

JURNAL TUGAS AKHIR
ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL BEJEN KARANGANYAR
DENGAN METODE MKJI (1997)



Disusun Oleh:

Febryan Dwi Listyo Utami
NIM: A.0117 097

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TUNAS PEMBANGUNAN
SURAKARTA
2021

ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL BEJEN KARANGANYAR DENGAN METODE MKJI (1997)

**Febryan Dwi Listyo Utami
NIM (A.0117.097)**

ABSTRAK

Simpang Bejen berada di Kabupaten Karanganyar yang memiliki jumlah penduduk yaitu sebanyak 931.963 jiwa. Simpang Bejen Karanganyar merupakan salah satu daerah kegiatan salah satunya pasar, terminal, ruko-ruko, sekolahan dan SPBU. Seiring dengan tingginya aktifitas masyarakat dikawasan tersebut maka semakin meningkat juga permasalahan-permasalahan lalu lintas seperti kemacetan di Simpang Bejen Karanganyar. Tahapan penelitian ini meliputi pengukuran geometri simpang dan fase sinyal, pengambilan data lalu lintas, perhitungan kapasitas lapangan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan 1997. Penelitian ini dibatasi pada perhitungan volume kendaraan, prosentase kendaraan, tundaan (D), panjang antrian (Q1) dan derajat kejenuhan (ds), serta hitungan Arus Jenuh (S). Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa Simpang Bejen Karanganyar kurang optimal karena berdasarkan hasil Analisa yang didapatkan nilai derajat kejenuhan rata-rata (DS) adalah 1,00. Nilai tundaan total (D) rata-rata adalah 49,06 det/smp. Nilai panjang antrian (Q1) rata-rata adalah 228 m. Alternatif perbaikan yang dipilih yaitu dilakukan pelebaran jalan pada pendekat Timur dan Selatan sebesar 1 m, hasil yang didapat adalah derajat kejenuhan rata-rata (DS) adalah 0,90. Nilai tundaan total (D) rata-rata adalah 37,03 smp/detik. Nilai panjang antrian (Q1) rata-rata adalah 171 m jadi jumlah kendaraan di setiap simpang Bejen dapat menurun. Volume lalu lintas dari arah Utara 867 kend/jam atau 613,4 smp/jam. Selatan 1198 kend/jam atau 853,6 smp/jam. Timur laut 852 kend/jam atau 624 smp/jam. Timur 1652 kend/jam atau 1139,5 smp/jam. Barat 1527 kend/jam atau 992,8 smp/jam. Prosentase lalu lintas dari arah utara yaitu sepeda motor 50%, mobil penumpang 38%, BUS 1%, truk 10% dan kendaraan tak bermotor 1%.

Kata kunci : Simpang Bersinyal, Derajat Kejenuhan, Tundaan Panjang Antrian, Volume kendaraan, Prosentase Kendaraan.

**ANALYSIS OF BEJEN KARANGANYAR SIGNALS AND SIMILAR
PERFORMANCE ANALYSIS WITH MKJI METHOD (1997)**

ABSTRACT

Junction Bejen is located in Karanganyar Regency which has a population of 931,963 people. Bejen Karanganyar intersection is one of the activity areas, including markets, terminals, shop houses, schools and gas stations. Along with the high activity of the community in the area, traffic problems such as traffic jams at junction Bejen Karanganyar are also increasing. The stages of this research include measuring the geometry of intersections and signal phases, collecting traffic data, calculating field capacity using the 1997 Road Capacity Manual method. This research is limited to calculating vehicle volume, vehicle percentage, delay (D), queue length (Ql) and degrees. saturation (ds), as well as the calculation of Saturation Current (S). From the results of the analysis, it can be concluded that the Bejen Karanganyar intersection is less than optimal because based on the results of the analysis, the average degree of saturation (DS) is 1.00. The average total delay value (D) is 49.06 sec/pcu. The average queue length (Ql) is 228 m. The alternative improvement chosen is to widen the road on the East and South approaches by 1 m, the results obtained are the average degree of saturation (DS) is 0.90. The average total delay value (D) is 37.03 pcu/second. The average queue length (Ql) is 171 m, so the number of vehicles at each Bejen intersection can decrease. Traffic volume from the north is 867 vehicles/hour or 613.4 pcu/hour. South 1198 vehicles/hour or 853.6 pcu/hour. Northeast 852 vehicles/hour or 624 smp/hour. Timur 1652 vehicles/hour or 1139.5 pcu/hour. West 1527 vehicles/hour or 992.8 pcu/hour. The percentage of traffic from the north is 50% motorcycles, 38% passenger cars, 1% BUS, 10% trucks and 1% non-motorized vehicles.

Keywords: Signalized Intersection, Degree of Saturation, Queue Length Delay, Vehicle Volume, Vehicle Percentage.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Permasalahan dalam bidang transportasi darat adalah hal yang sulit dipecahkan, permasalahan yang sering terjadi adalah kemacetan lalu lintas. Masalah ini timbul akibat pertumbuhan sarana transportasi yang jauh lebih cepat melebihi pertumbuhan prasarana jalan. Seiring dengan tingginya aktifitas kehidupan masyarakat yang beraneka ragam maka membutuhkan terpenuhinya sarana transportasi yang memadai. Salah satunya di Kabupaten Karanganyar yang dijuluki sebagai kota wisata yang sedang berkembang pastinya memiliki permasalahan yang cukup serius dibidang lalu lintas dimana masalah klasik yang selalu muncul adalah kemacetan. Apabila kondisi seperti ini tidak ditunjang dengan peningkatan kinerja transportasi, dikawatirkan akan menimbulkan permasalahan kepadatan lalu lintas. Hal ini disebabkan karna semakin bertambahnya jumlah kendaran yang masuk ke dalam kota Karanganyar untuk berkunjung ke berbagai tempat wisata yang berada di kota ini.

Salah satu lokasi yang sering terjadi kepadatan kendaraan yang tinggi berada pada persimpangan Bejen yang dimana dilokasi tersebut terdapat pasar dan terminal bus ke berbagai wilayah. Kemacetan dipersimpangan ini diperkirakan terjadi karena kurangnya waktu siklus pada simpang bersinyal dan diperparah oleh angkutan umum yang berhenti ditepi jalan sehingga mengganggu aktivitas lalu lintas dilokasi tersebut. Kepadatan biasanya terjadi pada hari Sabtu dan Minggu dikarenakan banyak wisatawan yang keluar masuk melintasi persimpangan ini. Sehingga pada persimpangan ini memiliki permasalahan lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas yang cepat yang menyebabkan konflik kendaraan. Selain itu juga terdapat SPBU dilokasi tersebut, yang

menyebabkan kemacetan dikarenakan banyak kendaraan keluar masuk SPBU.

Oleh karena itu seyogyanya perlu dilakukan evaluasi terhadap simpang bersinyal pada persimpangan Bejen dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut maka dapat disimpulkan permasalahan yang terjadi pada persimpangan Bejen Karanganyar sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja simpang lima bersinyal Bejen Karanganyar menurut MKJI 1997.
2. Bagaimana memperbaiki kinerja persimpangan apabila kondisi persimpangan saat ini kurang optimal.
3. Apakah volume kendaraan sesuai dengan kapasitas jalan tersebut.
4. Berapa prosentase kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut.

Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini, maka masalah yang dibahas dibatasi pada :

1. Penelitian dilakukan di persimpangan Bejen Karanganyar.
2. Penelitian dilakukan dengan menghitung volume lalu lintas yang melewati persimpangan, pada jam puncak pagi, jam puncak siang dan jam puncak sore, yang dilakukan selama tujuh hari, yaitu hari Senin sampai Minggu.
3. Periode pengambilan data dilakukan pada pagi jam 07.00 - 08.00, siang jam 12.00 – 13.00, sore jam 16.00 – 15.00.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisa kinerja simpang bersinyal Bejen berdasarkan

Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

2. Memperbaiki kinerja persimpangan Bejen Karanganyar dengan merencanakan kembali.
3. Menghitung volume kendaraan pada jalan tersebut.
4. Menghitung prosentase kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut.

Manfaat Penelitian

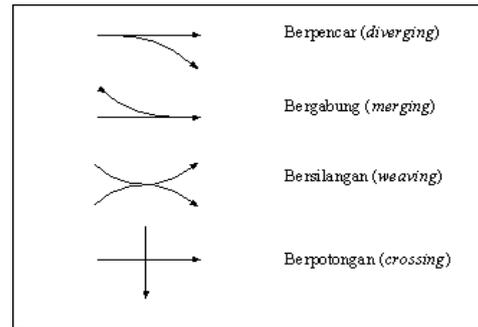
Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang simpang bersinyal bagi kami pribadi.
2. Memberikan informasi dan ilmu pengetahuan kepada pembaca dan masyarakat tentang simpang bersinyal.
3. Memberikan masukan kepada Stakeholder terkait untuk mengoptimalkan kinerja simpang.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Persimpangan

Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan. Persimpangan merupakan salah satu bagian terpenting dari jalan raya, dimana sebagian besar efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut.



Gambar 2. 1 Gambar Alih Gerak Kendaraan

Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan
 terbagi atas Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien. Jalan Kolektor adalah Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Klasifikasi Menurut Kelas Jalan
 Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan kasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat pada table dibawah ini,

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat / MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
Kolektor	III A	8
	III B	8
	III C	8

Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keceragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Jalan Menurut Medan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	< 3
2.	Perbukitan	B	3-25
3	Pegunungan	G	>25

Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal yang dimaksud adalah simpang yang menggunakan lampu lalu lintas. Oglesby (1999:391) mengemukakan bahwa lampu lalu lintas didefinisikan sebagai semua peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali lampu kedip (*flacher*), rambu, dan marka jalan untuk mengarahkan dan memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda atau pejalan kaki.

Analisa Kinerja Simpang dengan MKJI Data Masukan

1. Kondisi geometrik dan lingkungan. Berisi tentang informasi lebar jalan, lebar bahu jalan lebar median, dan arah untuk tiap lengan simpang. Kondisi lingkungan ada tiga tipe, yaitu komersial, permukiman, dan akses terbatas.
2. Kondisi arus lalu lintas. Perhitungan dilakukan persatuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang, dan sore. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri, lurus, dan belok kanan) dikonversi

dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan. Jenis kendaraan dibagi dalam beberapa tipe, seperti terlihat pada tabel 2.3 dan memiliki nilai konversi pada tiap pendekat seperti tersaji pada tabel 2.4.

Tabel 2. 3 Tipe Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Definisi
1	Kendaraan Tak Bermotor (UM)	Sepeda, Becak, Gerobak
2	Kendaraan Bermotor (MC)	Sepeda Motor
3	Kendaraan Ringan (LV)	Sedan, Pick up, Angkot
4	Kendaraan Berat (HV)	Bus, Truck

Tabel 2. 4 Nilai Ekivalen Kendaraan Penumpang

Jenis Kendaraan	Nilai emp untuk tiap pendekat	
	Terlindung (P)	Terlawan (O)
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Fase Sinyal

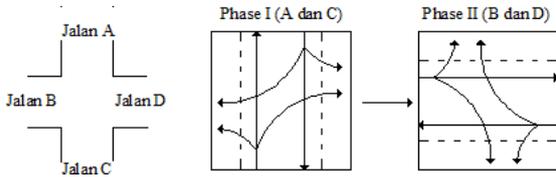
Fase merupakan suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapatkan identifikasi lampu lalu lintas yang sama. Jumlah fase yang baik adalah fase yang menghasilkan kapasitas besar dan rata – rata tundaan yang rendah.

Berikut penentuan waktu sinyal :

1. Pemilihan tipe pendekat. Pemilihan tipe pendekat yaitu termasuk tipe terlindung (P) atau terlawan (O).
2. Lebar efektif pendekat (We).

1. Dua Fase

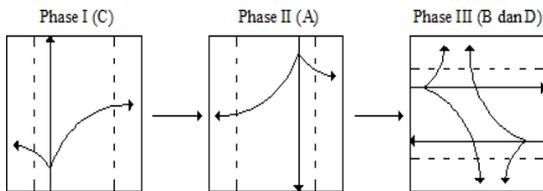
Adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan dua fase tanpa memisahkan arus terlawan



Gambar 2. 2 Pengaturan dua fase
Sumber: Departemen P.U. (1997)

2. Tiga Fase

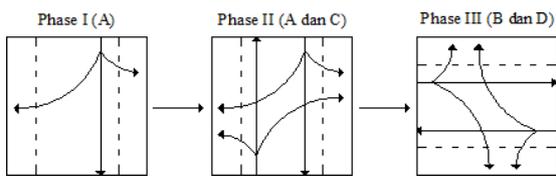
Adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan tiga fase pergerakan lalu lintas



Gambar 2. 3 Pengaturan Tiga Fase
Sumber: Departemen P.U. (1997)

3. Tiga fase dengan early start

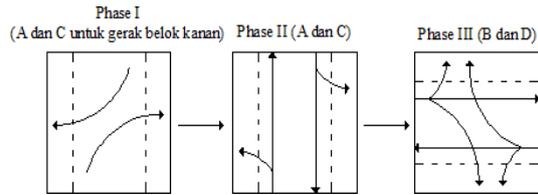
Adalah pengaturan lampu lalu lintas tiga fase dengan start dini pada salah satu pendekat, agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini,



Gambar 2. 4 Pengaturan Tiga Fase dengan Early Start
Sumber: Departemen P.U. (1997)

4. Tiga fase dengan Early Cut Off

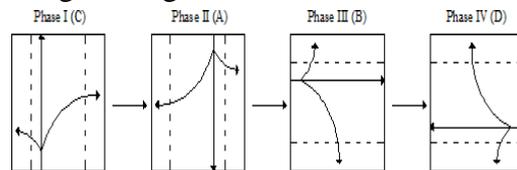
Adalah pengaturan lampu lalu lintas tiga fase dengan memutuskan lebih awal gerak belok kanan, untuk menaikkan kapasitas untuk gerak lurus



Gambar 2. 5 Pengaturan Tiga Fase dengan Early Cut Off
Sumber: Departemen P.U. (1997)

5. Empat Fase

Adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan empat fase dengan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing



Gambar 2. 6 Pengaturan empat fase
Sumber : Departemen P.U. (1997)

Arus Jenuh Dasar (SO)

$$So = 600 \times We \dots \dots \dots (1) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana :

So = Arus Jenuh Dasar

We = Lebar Efektif Pendekat

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times Frt \times Flt \dots \dots \dots (2) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana:

So = Arus jenuh dasar

Fcs = Faktor koreksi ukuran kota

Fsf = Faktor koreksi hambatan samping

Fg = Faktor koreksi kelandaian

Fp = Faktor koreksi parkir

Frt = Faktor koreksi belok kanan

Flt = Faktor koreksi belok kiri

Perbandingan Arus Lalu Lintas (Q) dengan Arus Jenuh

$$FR = Q/S \dots \dots \dots (3) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana:

FR = Rasio arus/rasio arus jenuh

$$PR = \text{Rasio fase} = \frac{FR_{crit}}{IFR}$$

Dimana :

FRcrit = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal
IFR = Perbandingan arus simpang = $\sum(FR_{crit})$

Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus (c) merupakan waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal. Sebagai contoh yaitu diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama.

Waktu hijau (g) merupakan fase untuk kendali lalu lintas kendaraan (det) dan sebagai waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (MKJI 1997).

Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

$$C = S \times g/c = S \times GR \dots\dots (4) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana :

C = kapasitas (smp/jam)
S = Arus jenuh (smp/jam)
G = Waktu hijau (detik)
C = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)
GR = Rasio hijau = g/c

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (5) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana :

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
C = Kapasitas (smp/jam)

Perilaku Lalu Lintas

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{c}} \right] \dots\dots (6) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana :

NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
C = Kapasitas (smp/jam)
DS = Derajat kejenuhan

$$NQ2 = c \times \left[\frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \right] \dots\dots\dots (7) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana:

NQ2 = Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah
C = Waktu siklus (detik)
GR = g/c (Rasio Hijau)
DS = Derajat kejenuhan
Q = Volume lalu lintas (smp/jam)

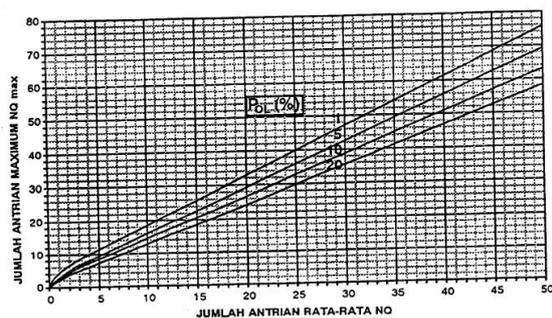
Untuk menghitung panjang antrian (QL) dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots (9) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana:

QL = Panjang antrian
NQmax = Jumlah antrian
Wmasuk = Lebar masuk

PELUANG UNTUK PEMBEBANAN LEBIH P_{OL}



Gambar 2. 7 Grafik Perhitungan Jumlah Antrian (NQmax) dalam smp
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Kendaraan Henti

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots (10) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana: $\sum g + LTI$

NS = Angka henti
NQ = Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau
Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
c = Waktu siklus(det)

$$NSV = Q \times NS \dots\dots\dots (11) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana:

NSV = Jumlah kendaraan terhenti
 Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
 NS = Angka henti

kendaraan yaitu: LV=1,0; HV=1,2;
 MC=0,25. Arus lalu lintas total
 dalam smp/jam adalah

$$N_{Stotal} = \sum NSV / \sum Q \dots \dots \dots (12) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana:
 NStotal= Angka henti total seluruh simpang
 $\sum NSV$ = Jumlah kendaraan terhenti
 $\sum Q$ = Arus lalu lintas (smp/jam)

$$Q_{smp} = (emp_{LV} \times LV + emp_{HV} \times HV + emp_{MC} \times MC)$$

Dimana :
 Q = Volume kendaraan bermotor (smp/jam) emp
 LV = Nilai ekivalensi mobil penumpang untuk kendaraan ringan, emp
 HV = Nilai evivalensi mobil penumpang untuk kendaaran berat, emp
 MC = Nilai evivalensi mobil penumpang untuk sepeda motor,
 LV = Notasi untuk kendaraan ringan
 HV = Notasi untuk kendaraan berat
 MC = Notasi untuk sepeda motor

Tundaan

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \dots \dots \dots (13) \text{ (MKJI, 1997)}$$

Dimana:
 DT = Rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)
 C = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)
 A = $0,5 \times (1-GR)^2 / (1-GR \times DS)$
 NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp/jam)
 C = Kapasitas (smp/jam)

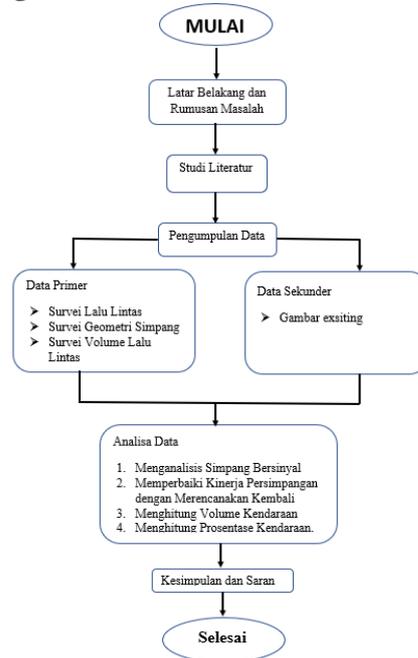
Volume Lalu Lintas

Menurut MKJI (1997) jenis kendaraan dibagi menjadi 3 golongan. Pengolongan jenis kendaraan sebagai berikut :

1. Kendaraan ringan (LV) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda (mobil penumpang).
2. Kendaraan berat (HV) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari empat truk 2 gandar, truk 3 gandar dan kombinasi yang sesuai.
3. Sepeda motor (MC) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 roda. Kendaraan yang parkir di pinggir jalan dan pejalan kaki yang tidak menggunakan trotoar dianggap sebagai hambatan sampang.
4. Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan dengan faktor koreksi masing-masing

METODOLOGI PENELITIAN

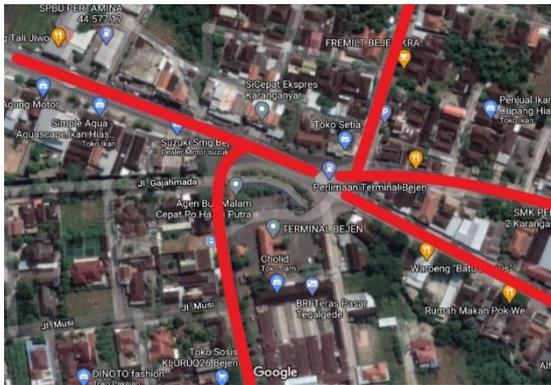
Bagan Alir Penelitian



Studi Literatur

Dalam studi literatur, penulis menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sebagai acuan perhitungan.

Lokasi Penelitian



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian Simpang Bersinyal Bejen

Sumber : Google Maps

Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini, survei akan dilakukan selama satu minggu pada hari senin sampai minggu dengan menggunakan waktu jam puncak yaitu pada pagi hari jam 07.00-08.00 WIB, siang hari jam 12.00-13.00 WIB dan sore hari jam 16.00-15.00 WIB.

Alat Penelitian

1. Formulir survei digunakan untuk mencatat jumlah jenis kendaraan pada masing-masing pendekatan yang melalui simpang.
2. Alat pencatat waktu (*stopwatch*) untuk mengukur pergantian waktu.
3. Alat tulis untuk mencatat hasil penelitian.
4. Alat pengukur untuk mengukur lebar ruas jalan.
5. Handphone dan handycam untuk mengambil gambar video.
6. Laptop untuk memindahkan data video arus dan membantu proses pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kondisi Eksisting
Formulir SIG-I : Geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan

Kondisi Lingkungan Simpang

Kelas Ukuran Kota, jumlah penduduk pada suatu wilayah berkaitan dengan ukuran suatu kota. Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 ukuran kota digunakan sebagai faktor penyesuaian ukuran kota. Faktor ukuran kota merupakan salah satu faktor yang digunakan untuk menghitung kapasitas simpang. Kelas ukuran kota dalam penelitian ini berdasarkan jumlah penduduk di kabupaten Karanganyar.

Tipe Lingkungan Jalan, lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tataguna tanah dan aksesibilitas jalan dari aktifitas lainnya. Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 tipe lingkungan jalan mempengaruhi penentuan kelas hambatan samping. Untuk tipe lingkungan jalan simpang Bejen Karanganyar ini termasuk komersial karena dilokasi menjadi daerah pusat kegiatan di antaranya pasar tradisional, terminal bus, pertokoan, sekolah, rumah makan dan juga terdapat SPBU.

Tabel 4. 1 Lebar Komponen Jalan

Keterangan	Lebar Komponen Jalan				
	U	S	TL	T	B
Kode Pendekat					
Lebar Pendekat WA (m)	5,00	6,00	5,00	7,00	11,00
Lebar Masuk W Masuk (m)	5,00	6,00	5,00	7,00	11,00
Lebar Keluar W Keluar (m)	5,00	6,00	5,00	7,00	11,00
Lebar Belok Kiri Langsung WLTOR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 4. 2 Analisa Formlur SIG – I

Tabel Formlur SIG – I										
SIMPANG BERSINYAL		Kategori: Karanganyar			Ditangisi oleh: F.daryen Dwi Lestya Utami					
FORMSIR SIG-II		Kategori: Karanganyar								
GEOMETRI		Empang Lima Bujur Karanganyar								
PERKAWASAN LALU LINTAS		Uraian Kriteria (lihat prosedur) (Fcs):								
LINGKUNGAN		Pondasi: 5 Fcs:								
		Pondasi: 20m Pasok								
FASE SINYAL YANG ADA (Gambar dan Foto)										
										Waktu siklus:
										Waktu hilang total:
										$LTI = T \cdot 60 =$
KONDISI LALU LINTAS										
Kode	Tipe	Kecepatan	Volume	Median	Kapasitas	Relasi Ke	Jarak ke	Pendekat	Ribut	Kelas
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T	0	T	0	0	S	5	0
S	COM	T	T	0	T	0	0	S	5	0
T	COM	R	T	0	T	0	0	S	5	0
U	COM	T	T	0	T	0	0	S	5	0
S	COM	R	T	0	T	0	0	S	5	0
T	COM	T	T	0	T	0	0	S	5	0

Formlur SIG-II : Arus Lalu Lintas

- $P_{LT} = (Q_{LT} \text{ terlindung} + Q_{LT} \text{ terlawan}) / (Q_{TOT} \text{ terlindung} + Q_{TOT} \text{ Terlawan})$
 $= (167 + 201) / 1104$
 $= 0,33$ di bulatkan menjadi 0,3
- $P_{RT} = (Q_{RT} \text{ terlindung} + Q_{RT} \text{ terlawan}) / (Q_{TOT} \text{ terlindung} + Q_{TOT} \text{ Terlawan})$
 $= (266 + 316) / 1104$
 $= 0,52$ di bulatkan menjadi 0,5

Tabel 4. 3 Analisa Formlur SIG – II

Tabel Formlur SIG – II												
SIMPANG BERSINYAL		Kategori: Karanganyar			Ditangisi oleh: F.daryen Dwi Lestya Utami							
FASE SIG-II		Kategori: Karanganyar										
ARUS LALU LINTAS		Empang Lima Bujur Karanganyar										
		Pondasi: 5 Fcs:										
		Pondasi: 20m Pasok										
Kode	Arus	Asas Lalu Lintas Kenderaan Bermotor (M)										
		Kenderaan Bermotor (M)			Kendaraan Bermotor (M)			Kendaraan Bermotor (M)			Rasio	Rasio
(1)	(2)	Emp. terlindung = 1,0			Emp. terlindung = 1,3			Emp. terlindung = 0,2			Rasio	Rasio
		hmd	Emp. terlawan	Emp. terlawan	hmd	Emp. terlawan	Emp. terlawan	hmd	Emp. terlawan	Emp. terlawan		
		jam	jam	jam	jam	jam	jam	jam	jam	jam	jam	jam
U	U.TELEVISOR	184	184	184	24	31	253	51	101	482	286	254
	BT	41	41	41	0	0	14	11	22	111	71	41
	BT	184	184	184	24	31	253	51	101	482	286	254
	Total	350	350	350	24	31	267	62	123	593	357	305
S	U.TELEVISOR	213	213	213	33	46	46	356	67	134	384	328
	BT	3	3	3	0	0	27	5	11	31	20	10
	BT	210	210	210	33	46	46	356	67	134	384	328
	Total	427	427	427	33	46	73	362	74	145	404	338
T	U.TELEVISOR	79	79	79	9	12	12	67	17	35	106	129
	BT	309	309	309	19	25	25	255	51	101	483	381
	BT	79	79	79	11	14	14	110	22	44	200	171
	Total	467	467	467	31	41	41	432	94	181	629	580
U	U.TELEVISOR	39	39	39	5	7	7	40	10	20	61	71
	BT	351	351	351	13	18	18	301	75	150	453	531
	BT	239	239	239	8	11	11	62	16	32	96	112
	Total	629	629	629	16	25	25	401	91	181	550	614
S	U.TELEVISOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BT	147	147	147	17	23	23	123	32	64	194	207
	BT	211	211	211	18	25	25	129	34	68	204	217
	Total	358	358	358	17	23	23	152	41	82	248	264

Formlur SIG-III : Menghitung Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

- Lev Utara**
 Lev merupakan lebar penyebrangan + jarak garis penyebrangan terluar sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat + lebar masuk (1/2 lebar pendekat)
 Lev utara = 4 + 14 + 2,5

= 20,5 m

- Lav utara**
 Lav merupakan lebar penyebrangan + jarak dari garis penyebrangan terluar sampai garis lurus perpanjangan perkerasan terluar terdekat + lebar keluar (1/2 lebar pendekat)
 Lav utara = 4 + 12 + 2,5
 = 18,5 m

Tabel 4. 4 Analisa Formlur SIG – III

Tabel Formlur SIG – III										
SIMPANG BERSINYAL		Kategori: Karanganyar			Ditangisi oleh: F.daryen Dwi Lestya Utami					
FORMSIR SIG-III		Kategori: Karanganyar								
WAKTU ANTAR HIJAU		Empang Lima Bujur Karanganyar								
WAKTU HILANG		Pondasi: 5 Fcs:								
		Pondasi: 20m Pasok								
LALU LINTAS BERANGKAT										
LALU LINTAS DATANG										
Waktu merah semesta (MR)										
Pendekat	Kecepatan	Pendekat	U	S	TS	T	B			
Vp (km-jam)	Vp (km-jam)	Kapasitas V_c (10-06)	10	10	10	10	10			
U	10	Jarak berangkat-datang (m)	13,24+0-11,82							
		Waktu berangkat-datang (det)	1,24+0-1,182							
S	10	Jarak berangkat-datang (m)				20,09+0-9,84				
		Waktu berangkat-datang (det)				2,009+0-1,984				
TS	10	Jarak berangkat-datang (m)					18,85+0-11,56			
		Waktu berangkat-datang (det)					1,885+0-1,156			
T	10	Jarak berangkat-datang (m)				11,31+0-5,49				
		Waktu berangkat-datang (det)				1,131+0-0,549				
B	10	Jarak berangkat-datang (m)	10,71+0-10,21							
		Waktu berangkat-datang (det)	1,071+0-1,021							
Penentuan waktu merah semesta (data ini dapat diubah sesuai situasi)										
Phase 1 -> Phase 2										
Phase 2 -> Phase 3										
Phase 3 -> Phase 1										
Phase ...->Phase ...										
Jumlah Fase										
Waktu hilang total (LTI) = Jumlah semesta total + waktu kuning (det. hilang)										
31										

Formlur SIG-IV : Penentuan waktu sinyal dan kapasitas

Menghitung arus jenuh yang disesuaikan

S utara = $S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$
 $= 3000 \times 0,88 \times 0,93 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,14 \times 0,95$
 $= 2794$

Menghitung rasio arus (FR)

FR utara = Q/S
 $= 2794 / 504 = 0,180$

Menghitung rasio fase (PR)

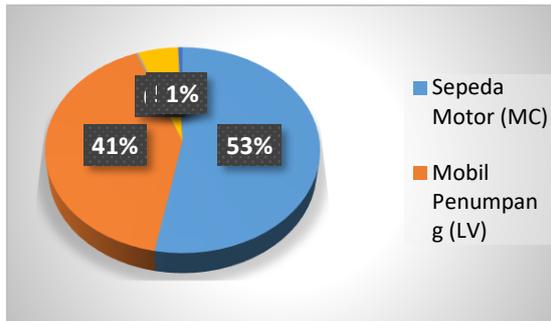
PR utara = FR / IFR
 $= 0,180 / 0,537$
 $= 0,336$

Menghitung waktu siklus pra penyesuaian

$C_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$
 $= (1,5 \times 31 + 5) / (1 - 0,537)$
 $= 111 \text{ det}$

Menghitung waktu hijau (g)

Waktu hijau dihitung dengan memakai rumus berikut:
 $g_{utara} = (C_{ua} - LTI) \times PR_i$



Gambar 4. 3 Prosentase Kendaraan Sore Hari

PENUTUP

Kesimpulan

- Kinerja simpang Bejen Karanganyar menunjukkan hasil yang kurang optimal, terukur dari kapasitas simpang yang tidak sebanding dengan arus lalu lintas sehingga menyebabkan derajat jenuh meningkat. Berdasarkan hitungan menggunakan metode MKJI 1997 didapatkan hasil sebagai berikut:
 - Nilai derajat kejenuhan rata-rata adalah 1,17
 - Nilai tundaan total (D) rata-rata adalah 37,90 det/smp
 - Nilai panjang antrian (Q_1) rata-rata adalah 289,8 m
- Alternatif perbaikan yang dipilih yaitu dilakukan pelebaran jalan pada masing-masing pendekatan Timur dan Selatan sebesar 1 m :
 - Nilai derajat kejenuhan rata-rata adalah 0,12
 - Nilai tundaan total (D) rata-rata adalah 36,44 smp/detik
 - Nilai panjang antrian (Q_1) rata-rata adalah 205,3 m
- Volume lalu lintas dari arah :
 - Utara diperoleh 867 kend/jam atau 613,4 smp/jam.
 - Selatan diperoleh 1198 kend/jam atau 853,6 smp/jam.
 - Timur laut diperoleh 852 kend/jam atau 624 smp/jam.
 - Timur diperoleh 1652 kend/jam atau 1139,5 smp/jam.

- Barat diperoleh 1527 kend/jam atau 992,8 smp/jam.

- Prosentase lalu lintas yang melewati persimpangan Bejen dari arah utara yaitu sepeda motor 50%, mobil penumpang 38%, BUS 1%, truk 10% dan kendaraan tak bermotor 1%.

Saran

- Dalam upaya peningkatan kinerja pada simpang Bejen Karanganyar perlu dilakukan beberapa alternatif seperti pelebaran jalan dan perencanaan ulang waktu siklus.
- Pengaturan setiap lengan diberi rambu larangan parkir, larangan berhenti untuk angkutan umum dan larangan berjualan dipinggir jalan sepanjang 100 m dari garis henti untuk mengurangi hambatan samping.
- Dan perlu adanya CCTV untuk memantau disetiap lengan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief Budiman. Dwi Esti Intari. Desy Mulyawati. 2016. Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru Kota Serang.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Jalan Kota 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), bekerja sama dengan PT. Bina Karya (Persero).
- Ihya Ulumuddin. 2014. Analisa Kinerja Persimpangan Menggunakan Metode MKJI 1997.
- Alamsyah, 2005, Tentang Waktu Antar Hijau.
- Muhamad Fikri Tamam. 2016. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal.
- Morlock Edward K, 1991, Karakteristik Lalu Lintas.
- Alamsyah, 2005, Tentang Waktu Antar Hijau.
- Sri Utami Adhi Susanti, 2007, Analisis Simpang Bersinyal Demangan, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan

Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Eko Setiyawan, 2012, Kinerja Pada Simpang Bersinyal Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Simpang Kartasura Sukoharjo, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Alin, Mursalin. 2014. "Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi". (http://www.academia.edu/14470932/Klasifikasi_Jalan_Menurut_Fungsi, diakses 28 Juni 2016)