

ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG BORU KOTA SERANG

Arief Budiman¹⁾, Dwi Esti Intari²⁾, Desy Mulyawati³⁾

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Sudirman KM 03 Cilegon, Banten

³⁾Mulyawatidesy@gmail.com

INTISARI

Simpang Boru merupakan simpang bersinyal dengan empat lengan yang menghubungkan antara jalan raya cipocok, jalan raya petir dan jalan Syech Moh Al-bantani. Kondisi lingkungan di persimpangan tersebut merupakan daerah komersil yang ditandai dengan adanya pertokoan disekitar simpang Boru. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja simpang Boru dalam kondisi eksisting serta memberikan alternatif solusi pemecahan masalah yang timbul pada simpang Boru. Pengambilan data didasarkan pada data primer dan data sekunder dan metode yang digunakan pada analisa kinerja simpang ini adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Berdasarkan hasil penelitian pada simpang Boru dapat diketahui bahwa pada satu pendekat mengalami jenuh yaitu pada pendekat Utara dengan derajat kejenuhan (Ds) sebesar 0.77 (Ds < 0.75 tidak jenuh) sedangkan pada pendekat selatan, barat dan timur menghasilkan derajat kejenuhan masing-masing sebesar 0.61, 0.34 dan 0.30 (Ds > 0.75 jenuh). Panjang antrian tertinggi pada simpang adalah sebesar 40.70 m. besar nilai angka henti seluruh simpang adalah 0.70 stop/smp. Tundaan rata-rata simpang yang dihasilkan adalah 30.96 det/smp dan masuk tingkat pelayanan simpang (LOS) dengan tingkat D dimana nilai tundaan 25.1-40 det/smp Untuk meningkatkan kinerja simpang Boru dilakukan alternatif perbaikan dengan melakukan perubahan waktu siklus, perubahan fase, pelebaran geometrik serta kombinasi antara pelebaran geometrik dan perubahan fase. Dari keempat alternatif tersebut dipilih alternatif pelebaran geometrik dan perubahan fase dimana hasil derajat kejenuhan pada pendekat utara = 0.35, pendekat selatan = 0.45, pendekat barat = 0.52 serta pendekat utara = 0.52 dengan tingkat pelayanan simpang berada pada tingkat B

Kata Kunci: Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Simpang Bersinyal, Tundaan

ABSTRACT

Boru intersection is an signalized intersection with four directions which connects some highway such as Cipocok highway, Petir highway and Syech Moh. Albantani highway. The circumstance at the intersection is commercial area that signed by shopping complex around it. The aim of this research is to analyze the Boru intersection in existing conditions and give problem solving that appears at Boru intersection. The collecting data is based on primer data and secondary data. This research uses Indonesian Highway Capacity Manual method.

Based on the result at Boru intersection, it is known that in one of pendekat is near to saturation. It is at North approach with the saturation level is as much as 0.77 (ds 0.75 ; saturation) while in south, west and east approach create the saturation levels as much as 0.61, 0.34 and 0.30 (ds > 0.75 ; saturation). The highest queues length of the intersection is 40.70 m. The big of intersection stopping rate of all the intersections is 0.70 stop/smp. The average intersection delay produce was 37.13 sec/smp and come to intersection service levels (LOS) by the level D where the scale 25.1 – 40 sec/smp. To improve the performance of Boru intersection is done repairing alternative by doing changes in cycle time, phase, geometric width and the combination between geometric width and phase changing. From those four alternatives, was chosen geometric width alternative and phase changing where the result of saturation level in north approach = 0.35, south approach = 0.45, west approach = 0.52 and east approach = 0.52 with the intersection service level is B.

Keywords : Degree of Saturation, the queues length, Signalized intersection, Delay

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Proses pengangkutan merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan di mulai, ke tempat tujuan kemana kegiatan pengangkutan diakhiri. Peranan transportasi sangat penting untuk saling menghubungkan daerah sumber bahan baku, daerah produksi, daerah pemasaran dan daerah pemukiman sebagai tempat tinggal konsumen. Transportasi sangat penting untuk manusia, karena memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua system jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya (AASHTO, 2001, C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, 2005)

Kota Serang sekarang mengalami masa pertumbuhan yang pesat, hal ini ditandai dengan banyaknya mall, perumahan serta tempat makanan cepat saji di Kota Serang. Dengan demikian kota serang mengalami peningkatan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan setiap tahunnya. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan di masa mendatang tentu akan mengakibatkan terjadinya peningkatan pengguna lalu lintas dan akan berpengaruh terhadap kinerja pada persimpangan tersebut.

Simpang Boru adalah simpangan dengan empat lengan yang dilengkapi dengan sinyal lampu lalu lintas. Simpang Boru merupakan pertemuan dari empat arah yaitu : lengan sebelah utara adalah Jl Raya Cipocok, lengan sebelah Selatan adalah Jl. Raya Petir, lengan sebelah barat adalah Jl. Syech Moh. Al-Bantani, lengan sebelah timur adalah Jl. Raya Curug Petir.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ditinjau dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Bagaimana kinerja simpang bersinyal di simpang Boru pada kondisi eksisting?
2. Alternatif apa yang akan digunakan pada Simpang Boru Kota Serang?
3. Bagaimana kinerja simpang boru terhadap pertumbuhan kendaraan pada 5 tahun mendatang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja simpang bersinyal pada simpang Boru pada keadaan eksisting
2. Memberikan Alternatif perbaikan pada Simpang Boru Kota Serang
3. Mengetahui kinerja simpang boru terhadap pertumbuhan jumlah kendaraan pada 5 tahun mendatang

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup dan batasan masalah sebagai berikut:

1. Daerah yang ditinjau adalah simpang Boru yang berada di kota Serang. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber : Google Maps, 2015

2. Data primer diperoleh langsung dari survey lapangan yang dilakukan pada satu hari pada hari kerja mulai pukul 06.00-21.00
3. Analisa kinerja simpang bersinyal dilakukan dengan menggunakan manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI)1997.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Olehnya itu persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan khususnya di daerah - daerah perkotaan

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

1. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar (S0) yaitu besarnya keberangkatan antrian dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).

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

2. Arus Jenuh

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

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

Dimana :

F_{CS} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan tak bermotor

F_G = Faktor Penyesuaian Kelandaian

F_P = Faktor Penyesuaian Parkir

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

F_{RT} = Faktor Penyesuaian Belok Kanan

3. Waktu siklus

Waktu siklus adalah urutan lengkap dari indikasi sinyal (antara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama).

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$c_{ua} = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR}$$

b. Waktu Hijau

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i$$

c. waktu siklus yang disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan dapat dihitung dengan rumus :

$$c = \sum g + LTI$$

4. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas (C) adalah jumlah lalu lintas maksimum yang dapat ditampung oleh suatu pendekat dalam waktu tertentu.kapasitas untuk masing – masing pendekat adalah :

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

Nilai kapasitas dipakai untuk menghitung derajat kejenuhan (DS) masing – masing pendekat.

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

5. Tingkat Kinerja

a) Panjang Antrian

Jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) dihitung berdasarkan nilai derajat kejenuhan dengan menggunakan rumus berikut :

- Untuk $DS > 0,5$

$$NQ_1 = -0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + (3 \times \frac{DS - 0,5}{c})}]$$

- Untuk $DS \leq 0,5$

$$NQ_1 = 0$$

Jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ2) dihitung dengan rumus :

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

Jumlah antrian kendaraan secara keseluruhan adalah :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Untuk menentukan NQmax dapat dicari dari grafik dengan menghubungkan nilai NQ dan probabilitas P_{OL} (%). Untuk perencanaan dan desaian disarankan nilai $P_{OL} < 5\%$ sedangkan untuk

operasional disarankan 5 – 10%. Sehingga Panjang antrian (QL) didapat dengan rumus dibawah ini.

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

b) Kendaraan Terhenti

Angka Henti (NS) untuk masing-masing pendekat yang didefinisikan jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) yang nilainya dapat dihitung dengan rumus :

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

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) untuk masing-masing pendekat dihitung dengan rumus :

$$NSV = Q \times NS$$

Selanjutnya angka henti rata-rata untuk seluruh simpang (NSTOT). Dihitung dengan rumus :

$$NS_{TOT} = \frac{\sum NSV}{Q_{TOT}}$$

c) Tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas lainnya pada suatu simpang yang nilainya dapat dihitung dengan rumus :

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

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

Tundaan geometri rata-rata adalah tundaan yang disebabkan oleh percepatan atau perlambatan kendaraan yang membelok di persimpangan dan atau yang terhenti di lampu merah yang nilainya dapat dihitung dengan rumus :

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

Tundaan rata-rata merupakan jumlah dari tundaan lalu lintas rata – rata (DT) dan tundaan geometri rata-rata (DG).

$$D = DT + DG$$

Tundaan total (smp.det) adalah perkalian antara tundaan rata – rata dengan arus lalu lintas

$$D_{total} = D \times Q$$

Tundaan rata-rata simpang (D_i)

$$D_i = \frac{\sum D_{total}}{Q_{total}}$$

6. Analisa Pertumbuhan Lalu Lintas

Perhitungan pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan metode geometrik. Dimana metode geometrik sendiri adalah analisa yang digunakan untuk memperkirakan jumlah masing-masing data tersebut pada tahun x tahun mendatang (Tahun ke-x). Adapun bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Pertumbuhan lalu lintas bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah:

- a. Jumlah Penduduk
- b. Jumlah Kepemilikan Kendaraan

3. Metode Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

Agar setiap kegiatan dapat berjalan lancar harus dilakukan secara teratur dalam bentuk yang sistematis baik sebelum kegiatan tersebut dilakukan yaitu ketika masih dalam bentuk perencanaan maupun dalam pelaksanaan dan pengambilan keputusan. Dalam tugas akhir ini tahapan penelitian yang akan dilakukan antara lain :

1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan langkah pertama dalam pelaksanaan tugas akhir dimana hal yang pertama dilakukan adalah mengidentifikasi dan merumuskan masalah dengan cara melakukan pengamatan pendahuluan. Dalam tahap ini dilakukan penyusunan rencana yang kiranya perlu dilakukan agar diperoleh efisiensi dan efektifitas waktu dan pekerjaan

2. Tahapan Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan langkah awal setelah tahap persiapan. Adapun langkah-langkah dalam tahap pengumpulan data adalah sebagai berikut :

a) Data yang diperlukan

Dimana data yang diperlukan antara lain adalah :

1) Data Primer

Merupakan data yang diperoleh langsung dari lapangan

melalui survei dengan melakukan pengukuran dan pengamatan. Adapun survey yang dilakukan adalah survei geometri, survei volume lalu lintas, dan survei waktu siklus.

2) Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh dari pihak instansi yang terkait seperti data jumlah pertumbuhan penduduk Kota Serang yang diperoleh dari Dinas Catatan Sipil dan Kependudukan Kota Serang atau dari Badan Pusat Statistik. Kemudian mengenai data peta lokasi serta klasifikasi jalan.

b) Waktu Survei

Metode survei yaitu dengan mengadakan pengamatan langsung keadaan lapangan sesungguhnya. Dalam penelitian ini, survei akan dilakukan satu hari selama 15 jam pada hari kerja yaitu pada hari kamis dengan menggunakan waktu jam puncak yaitu pada pagi hari jam 07.00-09.00 WIB, siang hari jam 11.00-13.00 WIB dan sore hari 16.00-18.00 WIB dan membutuhkan 8 orang surveyor yang dibagi menjadi 2 surveyor di setiap lengan simpang yaitu lengan utara yang mengarah ke Serang, lengan Selatan yang mengarah ke Rangkasbitung,

lengan sebelah barat yang mengarah ke KP3B dan lengan sebelah timur yang mengarah ke Pakupatan.

3. Pengambilan Data Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah pertama dengan mengukur data geometri masing-masing lengan simpang, kemudian menghitung waktu siklus lampu lalu lintas di setiap lengan simpang serta menghitung volume kendaraan yang melalui simpang tersebut berdasarkan tipe kendaraan. Pencatatan data tersebut menggunakan formulir yang ada di MKJI 1997.

Tabel 1. Tipe Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Definisi
1	Kendaraan tak Bermotor (UM)	Sepeda, Becak
2	Sepeda Motor (MC)	Sepeda Motor
3	Kendaraan Ringan (LV)	Colt, Pick Up, Taksi
4	Kendaraan Berat (HV)	Bus Kecil, Bus Besar dan Truk

Sumber : MKJI 1997

4. Peralatan Penelitian

Untuk mendukung lancarnya penelitian ada beberapa hal yang dibutuhkan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Alat Tulis untuk pencatatan survei.
- b. Petugas pengamatan sebagai tenaga pengamat dan pencatat arus lalu lintas.
- c. Meteran untuk pengukuran lokasi.
- d. *Stop Watch*.

5. Tahap Analisa Data

Adapun analisa data yang digunakan adalah mengacu pada pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk mengetahui kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti dan tundaan pada simpang.

Untuk derajat kejenuhan yang terdapat pada MKJI 1997 adalah , 0.75. Alternatif perbaikan dilakukan jika sudah diketahui derajat kejenuhan pada simpang tersebut lebih dari 0.75 maka harus dilakukan alternatif perbaikan pada simpang. Jika derajat kejenuhan pada simpang Boru lebih dari 0.75 maka alternatif perbaikan yang dilakukan untuk menaikkan kinerja simpang Boru adalah melakukan pengaturan ulang sinyal, melakukan perubahan fase, melakukan pelebaran geometrik serta

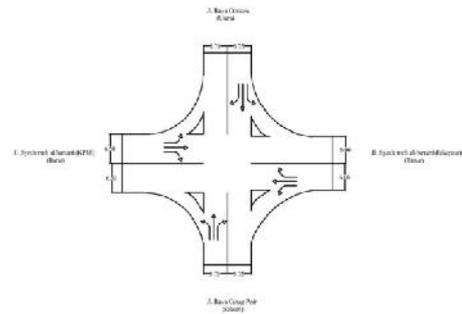
melakukan kombinasi dari alternatif perbaikan.

6. Tahap Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas

Indikator yang dipakai pada prediksi pertumbuhan lalu lintas adalah jumlah penduduk serta jumlah kepemilikan kendaraan. Prediksi pertumbuhan lalu lintas pada penelitian tugas akhir ini adalah 5 tahun ke depan.

7. Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dari penelitian tugas akhir ini adalah tahap pemberian kesimpulan dan saran. Tahap ini harus sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini.



Gambar 3. Penampang Simpang Boru
Sumber: Hasil Survey Lapangan, 2015

Untuk arus jenuh dasar dari hasil analisa didapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini

Tabel 2. Arus Jenuh Dasar tiap Pendekat pada Simpang Boru

Kode Pendekat	Lebar Efektif m	Arus Jenuh Dasar (So) smp/jam
Utara	5.75	3450
Selatan	5.75	3450
Barat	5.5	3900
Timur	6	3600

Sumber: Hasil Analisa, 2016

b. Arus Jenuh

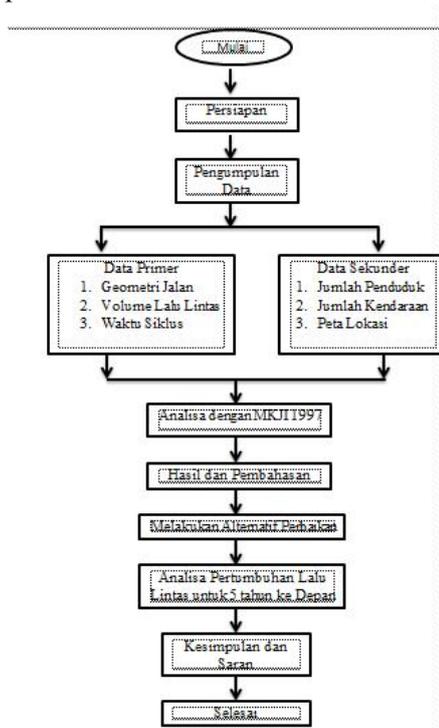
Setelah menghitung arus jenuh dasar selanjutnya menentukan faktor koreksi untuk mendapatkan nilai arus jenuh. Setelah semua faktor koreksi telah ditentukan kemudian menghitung arus jenuh. Penentuan faktor koreksi diuraikan seperti berikut:

1) Faktor koreksi ukuran kota (F_{CS})

Faktor ini ditentukan berdasarkan jumlah penduduk yang ada di kota tersebut. Jumlah penduduk kota serang pada tahun 2015 adalah 643206 jiwa. Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 jumlah penduduk kota serang masuk dalam kategori 0.5-1.0 dalam satuan juta dengan faktor koreksi sebesar 0.94

2) Faktor koreksi hambatan samping (F_{SF})

Kondisi lingkungan pada daerah sekitar simpang ada tiga macam yaitu komersil, pemukiman dan area terbatas. Kondisi lingkungan di simpang boru sendiri yaitu daerah komersil. Hal ini ditandai dengan



Gambar 2. Skema Alur Penelitian
Sumber: Hasil Analisa, 2015

4. Hasil dan Pembahasan

Simpang Boru adalah persimpangan dengan empat lengan yang dilengkapi dengan lampu sinyal lalu lintas

1. Kondisi Eksisting

a. Arus Jenuh Dasar

adanya pertokoan yang ada di daerah sekitar simpang.

Hambatan samping pada pendekatan simpang berupa pejalan kaki yang menyebrang jalan, angkutan umum yang berhenti untuk menaik-turunkan penumpang dan angkutan umum yang berhenti di badan jalan. Hambatan samping yang ada pada setiap lengan di simpang Boru termasuk dalam kategori rendah dengan nilai faktor koreksi hambatan sebesar 0.95

3) Faktor koreksi gradient (F_G)

Kondisi kelandaian pada simpang Boru berbeda pada setiap pendekatnya. Pada pendekatan Utara kelandaian sebesar 2.5% dengan faktor koreksi 0.975. Pada pendekatan Selatan kelandaian sebesar 4.48% dengan faktor koreksi 1.015. Pada pendekatan Barat kelandaian sebesar 3.206% dengan faktor koreksi 0.964. Pada pendekatan Timur kelandaian sebesar 2.206% dengan faktor koreksi 1.01.

4) Faktor koreksi parkir (F_P)

Faktor koreksi untuk pendekatan Utara, Barat dan Timur adalah 1.00 sedangkan faktor koreksi untuk pendekatan Selatan adalah 0.86 sesuai dengan MKJI 1997.

5) Faktor koreksi belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan untuk setiap pendekatan berbeda dikarenakan Untuk pendekatan Utara faktor koreksi sebesar 1.04. Untuk pendekatan Selatan faktor koreksi sebesar 1.09. Untuk pendekatan Barat faktor koreksi sebesar 1.02. Untuk pendekatan Timur faktor koreksi sebesar 1.05.

Tabel 3. Penentuan Faktor Koreksi dan Arus Jenuh untuk Simpang Boru

Kode Pendekat	Faktor Penyesuaian Semua Tipe Pendekat						S smp/jam
	So	Fcs	FSF	FG	FP	FRT	
U	3450	0.94	0.95	0.975	1	1.04	3122
S	3450	0.94	0.95	1.015	0.86	1.09	2950
B	3900	0.94	0.95	0.964	1	1.02	3426
T	3600	0.94	0.95	1.01	1	1.05	3403

Sumber: Hasil Analisa, 2016

c. Waktu Siklus

Dengan menggunakan rumus waktu siklus yang telah disesuaikan dihitung berdasarkan waktu hijau

pada simpang Boru yang telah diperoleh dan waktu hilang total

$$c = \sum g + LTI$$

$$= 57 + 24$$

$$= 81 \text{ detik}$$

d. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Perhitungan kapasitas setiap pendekatan tergantung pada rasio waktu hijau dan arus jenuh yang disesuaikan, maka kapasitas yang didapat seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Kapasitas Simpang Boru

Kode Pendekat	S smp/jam	g detik	c smp/jam	C smp/jam
U	3122	13	81	501
S	2950	13	81	474
B	3426	14	81	592
T	3403	17	81	714

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Derajat kejenuhan tiap pendekatan pada simpang berdasarkan arus lalu lintas dan kapasitas yang telah didapatkan diatas.

Tabel 5. Perhitungan Derajat Kejenuhan Simpang Boru

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan (Q/C)	Keterangan
U	388	501	0.77	Jenuh
S	291	474	0.61	Tidak Jenuh
B	203	592	0.34	Tidak Jenuh
T	214	714	0.30	Tidak Jenuh

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan hasil diatas diketahui bahwa pada pendekatan Utara dalam keadaan jenuh karena $DS > 0.75$, sedangkan untuk ketiga pendekatan lainnya yaitu Selatan, Barat dan Timur tidak dalam kondisi jenuh. Dengan nilai $DS < 0.75$.

e. Tingkat Kinerja

1) Panjang Antrian

Perhitungan panjang antrian terdiri dari NQ_1 dan NQ_2 setelah itu mencari nilai NQ_{max} sehingga selanjutnya menghitung QL . Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 6. Perhitungan Panjang Antrian pada Simpang Boru

Kode Pendekat	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Jumlah Kendaraan Antri (smp)				QL (m)	
				NQ1	NQ2	NQ			Nqmax
						NQ1	NQ2		
U	388	501.07	0.77	0.954	6.245	7.199	11.7	40.70	
S	291	473.51	0.61	0.236	4.849	5.086	10	34.78	
B	203	545.63	0.34	0.030	3.514	3.514	7	21.54	
T	244	773.72	0.30	0.020	3.494	3.494	6.8	22.87	

Sumber: Hasil Analisa, 2016

2) Kendaraan Terhenti

Perhitungan kendaraan terhenti terdiri dari nilai angka henti, jumlah kendaraan terhenti dan nilai angka henti total seluruh simpang. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 7. Perhitungan Kendaraan terhenti Pada Simpang Boru

Kode Pendekat	NS stop/smp	NSV smp/jam
U	0.74	287.97
S	0.70	203.43
B	0.69	140.55
T	0.65	139.77
Total		771.72
		0.56

Sumber: Hasil Analisa, 2016

3) Tundaan

Perhitungan tundaan terdiri dari perhitungan tundaan lalu lintas rata-rata, tundaan geometric rata-rata, tundaan rata-rata, tundaan total dan tundaan simpang rata-rata. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 8. Perhitungan Tundaan Simpang pada Simpang Boru

Kode Pendekat	Tundaan			
	DT (det/smp)	DG (det/smp)	D (det/smp)	D x Q (smp/det)
U	39.45	3.86	43.31	16807.74
S	33.46	3.34	36.80	10706.11
B	29.46	3.19	32.65	6641.76
T	26.98	3.66	30.63	6540.02
Total				42321.02

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Setelah menganalisa simpang dengan menggunakan Manual kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 didapatkan derajat kejenuhan pada pendekat Utara sebesar 0.77, pada pendekat Selatan sebesar 0.61, pada pendekat Barat

sebesar 0.34 dan pendekat Timur sebesar 0.30. Panjang antrian terbesar terdapat pada pendekat utara sebesar 40.70m. Nilai angka henti seluruh pendekat sebesar 0.56 dan Tundaan simpang rata-rata di simpang Boru diperoleh sebesar 30.96 det/smp. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan no 96 tahun 2015 mengenai tingkat pelayanan simpang bersinyal maka hasil tundaan pada kondisi eksisting tersebut masuk dalam tingkat D dimana nilai tundaan 25.1-40 det/smp

2. Alternatif Perbaikan Simpang

- Alternatif yang diberikan pada simpang Boru antara lain sebagai berikut
- Alternatif I dengan melakukan koordinasi lampu hijau
 - Alternatif II dengan melakukan pengaturan ulang sinyal
 - Alternatif III dengan melakukan perubahan fase
 - Alternatif IV dengan melakukan pelebaran geometri
 - Alternatif V dengan melakukan Pelebaran Geometrik dan Perubahan Fase

Dari hasil perhitungan kinerja simpang pada saat kondisi eksisting dan penerapan alternatif pada simpang mulai dari perubahan waktu siklus, perubahan fase, pelebaran geometrik serta kombinasi antara pelebaran geometrik dan perubahan fase. Adapun yang paling efektif dari beberapa alternatif perbaikan yang dilakukan adalah kombinasi antara pelebaran geometri dan perubahan fase yang terdapat pada alternatif V

Tabel 9 Rekapitulasi Kinerja Simpang pada Kondisi Eksisting dan Alternatif Perbaikan

Kondisi	Pendekat			
	Utara	Selatan	Barat	Timur
Eksisting				
Derajat Kejenuhan	0.77	0.61	0.34	0.3
Panjang Antrian QL (m)	40.70	34.78	21.54	22.67
Kend. Terhenti NS (smp/jam)	0.74	0.70	0.69	0.65
Tundaan T (det/smp)	43.31	36.8	32.65	30.63
Tingkat Pelayanan Simpang	D	D	D	D

Alternatif I				
Derajat Kejenuhan	0.52	0.29	0.26	0.19
Panjang Antrian QL (m)	33.04	26.09	21.54	23.33
Kend. Terhenti NS (smp/jam)	0.78	0.8	0.62	0.57
Tundaan T (det/smp)	28.37	27.39	19.83	17.99
Tingkat Pelayanan Simpang	D	D	C	C
Alternatif II				
Derajat Kejenuhan	0.536	0.5364	0.54	0.54
Panjang Antrian QL (m)	34.78	31.3	18.64	20.33
Kend. Terhenti NS (smp/jam)	0.59	0.67	0.77	0.76
Tundaan T (det/smp)	18.915	20.055	22.491	22.629
Tingkat Pelayanan Simpang	C	C	C	C
Alternatif III				
Derajat Kejenuhan	0.48	0.65	0.46	0.49
Panjang Antrian QL (m)	19.13	17.39	15.69	17.33
Kend. Terhenti NS (smp/jam)	0.35	0.35	0.73	0.73
Tundaan T (det/smp)	11.93	13.52	18.89	19.73
Tingkat Pelayanan Simpang	B	B	C	C
Alternatif IV				
Derajat Kejenuhan	0.64	0.61	0.34	0.3
Panjang Antrian QL (m)	34.78	34.09	20.92	22.67
Kend. Terhenti NS (smp/jam)	0.69	0.67	0.69	0.65
Tundaan T (det/smp)	37.38	34.93	32.66	30.63
Tingkat Pelayanan Simpang	D	D	D	D
Alternatif V				
Derajat Kejenuhan	0.36	0.46	0.53	0.53
Panjang Antrian QL (m)	15.71	14.85	15.14	15.28
Kend. Terhenti NS (smp/jam)	0.38	0.34	0.75	0.74
Tundaan T (det/smp)	11.02	10.3	19.13	19.36
Tingkat Pelayanan Simpang	B	B	C	C

Sumber: Hasil Analisa, 2016

3. Analisa Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas mengalami peningkatan setiap tahunnya sehingga perlu dilakukan analisa mengenai hal tersebut. Sebelumnya diketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas yaitu:

- a. Jumlah penduduk
- b. Jumlah kendaraan

Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil pertumbuhan penduduk Kota Serang seperti di bawah ini

Tabel 10. Perhitungan Pertumbuhan Kendaraan

No	Tahun	Total (jiwa)	Persentase (%)
1	2009	497910	
			16.04
2	2010	577785	
			3.56
3	2011	598407	
			2.25
4	2012	611897	
			1.12
5	2013	618802	
			1.98
6	2014	631101	
			1.91
7	2015	643206	
			26.899
Jumlah			26.899
Rata-Rata			4.48

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Persentase pertumbuhan kendaraan roda 2 di Kota Serang sebesar 12.86%

Tabel 11. Perhitungan Pertumbuhan Kendaraan Roda 2

No	Tahun	Jumlah	Persentase
1	2009	111784	
			16.16
2	2010	129851	
			15.18
3	2011	149566	
			13.81
4	2012	170220	
			14.72
5	2013	195276	
			10.45
6	2014	215679	
			6.85
7	2015	230462	
Jumlah			77.18
Rata-rata			12.86

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Serta pertumbuhan kendaraan roda 4 di Kota Serang sebesar 15.72%

Tabel 12. Perhitungan Pertumbuhan Kendaraan Roda 4

No	Tahun	Jumlah	Persentase
1	2009	16143	
			11.84
2	2010	18055	
			14.78
3	2011	20725	
			17.51
4	2012	24354	
			21.07
5	2013	29487	
			17.39
6	2014	34615	
			11.70
7	2015	38666	
Jumlah			94.31
Rata-rata			15.72

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Berikut adalah perhitungan volume kendaraan dan kemampuan simpang untuk jangka waktu 5 tahun ke depan dalam kondisi eksisting. Hasilnya adalah sebagai berikut

Tabel 13. Kemampuan Simpang Hingga Tahun ke-5 (Pendekat Utara/Kondisi Eksisting)

Tahun Rencana	Volume Arus Lalu Lintas Tahun Rencana (LHRo)	Kapasitas (C)	DS
Tahun Ke 0	388	501	0.77
Tahun Ke 1	446	501	0.89
Tahun Ke 2	514	501	1.02
Tahun Ke 3	591	501	1.18
Tahun Ke 4	680	501	1.36
Tahun Ke 5	782	501	1.56

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Tabel 14. Kemampuan Simpang Hingga Tahun ke-5 (Pendekat Selatan/Kondisi Eksisting)

Tahun Rencana	Volume Arus Lalu Lintas Tahun Rencana (LHRo)	Kapasitas (C)	DS
Tahun Ke 0	291	474	0.61
Tahun Ke 1	333	474	0.7
Tahun Ke 2	382	474	0.81
Tahun Ke 3	438	474	0.92
Tahun Ke 4	502	474	1.06
Tahun Ke 5	576	474	1.22

Sumber: Hasil analisa, 2016

Tabel 15. Kemampuan Simpang Hingga Tahun ke-5 (Pendekat Barat/Kondisi Eksisting)

Tahun Rencana	Volume Arus Lalu Lintas Tahun Rencana (LHRo)	Kapasitas (C)	DS
Tahun Ke 0	203	547	0.34
Tahun Ke 1	268	547	0.45
Tahun Ke 2	307	547	0.52
Tahun Ke 3	353	547	0.60
Tahun Ke 4	405	547	0.69
Tahun Ke 5	465	547	0.79

Sumber: Hasil Analisa, 2016

Tabel 16. Kemampuan Simpang Hingga Tahun ke-5 (Pendekat Timur/Kondisi Eksisting)

Tahun Rencana	Volume Arus Lalu Lintas Tahun Rencana (LHRo)	Kapasitas (C)	DS
Tahun Ke 0	214	774	0.30
Tahun Ke 1	241	774	0.34
Tahun Ke 2	280	774	0.39
Tahun Ke 3	322	774	0.45
Tahun Ke 4	370	774	0.52
Tahun Ke 5	426	774	0.60

Sumber: Hasil Analisa, 2016

5. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa masalah pada simpang Boru dapat diambil kesimpulan bahwa

- a. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa kinerja simpang Boru kota Serang pada pendekat utara mengalami kejenuhan dengan nilai derajat kejenuhan 0.77, untuk derajat kejenuhan pendekat selatan sebesar 0.61, pendekat barat sebesar 0.34 dan pendekat timur sebesar 0.30. Karena pada pendekat selatan, barat dan timur nilai derajat kejenuhan <0.75 maka ketiga pendekat tersebut

tidak dalam keadaan jenuh. Panjang antrian terbesar pada Simpang Boru terjadi pada pendekat Utara dengan nilai 40.70m, nilai angka henti seluruh pendekat sebesar 0.56 serta dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 30.96 det/smp yang menunjukkan tingkat pelayanan pada simpang Boru termasuk dalam tingkat pelayanan D (25.1-40 det/smp)

- b. Analisa kinerja simpang bersinyal pada simpang Boru dalam kondisi eksisting menghasilkan 3 pendekat dalam kondisi tidak jenuh dan 1 pendekat dalam kondisi jenuh sehingga perlu melakukan perbaikan untuk meningkatkan kinerja simpang. Alternatif tersebut adalah
 1. Alternatif I dengan melakukan koordinasi lampu hijau
 2. Alternatif II dengan melakukan perubahan waktu siklus
 3. Alternatif III dengan melakukan perubahan fase
 4. Alternatif IV dengan melakukan pelebaran geometrik
 5. Alternatif V dengan melakukan Pelebaran Geometrik dan Perubahan Fase

Dari beberapa alternatif perbaikan yang dilakukan diperoleh alternatif V yang dapat meningkatkan kinerja simpang dengan signifikan dari kondisi eksisting. pada alternatif V didapat derajat kejenuhan pada semua pendekat <0.75. Panjang antrian dalam kondisi eksisting sebesar 40.70 m berubah menjadi 15.71 m Angka henti simpang berkurang dari 0.56 stop/smp berubah menjadi sebesar 0.40 stop/smp. Tundaan rata-rata pada simpang menurun dengan signifikan, pada kondisi eksisting

tundaan sebesar 30.96 det/smp sedangkan pada alternatif V tundaan yang diperoleh sebesar 11.86 det/smp sehingga tingkat pelayanan berubah dari D pada kondisi eksisting menjadi B (5.1-15 det/smp)

- c. Dari hasil perhitungan pertumbuhan kendaraan diketahui bahwa hanya pendekat timur yang masih jauh dari titik jenuh pada tahun ke 5 (2020) dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0.60, pendekat utara pada kondisi eksisting pun (2015) sudah dalam

keadaan jenuh dengan derajat kejenuhan sebesar 0.77, pendekatan selatan hanya mampu bertahan pada tahun ke 1(2016) dengan derajat kejenuhan sebesar 0.70 dan pendekatan barat yang hanya mampu bertahan pada tahun ke 5 (2020) dengan derajat kejenuhan sebesar 0.79

B. Saran

Saran dan masukan ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan perbaikan agar kinerja simpang Boru di masa mendatang menjadi lebih optimal antara lain adalah:

1. Diharapkan bagi instansi terkait dapat menerapkan alternatif perbaikan V (Pelebaran Geometrik dan Perubahan Fase) untuk memperbaiki kinerja simpang Boru menjadi lebih baik.
2. Berdasarkan penelitian ini diperlukan pemahaman mengenai konsep metode survey yang tepat untuk permasalahan yang serupa dengan penelitian ini. Hal ini sangat penting agar tidak terjadi survey yang berulang-ulang dan kesalahan lainnya.

6. Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Munawar, Ahmad. (2009). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset
- C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. (2005). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia no.PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*, Jakarta: Departemen Perhubungan Republik Indonesia.
- Anonim (2016). *Kepemilikan Kendaraan kota Serang*. Serang: SAMSAT.
- Anonim (2016). *Data Penduduk Kota Serang*. Serang: Badan Pusat Statistik
- Karminto. (2011). *Analisa Kapasitas dan Kinerja Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus Simpang Empat Air Hitam*

Samarinda. Media Perspektif(Volume 11), 2, 112-119.

Ibrahim, Mohd Isa T, Meliyana dan Saifannur. (2015). *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Berlegan Empat (Studi Kasus Simpang Surabaya, Banda Aceh)*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Abulyatama.

Sitanggang, Lamhot Hasudungan Sariaman dan Joni Harianto. (2014). *Analisa Kinerja simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan K.H Wahid Hasyim-Jalan Gajah Mada)*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara.

J.H, Lasthreeida dan Media Surbakti (2013). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jl. Ir. H. Juanda-Jl. Imam Bonjol)*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara

Errawaty, Liina. (2007)*Analisis Kapasitas Dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Outlet Jalan Tol Krapyak*. Skripsi Teknik Sipil. Universitas Negeri Semarang.

Ahmad, Salimudin. (2013) *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal pada Simpang PCI Cilegon*. Skripsi Teknik sipil. Universitas Sulta Ageng Tirtayasa.

Febrianti, Yesika Rizki. (2006). *Analisa Kapasitas Simpang Bersinyal (Kasus Simpang Jarakah Kota Semarang) Kondisi Saat Ini*. Skripsi Teknik Sipil. Universitas Negeri Semarang.

Suryani, Irma., dkk. (2015). *Pedoman Penulisan dan Penyusunan Tugas Akhir Mahasiswa*. Cilegon : Jurusan Teknik Sipil