

ANALISIS KEMACETAN LALU LINTAS PADA KAWASAN JALAN IR. H. JUANDA - BEKASI

Besse Miisona Sectiowaty¹ dan A.R. Indra Tjahjani²

ABSTRAK

Bekasi salah satu kota dengan jumlah penduduk yang sangat padat. Dimana setiap tahun penduduk bertambah disertai berbagai aktivitas di beberapa bidang (pendidikan, perdagangan, dan jasa), sehingga mengakibatkan meningkatnya kendaraan bermotor sebagai alat transportasi. Hal ini menimbulkan kepadatan kendaraan yang berdampak terhadap kemacetan lalu lintas. Kemacetan terjadi di ruas jalan IR. H. Juanda dan simpang tiga Bulak Kapal, terutam pada jam-jam puncak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemacetan, mengukur kinerja ruas jalan dan simpang, serta mengusulkan solusi terbaik pemecahan masalah pada kawasan tersebut. Data primer diperoleh dengan pengambilan data lalu lintas dan pengukuran langsung kondisi geometrik ruas jalan simpang. Data sekunder berupa data jumlah penduduk Kota Bekasi 2020 dan waktu siklus, serta pengaturan fase pada simpang Bulak Kapal. Analisis data dalam penelitian ini berdasarkan MKJI 1997. Untuk kinerja ruas jalan diperoleh derajat kejenuhan pada arah barat 0,76. Nilai derajat kejenuhan ini dikategorikan jenuh ($DS > 0,75$). Kecepatan rata-rata kendaraan dengan panjang segmen 2 km untuk arah barat adalah 23,5 km/jam dan waktu tempuh 306 detik. arah timur 21,1 km/jam, dan waktu tempuh 342 detik. Kecepatan tersebut lebih rendah dari kecepatan yang disyaratkan (40 km/jam). Tingkat pelayanan arus lalu lintas arah barat dengan nilai V/C ratio 0,76 adalah D, menunjukkan arus lalu lintas mendekati tidak stabil. Sedangkan pada simpang diperoleh hasil nilai derajat kejenuhan pada jam puncak rata-rata yaitu 1,32 – 1,56, tundaan simpang rata-rata sebesar 1.077 det/skr dan tingkat pelayanan adalah F. Solusi yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja ruas jalan yaitu pelebaran jalur pada arah barat yang mengalami derajat kejenuhan yang besar. Sedangkan untuk meningkatkan kinerja simpang, dengan melakukan pengaturan ulang kembali siklus lampu lalu lintas (APILL) dan menambah waktu hijau pada fase 2, sehingga didapat waktu tundaan dan tingkat pelayanan yang lebih baik dari kondisi eksisting.

Kata kunci: Kemacetan, Kinerja Jalan dan Simpang Bersinyal, MKJI 1997.

**ANALYSIS OF TRAFFIC JAMS IN THE ROAD AREA
IR. H. JUANDA – BEKASI**

Besse Miisona Sectiowaty¹ dan A.R. Indra Tjahjani²

ABSTRACT

Bekasi is one of the cities with a very dense population. With the population increasing every year and accompanied by various activities in several fields (education, trade and services), this has resulted in an increase in motorized vehicles as a means of transportation. This has resulted in a density of vehicles which has an impact on traffic jams. Congestion occurred on the IR road. H. Juanda and Bulak Kapal intersection, especially during peak hours. The purpose of this research is to analyze congestion, measure the performance of roads and intersections, and propose the best solution for solving problems in the area. Primary data is obtained by collecting traffic data and direct measurement of the geometric conditions of the intersection. Secondary data is in the form of data on the population of Bekasi City 2020 and cycle time, as well as setting the phase at the Bulak Kapal intersection. The data analysis in this study is based on MKJI 1997. For the performance of the roads, the degree of saturation in the west is 0.76. The value of the degree of saturation is categorized as saturated ($DS > 0.75$). The average speed of a vehicle with a segment length of 2 km to the west is 23.5 km/h and travel time is 306 seconds. east direction 21.1 km/hour, and travel time 342 seconds. This speed is lower than the required speed (40 km/h). The service level of traffic flow to the west with a V/C ratio of 0.76 is D, indicating that the traffic flow is approaching unstable. While at the intersection, the value of the degree of saturation at the average peak hour is 1.32 - 1.56, the average delay of the intersection is 1.077 sec / cur and the service level is F. The solution needed to improve the performance of the road is lane widening. Meanwhile, to improve the intersection performance, by resetting the traffic light cycle and adding green time in phase 2, so that the delay time and service level are better than the existing conditions.

Keywords: Congestion, Road Performance and Signaled Intersections, MKJI 1997.

I Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Kota Bekasi termasuk kota yang penduduknya padat, mencapai 2,45 juta jiwa (data dari Dinas Pencatatan Sipil dan Kependudukan, Bekasi). Dengan penduduk yang setiap tahun bertambah dan disertai berbagai aktivitas pada beberapa bidang, mengakibatkan peningkatan proporsi kendaraan bermotor sebagai alat transportasi masyarakat, dimana akan menimbulkan kepadatan lalu lintas. Semakin padat kendaraan di ruas jalan, dapat berakibat penumpukan kendaraan pada titik-titik tertentu yang selanjutnya berdampak pada permasalahan lalu lintas. Salah satu kawasan yang mengalami kemacetan adalah kawasan jalan IR. H. Juanda, Bekasi Timur. Kawasan tersebut merupakan jalan tipe 4/2 D (4 lajur, 2 arah terbagi). Serta memiliki simpang tiga tipe 344 (jumlah lajur lengan simpang 3, jumlah lajur jalan mayor 4, jumlah jalan minor 4) Banyaknya jumlah kendaraan bermotor, merupakan faktor utama yang menyebabkan kemacetan menjadi cukup parah di ruas jalan. Ditambah lagi dengan angkutan kota yang sering berhenti (ngetem). Hal ini terlihat pada ruas jalan dan simpang, khususnya terjadi pada jam-jam sibuk, yaitu pada jam kerja pagi sekitar pukul 7.00-9.00 dan sore pukul 17.00-19.00. Permasalahan yang terjadi di Kawasan Ir. H. Juanda merupakan masalah yang dapat merugikan pengguna jalan jika tidak segera ditangani. Usaha-usaha untuk mengurangi dan mencegah kemacetan harus segera dilaksanakan.

Sehingga perlu dilakukan analisis kinerja ruas jalan dan kinerja simpang di lokasi tersebut, sebagai dasar pemecahan masalah, sehingga diperoleh solusi untuk mengatasi kondisi tersebut..

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan masalah yang terjadi sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kinerja ruas jalan IR. H. Juanda - Bekasi?
2. Bagaimana kinerja persimpangan Bulak Kapal?
3. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kemacetan lalu-lintas di Kawasan IR. H. Juanda, Bekasi?
4. Usulan rencana apakah yang dapat dilakukan untuk menangani permasalahan di kawasan tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pada ruas jalan IR. H. Juanda dan persimpangan Bulak Kapal - Bekasi adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kemacetan kawasan jalan IR. H. Juanda.
2. Mengukur kinerja ruas jalan IR. H. Juanda.
3. Mengukur kinerja persimpangan Bulak Kapal.
4. Mengusulkan solusi pemecahan permasalahan pada kawasan jalan IR. H. Juanda - Bekasi pada segmen penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada kawasan Ir. H. Juanda Bekasi, pada segmen yang melewati ruas jalan Juanda dan persimpangan Bulak Kapal.
2. Penelitian hanya mengkaji kinerja ruas jalan Juanda dan kinerja simpang Bulak Kapal yang menyebabkan kemacetan.
3. Perhitungan rekayasa lalu lintas hanya dilakukan pada jam-jam sibuk (jam puncak)
4. Data kecelakaan tidak diperhitungkan.
5. Data volume kendaraan putar balik tidak diperhitungkan.
6. Dasar analisis dan perhitungan dalam penelitian ini, berdasarkan metode dari MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Kemacetan Lalu Lintas

Menurut Ofyar Z Tamin (2000), kemacetan total terjadi jika kendaraan harus bergerak ataupun berhenti sangat lambat.

Ditinjau dari tingkat pelayanannya kemacetan terjadi pada kondisi lalu lintas mulai tidak stabil, kecepatan menurun dan kurang dapat dikendalikan sebagai akibat dari hambatan yang timbul dan relatif kecilnya kebebasan bergerak. Kondisi ini saat volume kapasitas lebih besar atau sama dengan $0,75 V C > 0,75$.

II.2 Jaringan Jalan

Menurut UU No.38 tahun 2004, Tentang Jalan, sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan

sekunder. Sistem jaringan jalan primer yaitu sistem yang mendistribusikan barang dan jasa untuk berkembangnya semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berupa pusat-pusat kegiatan.

Sistem jaringan sekunder yaitu sistem jalan yang melayani distribusi barang dan jasa bagi penduduk di dalam wilayah perkotaan.

II.3 Jalan dan Jalan Kota

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat, meliputi semua bagian jalan, seperti bangunan pelengkap bagi untuk lalu lintas, yang ada di atas dan di bawah permukaan tanah, serta di atas dan di bawah bidang air, selain jalan kereta api dan jalan kabel (UU No. 38 tahun 2004, Tentang Jalan). Jalan kota yaitu jalan umum yang sistem jalan sekundernya menghubungkan pusat pelayanan dalam kota, pusat pelayanan dengan persil, dan antarpersil, serta antara pusat permukiman di dalam kota (UU No. 38 tahun 2004, Tentang Jalan).

Adapun tipe jalan untuk perkotaan menurut MKJI adalah sebagai berikut:

1. 2/2 UD (dua lajur dua arah)
2. jalan empat lajur dua arah:
 - a. 4/2 D (terbagi oleh median)
 - b. 4/2 UD (tanpa median)
3. 6/2 D (enam lajur dua arah terbagi).

II.4 Pengertian Kawasan

Kawasan merupakan wilayah tertentu yang beciri tertentu, misalnya tempat tinggal, pertokoan, industri, dan lainnya (KBBI, 2017).

II.5 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas (Q) yaitu banyaknya kendaraan bermotor yang melewati titik di jalan per satuan waktu (kend/jam dan smp/jam) (MKJI, 1997). Menurut Sukma Meutia (2017) arus lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang jalan.

Nilai arus lalu lintas menggambarkan komposisi lalu lintas, yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), dirubah menjadi arus kendaraan ringan (mobil penumpang) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp).

Persamaan arus lalu lintas dalam smp (MKJI) adalah:

$$Q = [(empLV \times LV) + (empHV \times HV) + (empMC \times MC)] \quad (II.1)$$

Tipe kendaraan pada jalan perkotaan berdasarkan MKJI 1997, digolongkan sebagai berikut:

- Kendaraan ringan / *Light Vehicle* (LV).
- Kendaraan berat / *Heavy Vehicle* (HV).
- Sepeda motor / *Motor Cycle* (MC)
- Kendaraan tak bermotor / *Unmotorised* (UM)

II.6 Hambatan Samping

Menurut Ofyar Tamim (2000), hambatan samping adalah aktifitas di samping jalan yang menimbulkan masalah di sepanjang jalan dengan menghambat kinerja lalu lintas berfungsi secara maksimal.

kendaraan keluar masuk sisi jalan, serta kendaraan lambat.

Tabel II.1 Jenis Aktivitas Samping

Jalan

Jenis Aktivitas Samping Jalan	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan kaki	PED	0,5
Angkutan umum dan kendaraan lain berhenti	PSV	1,0
Kendaraan keluar masuk dari lahan di samping jalan	EEV	0,7
Kendaraan lambat	SMV	0,4

Sumber: MKJI 1997

Tabel II.2 Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m / jam (kedua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	100	Daerah permukiman;jalan dengan jalan samping.
Rendah	L	100 – 299	Daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 -499	Daerah industri, toko-toko pada sisi jalan.
Tinggi	H	500 -899	Daerah komersial, aktifitas samping jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial, terdapat aktivitas pasar di samping jalan

Sumber: MKJI, 1997

II.7 Kinerja Jalan

Kinerja jalan merupakan kemampuan suatu ruas jalan melayani arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Penentuan kinerja jalan yaitu kecepatan arus bebas, kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan, dan waktu tempuh.

II.7.1 Kecepatan Arus Bebas

Menurut MKJI (1997), kecepatan arus bebas adalah kecepatan rata-rata teoritis (km/jam) lalu lintas pada

kerapatan sama dengan nol, yaitu kendaraan tidak ada yang lewat. Kecepatan dimana pengendara merasakan perjalanan yang nyaman, dalam kondisi geometrik, lingkungan dan pengaturan lalu lintas yang ada. Penentuan kecepatan arus bebas pada kondisi sesungguhnya dengan rumus berikut:

$$FV = (FVO + FVW) \times FFVSF \times FFVCS \quad (II.2)$$

Dimana :

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam).

FVO : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam).

FVW : Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam) penjumlahan.

FFVSF : Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping (perkalian).

FFVCS : Faktor penyesuaian ukuran kota (perkalian).

II.7.2 Kapasitas

Kapasitas adalah arus lalu-lintas maksimal yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (MKJI, 1997). Dalam MKJI, 1997, persamaan dasar untuk mendapatkan kapasitas.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad (II.3)$$

C : Kapasitas (smp/jam)

C_o : Kapasitas dasar (smp/jam) FC_w : Faktor koreksi lebar jalur

FC_{sp} : Faktor koreksi pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{sf} : Faktor koreksi hambatan samping dan bahu jalan /kerb

FC_{cs} : Faktor koreksi ukuran kota

Tabel II.3 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C_o)

Tipe Jalan Kota	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1.650	Perlajur
Empat lajur tak terbagi	1.500	Perlajur
Dua lajur tak terbagi	2.900	Total dua arah

Tabel II.4 Faktor Koreksi Pengaruh Lebar Jalur (FC_w)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W _e) (m)	FC _w
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
Empat lajur tak terbagi	4,00	1,08
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
Dua lajur tak terbagi	3,75	1,05
	4,00	1,34
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
Dua lajur tak terbagi	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: MKJI, 1997

Tabel II.5
Faktor Koreksi Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah SP %-%	50-50	60-40	70-30	80-20	90-10	100-0
Dua lajur 2/2	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
Empat lajur 4/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

Tabel II.6
Faktor Koreksi Hambatan Samping

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb penghalang (FCf)			
		Jarak kerb penghalang (Wk) (m)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,7	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI, 1997

Tabel II.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota

Ukuran Kota (Penduduk-Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)
<0,1	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,04

II.7.3 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, serta merupakan faktor utama dalam menentukan kinerja segmen jalan. Besarnya derajat kejenuhan tidak boleh lebih dari 1 (satu), dianggap kondisi lalu lintas di ruas jalan tersebut mendekati jenuh..

$$DS = Q/C \quad (II.4)$$

Dimana:

DS: derajat kejenuhan

Q : arus lalu lintas (smp/jam)

C : kapasitas (smp/jam)

II.7.4 Kecepatan Rata - Rata

Menghitung kecepatan rata-rata arus lalu

II.7.5 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan (Level of Service) merupakan ukuran yang menyatakan kualitas pelayanan yang disediakan oleh jalan saat melayani arus lalu lintas yang melalui jalan tersebut (MKJI, 1997).

Tingkat pelayanan jalan dihitung dengan persamaan II.6.

$$LoS = V/C \quad (II.6)$$

Dimana:

V: volume lalu lintas

C: kapasitas jalan tempuh rata-rata

kendaraan sepanjang segmen jalan, menggunakan rumus II.5.

$$V = \frac{L}{TT}$$

(II.5)

Dimana:

V : Kecepatan rata-rata (km/jam)

L : Panjang jalan/segmen (km)

TT : Waktu tempuh rata-rata kendaraan sepanjang segmen (jam).

II.8 Persimpangan

Persimpangan merupakan simpul pada jaringan jalan. Jalan-jalan tersebut bertemu

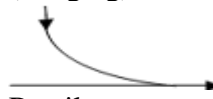
dan lintasan kendaraan berpotongan (Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 1999).

Bentuk alih gerak (*maneuver*) lalu lintas dibagi atas empat jenis, yaitu:

a. Berpencar (*diverging*)



b. Bergabung (*merging*)



c. Bersilangan (*weaving*)



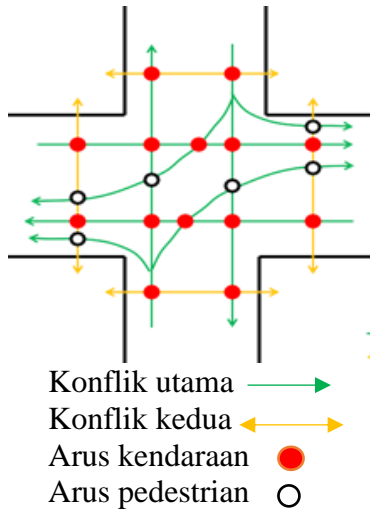
d. Berpotongan (*crossing*)



Gambar II.1. Jenis-jenis dasar *manuver*

Sumber: MKJI, 1997

Konflik pada suatu persimpangan diilustrasikan pada gambar II.2.



Gambar II. 2 Konflik di simpang bersinyal

Tabel Tipe Simpang

Kode IT	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Major
322	3	2	2
324	3	2	4
242	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: MKJI, 1997

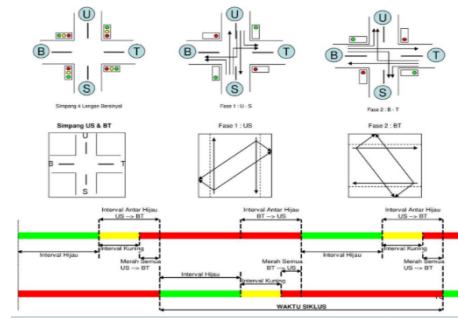
Menurut jenis pengendaliannya, persimpangan sebidang dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Persimpangan bersinyal (*Signalised Intersection*)
2. Persimpangan tidak bersinyal (*Unsignalised Intersection*).

II.8.1 Persimpangan Bersinyal

Simpang bersinyal menggunakan pengaturan dengan fase, yang merupakan salah satu tahapan yang memberikan

kesempatan terhadap arus untuk melakukan pergerakan (MKJI, 1997).



Gambar II.3 Ilustrasi Urutan

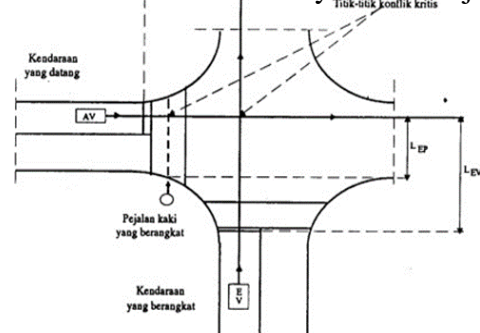
Pengaturan Waktu pada Sinyal Dua Fase Simpang bersinyal yang dikendalikan oleh APPIL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas), pengoperasiannya dengan cara kendali waktu tetap (MKJI, 1997).

II.8.1.1 Waktu Antar Hijau

Waktu antara hijau yaitu durasi kuning + saat semua merah antara dua fase sinyal berurut

II.8.1.2 Waktu Hilang

Waktu yang hilang diperoleh dari selisih waktu siklus dan lamanya waktu hijau di



Gambar II.4 Titik Konflik, Jarak untuk Masuk dan Keluar Pada Simpang
 Sumber: MKJI, 1997

II.8.1.3 Waktu Hijau dan Waktu Siklus

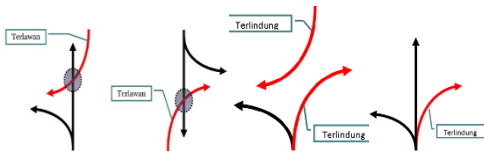
Waktu hijau adalah waktu menyala hijau dalam suatu pendekatan. Sedangkan waktu

siklus adalah jeda waktu perubahan urutan sinyal yang lengkap. (MKJI, 1997).

II.8.2 Pendekat dan Lebar Pendekat

Ada dua tipe pendekat, yaitu:

1. Terlawan (O), arus belok kiri dan lurus dari suatu pendekat terjadi bersamaan dengan arus belok kanan dari arah berlawanan atau dari pendekat yang ditinjau.
2. Terlindung (P), arus belok kanan berangkat saat lalu lintas lurus dari arah berlawanan sedang mengalami lampu merah atau saat tidak ada arus ke kanan dari pendekat-pendekat.



Gambar II.5 Tipe Terlawan dan Terlindung

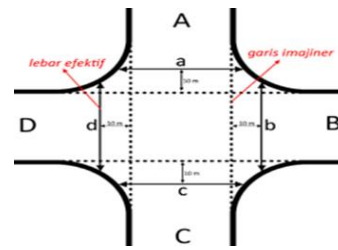
Sumber: MKJI, 1997

$$W_e = W_{masuk} = W_a - W_{LTO} \quad (II.7)$$

Tabel II.11 Jumlah Lajur Lengan Sempang

Lebar lajur efektif W_e (m)	Jumlah lajur
5,00 – 10,50	2
10,50 – 16,00	4

Sumber MKJI, 1997



Gambar II.6 Lebar Rata-rata Pendekat
Sumber: MKJI, 1997

Tabel II.12 Lebar Pendekat dan Jumlah Lajur

Sumber: MKJI, 1997

Lebar rata-rata pendekat utama dan minor WAC WBD	Jumlah lajur (total dua arah)
$WB_{DB} = (b+d)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4
$WB_{AC} = (a/2+c/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4

II.8.3 Arus Jenuh (S)

Arus jenuh yaitu besarnya antrian yang berangkat dalam suatu pendekat pada kondisi yang ditentukan (smp/waktu hijau) (MKJI, 1997).

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \quad (II.8)$$

Dimana:

S_0 : Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

FCS : Faktor ukuran kota

FSF : Faktor hambatan samping

FG : Faktor kelandaian

FP : Faktor parkir

FRT : Faktor belok kanan

FLT : Faktor belok kiri

Keterangan:

1. Arus Jenuh Dasar (S_0)

Arus jenuh dasar untuk pendekat, untuk tipe P (terlindung), dengan rumus: $S_0 = 600 \times W_e$ (II.9) W_e : lebar efektif kaki simpang.

2. Faktor Koreksi Ukuran Kota (FCS)

Tabel II.13 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian
< 0,1	0,82
0,1 - 0,5	0,83
0,5 - 1	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,05

Sumber: MKJI, 1997

3. Faktor Hambatan Samping

4. Hubungan antara kegiatan di samping jalan dengan arus lalu lintas akan mengakibatkan pengurangan pada arus jenuh di dalam pendekat.

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Perumahan (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Rendah	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: MKJI

5. Faktor Jarak Parkir Tepi Jalan (Fp)

Faktor jarak parkir menggunakan rumus:

$$F_p = [L_p/3 - (W_a - 2) \times (L_p/3 - g) / W_a] / g \quad (II.10)$$

Dimana:

Fp : Faktor jarak parkir tepi jalan

Wa : Lebar pendekat (m)

g : Waktu hijau (dtk)

Lp : Jarak antar kendaraan yang parkir pertama (m) dengan garis henti.

6. Faktor Belok Kanan (FRT)

Faktor koreksi terhadap arus belok kanan menggunakan rumus:

$$F_{RT} = 1 + P_{RT} \times 0,26 \quad (II.11)$$

Dimana:

$$P_{RT} = R_T / Q$$

7. Faktor Belok Kiri (FLT)

Faktor arus belok kiri dihitung

dengan

rumus

$$F_{LT} = 1 - P_{LT} \times 0,16 \quad (II.12)$$

(untuk pendekat tipe P, tidak ada L_{TOR})

Dimana:

P_{LT} : Rasio kendaraan berbelok kiri pada pendekat yang ditinjau.

II.8.4 Rasio Arus (FR)

Rasio arus (FR) adalah rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh dari setiap pendekat (MKJI, 1997). Rasio arus (FR) dihitung dengan rumus II.13.

$$FR = Q / S \quad (II.13)$$

Dimana :

Q : Arus lalu lintas (smp/jam)

S : Arus jenuh (smp/jam hijau)

II.8.5 Kinerja Persimpangan

1. Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.

$$C = S \times g/c \quad (II.14)$$

Dimana:

C : Kapasitas (smp/jam)

S : Arus jenuh (smp/jam hijau)

g : Waktu hijau (detik)

C : Panjang siklus (detik)

2. Arus lalu lintas (Q)

Tabel II.15 Nilai emp Pendekat Terlindung dan Terlawan

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: MKJI, 1997

3. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat merupakan keadaan dimana suatu simpang mengalami batas kejenuhan akibat pergerakan arus yang dibagi dengan kapasitas jalan (I Nyoman Karnata, 2017). Rumus perhitungan derajat kejenuhan adalah:

$$DS = Q/C$$

(II.15) Dimana:

DS : Derajat kejenuhan.

Q : Total arus aktual (smp/jam).

C : Kapasitas aktual (smp/jam)

4. Panjang Antrian

Panjang antrian menurut MKJI adalah rata-rata jumlah antrian kendaraan (smp) pada permulaan sinyal hijau (NQ), terhitung sebagai kendaraan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1), ditambah kendaraan (smp) yang datang selama fase merah (NQ2).

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

(II.16) Jika $DS > 0,5$ NQ1 menggunakan rumus:

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

II.17)

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS}$$

(II.18)

Dimana:

NQ1 : banyaknya kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

NQ2 : banyaknya kendaraan yang datang diwaktu fase merah.

DS : derajat kejenuhan

GR : rasio hijau (g/c) (det)

- c : waktu siklus (det)
 C : kapasitas (smp/jam)
5. Angka Henti dan Jumlah Kendaraan Terhenti
- Angka henti (NS) masing-masing pendekat adalah jumlah rata-rata kendaraan berhenti, termasuk berhenti berulang dalam antrian sebelum melewati simpang, dihitung dengan rumus
- $$NS = 0,9 \times \frac{NQ \times 3600}{Q \times c}$$
- (II.19)

Dimana:

c : waktu siklus (detik)

Q : arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan terhenti (Nsv) setiap

pendekat menggunakan persamaan

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

(II.20)

6. Tundaan (Delay)

Tundaan adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat.

$$D = DT + DG \text{ (II.21)}$$

- a. Tundaan lalu lintas (DT), tundaan akibat interaksi antar lalu lintas dengan pergerakan yang lain pada simpang.

Tundaan lalu-lintas rata-rata pada suatu

pendekat dapat dihitung dengan:

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

(II.22)

Dimana:

DT : Tundaan lalu-lintas rata-rata pada pendekat (det/smp)

c : Waktu siklus (detik)

GR : Rasio hijau (g/c)

DS : Derajat kejenuhan

C : Kapasitas (smp/jam)

- b. Tundaan geometri (DG), tundaan akibat percepatan dan perlambatan saat berbelok pada sebuah simpang atau terhenti lampu merah.

$$DG = (1 - PSV) \times PT \times 6 + (PSV \times$$

4)

(II.2)

Dimana :

DG : tundaan geometrik untuk pendekat (det/smp)

PSV : rasio kendaraan terhenti pada pendekat, Min (NS, 1)

PT : rasio kendaraan belok pada pendekat

7. Tingkat Pelayanan Simpang

Aspek tingkat pelayanan berupa waktu tempuh, kecepatan, kepadatan, tundaan, kenyamanan, keamanan, dan lain - lain (Dishub, 2010). Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan yang terbaik A dan tingkat pelayanan terburuk F.

II. 9 Studi Literatur

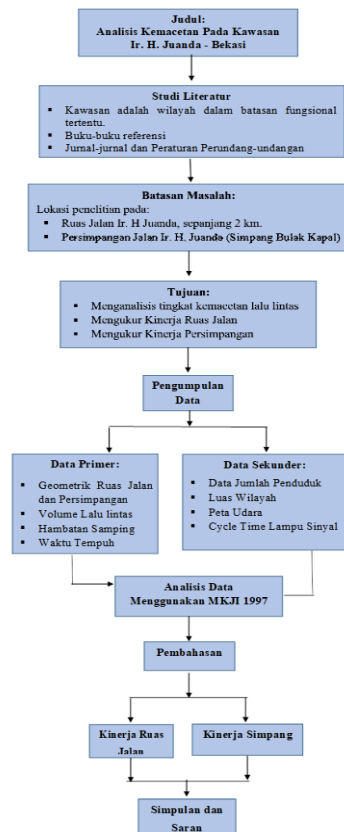
Penelitian oleh Rizal Maarif (2018) dengan judul “Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Ahmad Yani dan Jalan M.Hasibuan - Jalan KH. Noer Ali Kota Bekasi “. Volume lalu lintas pada simpang tersebut cukup tinggi dengan kondisi yang *crowded*. Dari hasil penelitian menunjukkan derajat kejenuhan yang tinggi, yaitu 1,2 pada simpang jalan A. Yani dan 1,4 pada simpang jalan Joyomartono dan jalan. Tarum Barat - Jl. Chairil Anwar. Nilai derajat kejenuhan rata-rata $\geq 0,75$, dengan tingkat

pelayanan jalan berada pada level F (sangat buruk). Kondisi ini menggambarkan bahwa pada simpang tersebut terjadi kemacetan. Solusi yang disarankan adalah perlu evaluasi pada simpang, yang menjadi salah satu titik penyebab kemacetan, dengan alternatif mengoptimalkan 3 fase sinyal sesuai kondisi operasional dan mengoptimalkan peraturan gubernur terkait jam operasional kendaraan berat dan mengurangi hambatan samping jalan.

III. Metodologi Penelitian

III.1. Tahapan Penelitian

Tahap-tahap pelaksanaan penelitian pada ruas jalan dan simpang bersinyal pada penelitian diilustrasikan pada gambar berikut:



Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian

III.2 Peralatan Penelitian

Pada saat penelitian digunakan beberapa alat yang menunjang pelaksanaan survei di lapangan, yaitu:

1. Alat tulis dan formulir survei.
2. Stop watch
3. Odometer dan speedometer pada kendaraan (mobil pribadi).
4. Pengukur panjang (meteran)
5. Kamera digital dan kamera handphone.
6. Selotip (pita perekat).

III.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data lalu lintas dilakukan secara manual dengan mencatat hasil survei yang dilakukan oleh para surveyor, serta foto-foto untuk dokumentasi.

III.4 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui survey secara langsung meliputi survei geometrik jalan dan simpang, volume lalu-lintas, hambatan samping, waktu tempuh, dan kecepatan. Pengambilan data-data dilaksanakan selama dua hari, di hari Senin dan hari Sabtu, yang mewakili kondisi lalu-lintas yang padat dengan aktifitas.

III.4.1 Survei Volume Lalu Lintas

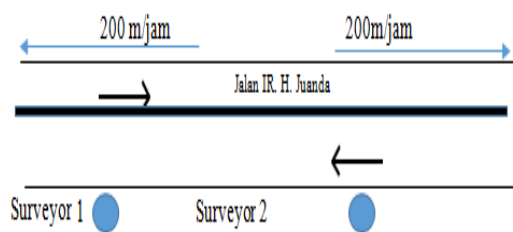
Survei volume lalu lintas dilakukan oleh surveyor dengan menggunakan kamera video yang dapat merekam kondisi lalu lintas ruas jalan dan simpang. Interval waktu pengamatan ditetapkan setiap 30 menit.

III.4.2 Survei Kecepatan dan Waktu Tempuh

Survei kecepatan dilakukan dengan cara *Spot Speed* yaitu survei kecepatan setempat.

III.4.3 Survei Hambatan Samping

Survei hambatan samping dilaksanakan dengan metode manual, yang dilakukan dengan cara mencatat hambatan samping yang terjadi sesuai jenis masing-masing hambatan. Survei dilakukan dalam segmen 200 meter di ruas jalan yang diteliti.



Gambar III.3 Ilustrasi Penempatan Surveyor Survei Hambatan Samping

III.4.4 Survei Geometrik Jalan

Data geometrik diperoleh dengan mengamati dan mengukur langsung di lapangan berupa tipe jalan, jumlah lajur, lebar tiap lajur, lebar bahu jalan dan kondisinya.



Gambar III.4 Tipe Jalan 4/2 D Ruas Jalan IR.H. Juanda – Bekasi

Sumber: Hasil Survei

III.4.5 Survei Geometrik Persimpangan

Pengukuran dan pengamatan simpang dengan cara menulis jumlah lajur dan arah, tipe pendekatan (terlindung atau terlawan), menentukan kode pendekatan (utara, selatan, barat, timur).

III.5 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari literatur, serta data dari Dinas Perhubungan Kota Bekasi, yang terkait dengan kemacetan lalu-lintas Kawasan Jalan Ir. H. Juanda berupa data sinyal waktu lampu lalu lintas dan fase-fase pada simpang yang validitas datanya dapat dipertanggungjawabkan.

III.5.1 Peta Lokasi Survei

Peta lokasi survei bersumber dari Google Maps dan Google Earth



Gambar III.5. Foto udara Lokasi Kawasan Jalan IR. H. Juanda

Sumber: *Google Earth*

IV. Analisis dan pembahasan

Data yang digunakan dalam analisis pada penelitian ini, berupa data primer dan sekunder.

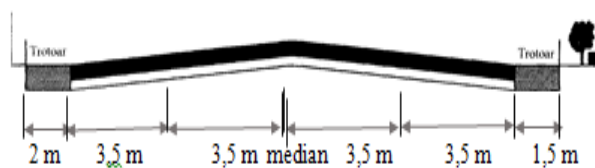
IV.1 Analisis Ruas Jalan

IV.1.1 Kondisi Geometrik Jalan

Ruas jalan IR. H. Juanda jalan perkotaan dengan tipe empat lajur dua arah terbagi (4/2 D). Pada kedua segmen jalan yang diteliti dilengkapi dengan median dan trotoar dengan kerib.

Tabel IV.1 Geometrik Jalan IR. H Juanda

No.	Keterangan	Data Geometrik Jalan
1.	Nama jalan	Jalan Ir. H. Juanda – Bekasi
2.	Tipe jalan	Jalan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D)
3.	Lebar jalan	14 meter
	Lebar jalur	7 meter (3,5 meter per lajur)
4.	Lebar median	0,7 meter
5.	Bahu	-
6.	Lebar trotoar dengan kerib	2 meter
	Arah A (arah barat)	1 meter
	Arah B (arah timur)	



Gambar IV.1 Penampang Melintang Jalan

Sumber: Hasil Survei

IV.1.2 Volume Lalu lintas

Pencacahan volume lalu lintas berdasarkan waktu puncak pada waktu-waktu pagi (06.00 – 08.00), siang (12.00 – 14.00), dan sore (17.00 – 19.00). Segmen penelitian merupakan jalan dengan tipe 4/2 D (4 lajur dan 2 arah terbagi), sehingga dapat diketahui nilai emp untuk kendaraan, yaitu:

- Kendaraan ringan (LV) : 1,0
- Kendaraan berat (HV) : 1,2
- Sepeda motor (MC) : 0,25

Perhitungan arus lalu lintas (Q) pada jalur tersebut menggunakan rumus II.1.

$$Q = [(empLV \times LV) + (empHV \times HV) + (empMC \times MC)]$$

Dalam penelitian ini diperoleh volume arus lalu lintas tertinggi pada hari Senin, 10 Februari 2020 jam 18.00 – 19.00.

Tabel IV.2 Data Volume Lalu Lintas Segmen Penelitian Jl. IR. H. Juanda Arah Barat

Periode Waktu	Jenis Kendaraan						Jumlah kend/jam	Jumlah smp/jam	
	HV * 1,2		LV * 1		MC * 0,25				UMC
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam			
06.00 - 7.00	50	60	868	868	1526	382	3	2447	1310
07.00 - 8.00	72	86,4	989	989	1750	438	2	2813	1513
12.00 - 13.00	38,4	46,1	691	691	982	246	1	1706	975
13.00 - 14.00	46	55,2	617	617	920	230	0	1583	902
17.00 - 18.00	132	158,4	1119	1119	1897	474	3	3151	1752
18.00 - 19.00	198	237,6	1633	1633	2045	511	1	3877	2382
Total	530	636	5917	5917	9120	2280	10	15577	8833

Periode Waktu	Jenis Kendaraan						Jumlah kend/jam	Jumlah smp/jam	
	HV * 1,2		LV * 1		MC * 0,25				UMC
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam			
06.00 - 7.00	52	62,4	787	787	1456	364	2	2297	1213
07.00 - 8.00	68	81,6	892	892	1760	440	2	2722	1414
12.00 - 13.00	67	80,4	741	741	992	248	0	1800	1069
13.00 - 14.00	50	60	727	727	920	230	2	1699	1017
17.00 - 18.00	71	85,2	967	967	1897	474	3	2938	1526
18.00 - 19.00	97	116,4	1096	1096	2045	511	0	3238	1724
Total	405	486	5210	5210	9070	2267,5	9	14694	7964

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan tabel tersebut diketahui total arus lalu lintas sebesar 2382 ken/jam atau 1724 smp/jam.

IV.1.3 Analisis Hambatan Samping

Tabel IV.3. Data Hambatan Samping

No.	Tipe kejadian hambatan samping	Faktor bobot	Frekuensi kejadian	Frekuensi berbobot
1.	Pejalan kaki (PED)	0,5	37	18,5
2.	Parkir, kendaraan berhenti (PSV)	1	282	282
3.	Kendaraan masuk dan keluar (EEV)	0,7	265	185,5
4.	Kendaraan lambat (SMV)	0,4	53	21,2
Total				507,2

Sumber: Hasil Analisis

Jumlah kejadian hambatan samping adalah 507,2, sehingga kelas hambatan samping dikategorikan tinggi (tabel II.2). Tingginya hambatan samping disebabkan oleh banyaknya kendaraan berhenti di badan jalan, seperti angkutan umum dan tukang ojek, serta kendaraan yang berjalan lambat.

IV.1.4 Analisis Kecepatan Arus Bebas

Perhitungan untuk kecepatan arus bebas (FV) sesungguhnya menggunakan persamaan:

- $$FV = (FVO + FVW) \times FFVSF \times FFVCS$$
- FVO untuk tipe jalan 4/2 D = 57 km/jam.
 - FVW dengan tipe jalan 4/2 D dengan lebar lajur 3,5 m = 0
 - FFVSF, tipe jalan 4/2 D, kelas hambatan samping tinggi, dengan jarak kerb penghalang arah barat (2 meter) = 0,96 dan arah timur (1,5 meter) = 0,93
 - FFVCS dengan jumlah penduduk 2,45 juta jiwa = 1

Tabel IV.4. Hasil Perhitungan Kecepatan Arus Bebas (FV) (km/jam)

Ruas Jalan	Fvo	FVw	FFVSF	FFVCS	FV
Arah Barat	57	0	0,96	1	54,72
Arah Timur	57	0	0,93	1	53,01

Sumber: Hasil Analisis

IV.1.5 Analisis Kapasitas

Analisis kapasitas ruas jalan dihitung dengan persamaan II.3.

- $$C = CO \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs$$
- Co untuk tipe jalan 4/2 D = 1650 smp/jam.
 - FCw, dengan lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) 3,5 m = 1 m.
 - FCsp, untuk jalan terbagi = 1
 - FCsf, tipe jalan 4/2 D, hambatan samping tinggi, dengan kerb arah barat 2 meter = 0,95 dan arah timur 1,5 meter = 0,92
 - FCcs, dengan jumlah penduduk 2,45 juta jiwa = 1

Tabel IV.5. Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan (smp/jam)

Ruas Jalan	Co	FCw	FCv	FCSF	FCCS	C
Arah Barat	1650	1	1	0,95	1	3135
Arah Timur	1650	1	1	0,92	1	3036

Sumber: Hasil Analisis

IV.1.6 Analisis Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan II.4.

$$DS = Q / C$$

Tabel IV.6. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan

Ruas Jalan	Q	C	DS
Arah Barat	2382	3135	0,76
Arah Timur	1724	3036	0,57

Derajat kejenuhan arah barat > 0,75
 Derajat kejenuhan arah timur < 0,75

IV.1.7 Analisis Kecepatan Kendaraan

Perhitungan kecepatan kendaraan dengan menggunakan persamaan II.4, Diketahui panjang jalan = 2 km, dan waktu tempuh = 306 detik (arah barat), 342 detik (arah timur).

Tabel IV.7. Hasil Perhitungan Kecepatan Kendaraan

Ruas Jalan	Panjang jalan (km)	Waktu tempuh (jam)	Kecepatan (km/jam)
Arah Barat	2	0,085	23,5
Arah Timur	2	0,095	21,1

Sumber: Hasil Analisis

IV.2. Analisis Persimpangan

IV.2.1. Geometrik Simpang Bulak Kapal



Gambar IV.1 Geometrik Simpang Bulak Kapal

IV.1.8 Tingkat Pelayanan Jalan

Nilai V/C untuk arah barat 0,76, sehingga tingkat pelayanan ruas jalan arah barat termasuk kategori D, arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan. Sedangkan V/C ruas jalan arah timur 0,56, termasuk dalam tingkat pelayanan C arus stabil, kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan

$$V = \frac{L}{TT}$$

IV.2.2 Waktu Siklus

Tabel IV.8 Waktu Siklus Simpang Bulak Kapal

Arah	Waktu hijau (detik)	Waktu merah (detik)	Waktu kuning (detik)	Waktu Siklus detik
Barat	35	80	2	115
Timur	30	85	2	
Selatan	35	80	3	
Fase 1 (Barat)	35	3	2	75
Fase 2 (Timur)	70	2	30	3
Fase 3 (Selatan)	35	3	2	75
Waktu Siklus Lengkap = 115 detik				

Gambar IV.4 Pembagian Waktu Siklus Eksisting Sumber: Dishub Kota Bekasi, 2020



Gambar IV.5 Pengaturan Fase Simpang Bulak Kapal
Sumber: Dishub Kota Bekasi, 2020

IV.2.3 Penentuan Tipe dan Lebar Pendekat

Tabel IV.9. Lebar Pendekat Simpang

Tabel IV.9. Lebar Pendekat Simpang

IV.4 Arus Jenuh

- Menghitung arus jenuh dasar masing – masing kaki simpang dengan menggunakan persamaan II.9.

$$S_o = 600 \times W_e$$

Tabel IV.11 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar

Lengan Simpang	Lebar Lengan efektif (W_e) (meter)	Arus Jenuh Dasar (S_o)
Barat	14	8400
Timur	15	9000
Selatan	12	7200

Sumber: Hasil Analisis

Pendekat	Lebar Pendekat (W_a) (meter)	Lebar Masuk (W_{masuk}) (meter)	Lebar Keluar (W_{keluar}) (meter)	Lebar LTOR (WLTOR) (meter)	Lebar Median (meter)	Lebar efektif (W_e)
Barat	16	13	10	2	0,7	14
Timur	18	15	10	3	1,0	15
Selatan	12	10	11	2	1,0	10

Sumber: Hasil Survei

IV.3. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas hasil survey yang pada hari Senin, 10 Februari dan hari Sabtu, 14 Februari 2020.

Tabel IV.10. Volume Lalu Lintas (smp/jam) Simpang Bulak Kapal Jam Puncak Sore(18.00 – 19.00)

Pendekat	Jenis Kendaraan	LTOR (smp/jam)	ST (smp/jam)	RT (smp/jam)	TOTAL (Q) (smp/jam)
Barat	LV	299	823	812	1934
	HV	42	432	452	926
	MC	95	336	345	776
Timur	LV	469	967	-	1436
	HV	225	477	-	702
	MC	191	315	-	506
Selatan	LV	583	-	688	1271
	HV	410	-	160	570
	MC	217	-	227	444

Sumber: Hasil Analisis

- Faktor koreksi ukuran kota (FCS)
Jumlah penduduk yang berada di Kota Bekasi adalah 2,45 juta (1-3 juta) penduduk, sehingga nilai faktor penyesuaian ukuran kota (FCS) = 1,00 seperti pada tabel II.1.
- Faktor koreksi hambatan samping (FSF)

Tabel IV.12. Data Hambatan Samping Simpang Bulak Kapal

No.	Tipe Kejadian Hambatan Samping	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi Berbobot
1.	Pejalan kaki (PED)	0,5	84	42
2.	Parkir, kendaraan berhenti (PSV)	1	325	325
3.	Kendaraan masuk dan keluar (EEV)	0,7	155	108,5
4.	Kendaraan lambat (SMV)	0,4	102	40,8
Total				516,3

Sumber: Hasil Analisis.

Hambatan samping 516 kejadian, sehingga dikategorikan tinggi (500-899 kejadian).

tipe fase terlindung, sesuai dengan tabel II.2, sehingga diperoleh FSF = 0,93.



- d. Faktor koreksi kelandaian (Fg)
 Friksi kelandaian persimpangan masing – masing kaki simpang datar (0%) sehingga faktor gradien (Fg) adalah 1,00.
- e. Faktor koreksi parkir (FP)
 Menentukan faktor penyesuaian parkir dengan rumus II.10.
 $FP = (LP/3 - (WA-2) \times (LP/3-g)/WA)/g$ (smp/jam)

Tabel IV.13. Faktor Koreksi Parkir (Fp)

Arah	LP	WA	g	Fp
Barat	10	16	35	0,9
Timur	10	18	30	0,9
Selatan	10	12	35	0,85

Sumber: Hasil Analisis

- f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT) Sebelum mendapatkan FRT, harus diketahui terlebih dahulu besarnya PRT,

$$PRT = RT / Q$$

$$FRT = 1.00 + PRT \times 0.26$$

Tabel IV.14. Kendaraan Belok Kanan (PRT)

Kode	RT	Q	PRT
Barat	1609	3635	0,44
Selatan	1075	3055	0,35

Sumber: Hasil Analisis

Tabel IV.15. Faktor Penyesuaian Kendaraan Belok Kanan (FRT)

Kode	PRT	FRT
Barat	0,44	1,11
Selatan	0,35	1,10

Sumber: Hasil Analisis

- g. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

$$PLT = LT/Q$$

$$FLT = 1 - PLT \times 0.16$$

Tabel IV.16. Kendaraan Belok Kiri

Kode	Lt	Q	PLT
Barat	436	3635	0,12
Selatan	1210	2285	0,53
Timur	885	2644	0,33

Tabel IV.17. Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kiri (FLT)

Kode	PLT	FLT
Barat	0,12	0,98
Selatan	0,40	0,91
Timur	0,33	0,95

Sumber: Hasil Analisis

Arus Jenuh dari masing-masing simpang pada tabel berikut:

Tabel IV.18. Hasil Perhitungan Arus Jenuh Simpang Bulak Kapal

Lengan Simpang	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam)
Barat	8400	1	0,93	1	0,9	1,11	0,98	7648
Timur	9000	1	0,93	1	0,9	0,95	-	7156
Selatan	7200	1	0,93	1	0,85	1,1	0,91	5697

IV.5 Rasio Arus (FR)

FR = $\frac{Q}{S}$ Rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh dari masing - masing pendekat (MKJI, 1997).

Tabel IV.19. Hasil Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Arus Jenuh (S)	Rasio Arus (FR)
Barat	3635	7648	0,48
Timur	2644	7156	0,37
Selatan	2285	5697	0,40

Sumber: Hasil Analisis

IV.6 Kinerja Simpang

1. Kapasitas Simpang (C)

$$C = S \times g/$$

Tabel IV. 20 Kapasitas Simpang Bulak Kapal

Pendekat	Arus Jenuh (S)	Waktu Hijau (g)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (C) smp/jam
Barat	7648	35	115	2328
Timur	7156	30	115	1867
Selatan	5697	35	115	1734

Sumber: Hasil Analisis

2. Derajat Kejenuhan

$$DS = Q / C.$$

Tabel IV.21 Derajat Kejenuhan Simpang Bulak Kapal

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (DS)
Barat	3636	2328	1,56
Timur	2644	1867	1,42
Selatan	2285	1734	1,32

Sumber: Hasil Analisis

Derajat kejenuhan semua lengan simpang lebih dari 0,75 (DS > 0,75), hal

ini mempengaruhi tingkat pelayanan simpang (Standar MKJI, DS = 0,75). Sehingga tingkat pelayanan simpang termasuk pelayanan F (arus tertahan, volume di bawah kapasitas, kecepatan rendah, membuat rentetan kendaraan sehingga terjadi macet yang cukup lama).

3. Panjang Antrian

a. Perhitungan jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (11.16)$$

Untuk DS > 0,5 menggunakan rumus:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{f_{fs}}} \right] \quad (11.7)$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (11.8)$$

Tabel IV.22. Jumlah Rata-rata Antrian

Pendekat	NQ ₁	NQ ₂	Jumlah Rata-rata Antrian (NQ)
Barat	654	153	807,00
Timur	392	99	491,00
Selatan	282	85	367,00

Sumber: Hasil Analisis

Jumlah antrian terbesar pada pendekat barat yaitu 807 smp. Banyaknya jumlah yang terjadi pada pendekat tersebut melebihi pendekat lainnya, sehingga menyebabkan terjadinya tundaan

b. Panjang antrian (QL) dengan perkalian NQ dan luas rata-rata per kendaraan, 20 m² dan dibagi dengan lebar masuk.

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

Tabel IV.23 Panjang Antrian Simpang Bulak Kapal

Pendekat	Rata-rata Antrian (NQ)	Wmasuk (meter)	Panjang Antrian (meter)
Barat	807,00	13	1241,54
Timur	491,00	15	506,00
Selatan	367,00	10	377,00

Sumber: Hasil Analisis

Antrian terpanjang terjadi pada pendekat barat, sepanjang 1241,54 meter.

4. Angka Henti (NS)

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (11.9)$$

Tabel IV.24 Angka Henti Simpang Bulak Kapal

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Angka Henti (NS)
Barat	3636	115	6,25
Timur	2644	115	5,23
Selatan	2285	115	4,53

Sumber: Hasil Analisis

5. Tundaan

- a. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) setiap pendekat dihitung dengan rumus II.22.

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

Tabel IV.25. Hasil Perhitungan Tundaan Lalu Lintas Simpang Bulak Kapal

Pendekat	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio Hijau (GR) (detik)	Derajat Kejemihan (DS)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Tundaan Lalu Lintas (DT) (det/smp)
Barat	115	0,30	1,56	2328	1064
Timur	115	0,26	1,42	1867	806
Selatan	115	0,30	1,32	1734	632

Sumber: Hasil Analisis

- b. Tundaan Geometri Rata-Rata (DG)

$$DG = (1 - P_{sv}) \times P_{RT} \times 6 + (P_{sv} \times$$

4)

$$(11.23)$$

Dengan,

$$P_{sv} = 1 + (NQ - g) / c$$

Tabel IV.26 Tundaan Geometri Simpang Bulak Kapal

Pendekat	Rasio Kendaraan Terhenti (Psv)	Kendaraan Membelok (PRT)	Tundaan Geometrik Rata-rata (DG) (det/smp)
Barat	7,71	0,44	13,13
Selatan	3,89	0,35	9,49

Sumber: Hasil Analisis

Untuk pendekat timur tidak ada faktor kendaraan belok kanan, hanya belok kiri langsung (LTOR), sehingga untuk DG menggunakan nilai normal sebesar 6 detik (sesuai syarat MKJI).

- c. Tundaan Rata-Rata

Untuk menghitung tundaan rata-rata pada setiap pendekat digunakan rumus:

$$D = DT + DG$$

Tabel IV.27 Hasil Perhitungan Tundaan Rata-Rata Simpang Bulak Kapal

Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (DT)	Tundaan Geometrik (DG)	Tundaan Rata-rata (D) (det/smp)
Barat	1064	13,13	1077,13
Timur	806	6,00	812,00
Selatan	632	9,49	641,49

Sumber: Hasil Analisis

V. Simpulan dan Saran

V.1 Simpulan

Simpulan yang diperoleh berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, sebagai berikut:

Ruas Jalan:

1. Penyebab kepadatan lalu lintas di ruas jalan IR. H. Juanda yaitu arus lalu lintasnya tinggi sebesar 2382 smp/jam arah barat pada jam puncak 18.00 – 19.00, serta tingginya nilai bobot hambatan samping sebesar 507,2 pada jam puncak tersebut.
2. Dari perhitungan kinerja ruas jalan Ir. H. Juanda kondisi eksisting (*do nothing*) diperoleh derajat kejenuhan arah barat adalah 0,76. Nilai derajat kejenuhan ini dikategorikan jenuh ($DS > 0,75$).
3. Kecepatan lalu lintas arah barat adalah 23,5 km/jam, panjang segmen jalan 2 km, dan waktu tempuh 306 detik. Kecepatan arus lalu lintas arah timur 21,1 km/jam, panjang segmen 2 m, dan waktu tempuh 342 detik. Kecepatan pada kedua arah lebih rendah dari kecepatan yang disyaratkan (40 km/jam), merupakan salah satu hal yang menimbulkan kemacetan.
4. Tingkat pelayanan ruas jalan IR. H. Juanda arah timur dengan nilai V/C rasio 0,56 adalah C, dengan karakteristik kecepatan gerak kendaraan dikendalikan, arus stabil, pengemudi terbatas dalam memilih kecepatan. Sedangkan untuk tingkat pelayanan arah barat dengan nilai V/C rasio 0,76 adalah D, karakteristik arus lalu lintasnya mendekati tidak stabil, dan kecepatan dikendalikan.

Persimpangan:

1. Arus lalu lintas persimpangan Bulak Kapal tinggi, terutama pada pendekat barat, yaitu 3636 smp/jam dengan kapasitas sebesar 2328 smp/jam, sehingga hampir tidak dapat menampung lalu lintas di lengan simpang tersebut.
2. Kinerja Simpang Bulak Kapal:
 - a. Kapasitas lengan simpang barat 2328 smp/jam, derajat kejenuhan 1,56, panjang antrian 1241,5 meter, tundaan rata-rata 1077,13 det/smp, dengan tingkat pelayanan F (buruk / macet total).
 - b. Kapasitas lengan simpang timur 1867 smp/jam, derajat kejenuhan 1,42, panjang antrian 506 meter, tundaan rata-rata 812 det/smp, dengan tingkat pelayanan F (buruk / macet total)
 - c. Kapasitas lengan simpang selatan, adalah 1734 smp/jam, derajat kejenuhan 1,32, panjang antrian 377 meter, tundaan rata-rata 641,5 det/smp, tingkat pelayanan F (buruk / macet total).

V. 2. Saran

1. Perlunya pelebaran lajur untuk ruas jalan Ir. H. Juanda terutama arah barat yang mengalami derajat kejenuhan yang besar.
2. Usulan solusi jangka pendek pada peningkatan kinerja Simpang Tiga Bulak Kapal adalah dengan melakukan pengaturan ulang kembali siklus lampu lalu lintas (APILL), misalnya dengan menambah waktu hijau pada fase 2, sehingga didapat waktu tundaan dan tingkat pelayanan yang lebih baik dari kondisi eksisting.

3. Usulan solusi jangka panjang dengan pembangunan Fly over yang diharapkan mampu bertahan sampai dengan waktu yang sangat panjang, sehingga kinerja ruas jalan dan simpang dapat lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, Bekasi, (2020) : *Kota Bekasi Dalam Angka 2020 Penyediaan Data untuk Perencanaan Pembangunan*. Bekasi: Badan Pusat Statistik Kota Bekasi.
- Direktorat Bina Jalan Kota. (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Maarif,Rizal. (2018), *Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Ahmad Yani dan Jalan M.Hasibuan - Jalan KH. Noer Ali*, Kota Bekasi.
- Mudiyono, Rachmat. (2017), *Analisis Kinerja Ruas Jalan Majapahit Kota Semarang (Segmen Jalan Kantor Pegadaian Jembatan Tol Gayamsari)*.
- Putranto, Leksmono Suryo. (2016), *Rekayasa Lalu Lintas Edisi 3*. Jakarta: Indeks.
- Tamin, ofyar Z. (2008), *Perencanaan, Permodelan & Rekayasa Transportasi Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Undang-Undang Republik Indonesia. (2004), Nomor 38, *Tentang jalan*. Jakarta.