simpang $\Sigma(FR_{CRIT})$

Waktu Hijau

$$g_i = (c - LTI) \times FR_{crit} / L(FR_{crit})$$

Keterangan :

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

PR_i = Rasio fase $FR_{crit} / \Sigma FR_{crit}$

Kapasitas

Kapasitas simpang adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati kaki simpang. Kapasitas (C) dari suatu pendekatan simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Keterangan

C = Kapasitas pendekatan (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus

Panjang Antrian

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Untuk derajat kejenuhan $(DS) > 0,5$:

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

Keterangan:

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

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

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

Keterangan:

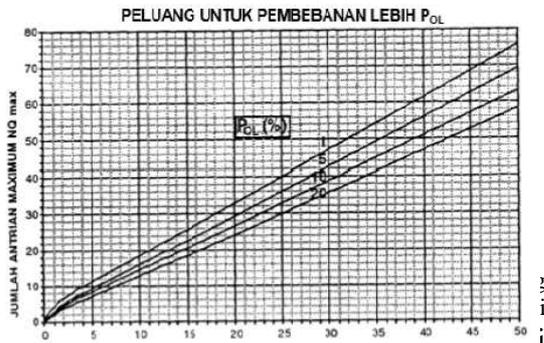
NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

Q_{masuk} = arus lalu lintas tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

Sedangkan panjang antrian diperoleh dari:

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}}$$



garis stop simpang dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

C = waktu siklus (detik)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti, N_{sv} , adalah jumlah berhenti rata rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang

dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung menggunakan persamaan :

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

Laju henti untuk seluruh simpang :

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

Tundaan

Tundaan (delay) dapat didefinisikan sebagai ketidaknyamanan pengendara, borosnya konsumsi bahan bakar dan kehilangan waktu perjalanan. Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal: Tundaan Lalu Lintas (DT) dan Tundaan Geometri (DG)

$$D_j = DT_j + DG_j$$

Keterangan

D_j = Tundaan rata rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan lalu lintas (DT) yaitu akibat interaksi antar lalu lintas pada simpang dengan faktor luar seperti kemacetan pada hilir (pintu keluar) dan pengaturan manual oleh polisi, dengan rumus :

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

Keterangan

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

C = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

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

DS = Derajat Kejenuhan

GR= Rasio Hijau

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

Tundaan geometrik (DG) adalah tundaan akibat perlambatan atau percepatan pada simpang atau akibat terhenti karena lampu merah. Persamaan dari tundaan geometric adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

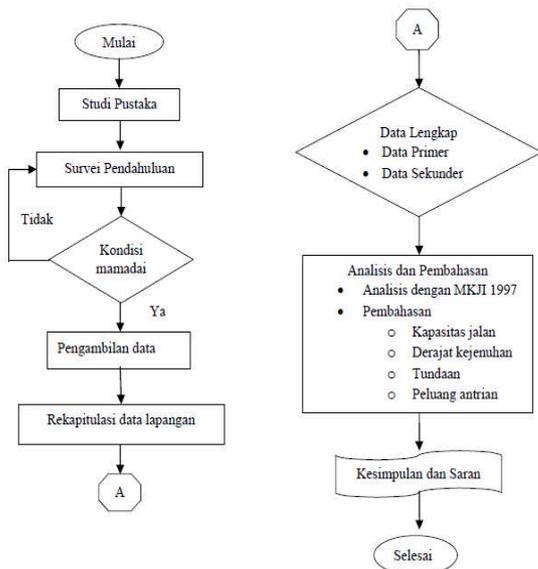
DGj = Tundaan geometri rata-rata pada pendekatan j (det/smp)

PSV = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekatan PT

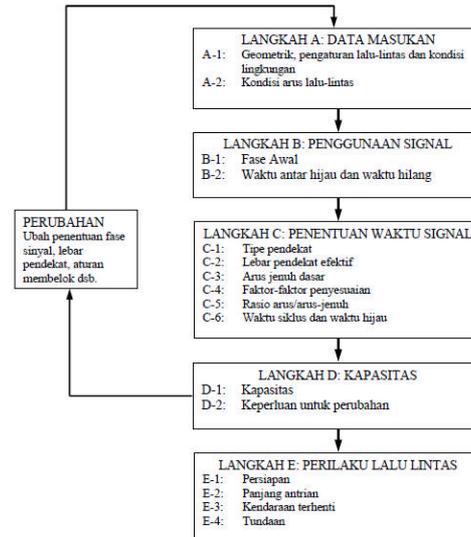
PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekatan

3. METODOLOGI PENELITIAN

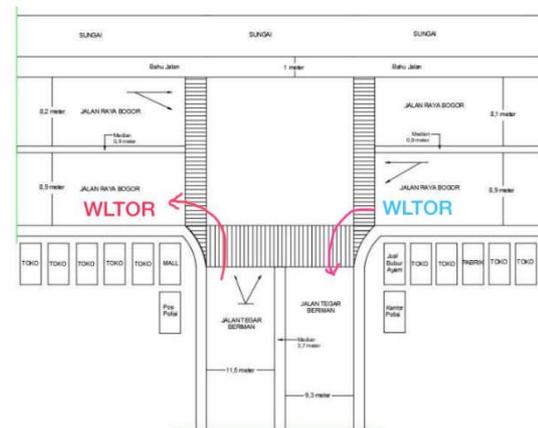
Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari data primer dan data sekunder. Data primer meliputi kondisi geometrik dan volume lalu lintas, waktu sinyal dan survey hambatan samping hari Sabtu. Data sekunder meliputi data statistik penduduk dan lokasi penelitian. Pengambilan data volume lalu lintas dilaksanakan selama 3 jam yang dicatat sebagai volume tiap 15 menit. Dipilih hari Sabtu untuk mewakili hari kerja. Data dari geometrik diperoleh melalui pengukuran langsung. Data tersebut berupa lebar masing masing pendekatan simpang, lebar bahu jalan, dan tipe jalan. Urutan pelaksanaan penelitian dari awal hingga mendapatkan laporan hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Analisis dan perhitungan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dengan tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1: Bagan alir proses penelitian



Gambar 2. Tahapan perhitungan (MKJI,1997)

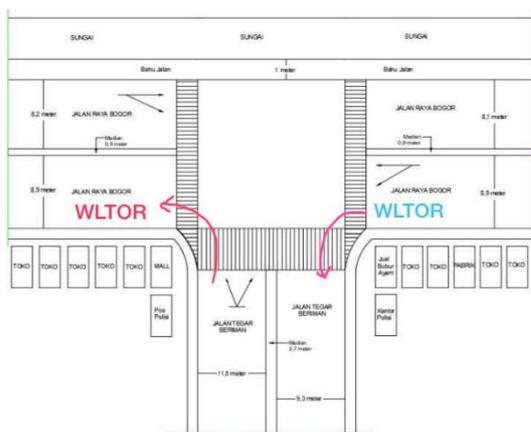


Gambar 3 : Kondisi Simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian ini, terdapat 4 (empat) komponen hasil analisis yaitu kapasitas (Capacity), derajat kejenuhan (Degree of Saturation), tundaan (Delay), dan peluang antrian (Queue). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa volume arus lalu lintas yang melewati simpang cukup besar. Dengan menggunakan metode MKJI 1997, hasil analisis menghasilkan nilai kapasitas simpang (Capacity) pendekatan (T) 1829, (B) 2435 smp/jam, (S) 1509 smp/jam; derajat kejenuhan (DS) pendekatan (T) 0,57, (B) 0,46 dan (S) 0,56 dengan tundaan (Delay) rata

rata sebesar 60,40 detik/smp. Dari nilai Tundaan yang didapat sebesar 60,40 detik/smp, dapat dikatakan tingkat pelayanan simpang Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor tersebut adalah LOS = F (Sangat Buruk), sehingga perlu adanya Alternatif Solusi untuk dapat meningkatkan LOS (Kinerja Simping) yaitu pelebaran jalan pada Pendekat Timur dan pendekat Selatan serta menghitung kembali waktu siklus simpang mengikuti acuan MKJI 1997. Dan menghasilkan nilai kapasitas simpang (Capacity) pendekat (T) 1610 smp/jam, (B) 1748 smp/jam, (S) 1298 smp/jam; derajat kejenuhan (DS) pendekat (T) 0,70, (B) 0,70 dan (S) 0,70 dengan tundaan (Delay) rata rata sebesar 24,29 detik/smp. Dari hasil analisis alternatif, menunjukkan bahwa adanya peningkatan dari nilai tundaan simpang rata-rata sebesar = 24,29 dan LOS Simping C yang berarti dari perencanaan simpang bersinyal alternatif menghasilkan nilai tundaan yang lebih baik.



Gambar 4 : Geometrik Simping setelah pelebaran Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa persimpangan Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor dengan menggunakan paduan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 maka di dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari Hasil Survey di simpang bersinyal Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor di peroleh kapasitas (C) yaitu : (T) 1829 smp/jam, (B) 2435 smp/jam, dan (S) 1509 smp/jam.

2. Derajat Kejenuhan (DS) yaitu : (T) 0,57, (B) 0,46 dan (S) 0,56, Kendaraan antri (NQ) yaitu : (T) 47,94 smp, (B) 49,44 smp, (S) 39,22 smp. Panjang Antrian (QL) yaitu : (T), 140 m, (B), 145 m dan (S) 102,22 m. Rasio Kendaraan Berhenti (NS) yaitu : (T) 0,76 stop/smp (B) 0,73 stop/smp, dan (S) 0,77 stop/smp. Jumlah kendaraan Terhenti (NSV) yaitu : (T) 796,54 smp/jam, (B) 820,39 smp/jam, dan (S) 651,58 smp/jam. Tundaan rata – rata yaitu 60,40 detik sehingga tingkat pelayanan simpang/LOS nya adalah F

3. Hasil dari dilakukannya alternatif sebagai berikut :

- Pada alternatif ini dengan melakukan pelebaran jalan dan menyesuaikan waktu siklus di dapatkan hasil Kapasitas (C) yaitu : (T) 1610 smp/jam, (B) 1748 smp/jam, dan (S) 1298 smp/jam. Derajat Kejenuhan (DS) yaitu : (T) 0,70, (B) 0,70 dan (S) 0,70, Kendaraan antri (NQ) yaitu : (T) 16,15 smp, (B) 17,77 smp, (S) 14,04 smp. Panjang Antrian (QL) yaitu : (T), 44,44 m, (B), 53,33 m dan (S) 36 m. Rasio Kendaraan Berhenti (NS) yaitu : (T) 0,83 stop/smp (B) 0,84 stop/smp, dan (S) 0,89 stop/smp. Jumlah kendaraan Terhenti (NSV) yaitu : (T) 934,14 smp/jam, (B) 1028,09 smp/jam, dan (S) 812,34 smp/jam. Tundaan rata – rata yaitu 24,29 smp/detik sehingga tingkat pelayanan simpang/LOS nya adalah C.

SARAN

Pada persimpangan Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor yang setiap harinya banyak dilewati kendaraan yang melintas khususnya pada saat jam sibuk, membuat persimpangan tersebut melebihi kapasitas yang tersedia. Sehingga diperlukan solusi-solusi untuk mengurangi permasalahan

yang timbul pada persimpangan tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan tindakan pada persimpangan tersebut, seperti pengawasan dari pihak kepolisian untuk mengatur lalu lintas yang cenderung macet dan padat merayap, karena tundaan yang lama serta panjangnya antrian pada persimpangan tersebut membuat kemacetan pada persimpangan serta mengontrol para pengemudi yang tidak mematuhi rambu rambu lalu lintas yang sudah dipasang,

2. Dari segi pengaturan lampu lalu lintas perlu dilakukan peninjauan kembali seperti dengan merubah waktu siklus dikarenakan tundaan yang besar diakibatkan panjangnya waktu siklus. Dari hasil perhitungan waktu siklus yang paling efektif adalah 56 detik,

3. Diharapkan dari hasil analisis ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam merencanakan, mendesain atau melakukan perubahan pada simpang bersinyal Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat, Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum RI, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Jakarta

Harianto, Joni dan Lamhot Hasudungan Sitanggang, 2013. Jurnal: Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan K.H wahid Hasyim- Jalan Gajah Mada). Medan: Universitas Sumatera Utara

Lestari Lia Mei, 2018. Tugas Akhir: Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan Warung Jati Barat- Jalan Raya Ragunan

Rahma, Andi,dkk, 2016. Jurnal: Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Tegar Beriman-Jalan Raya Bogor). Bogor. Universitas Pakuan

Widodo, Esti dan Muhammad Syaikh.2015. Jurnal: Analisis Kapasitas dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Purwosari Kabupaten Pasuruan)