

Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dengan Menggunakan Metode *Gap Acceptance* Dalam Upaya Mengatasi Kemacetan

M. Sa'dillah¹, Andy Kristafi Arifianto², Elias Pradiatmo³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang
 E-mail: muhsad93@gmail.com

ABSTRAK: Simpang adalah pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun yang tak sebidang. Tujuan dari penelitian ini adalah Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dengan Menggunakan Metode *Gap Acceptance* Dalam Upaya Mengatasi Kemacetan.” (Studi Kasus: Jalan Raya Bandulan–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan). Metoda yang digunakan adalah dengan melakukan pengumpulan data primer dan data sekunder, survey volume lalu lintas, survey observasi, serta survey hambatan samping. Dari hasil penelitian bahwa arus lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Senin pada pukul 15.45-16.45. pada minggu pertama sebesar 9221 kend/jam atau 1566,3 smp/jam dengan kapasitas minggu pertama 2225,94 smp/jam dengan derajat kejenuhan 2,32. sedangkan minggu kedua sebesar 8874 kend/jam atau 5109,6 smp/jam dengan kapasitas minggu pertama 3276,94 smp/jam dengan derajat kejenuhan 1,56. Dari nilai derajat kejenuhan dapat diketahui bahwa kinerja simpang ini tergolong kelas F, Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai gap kritis pada Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Bandulan sebesar 13,5099 detik, pada pagi hari sedangkan nilai gap kritis pada siang hari sebesar 32,055 detik. melebihi nilai yang disyaratkan MKJI 0,75. Penanganan yang sesuai dengan kinerja simpang tersebut dalam menguraikan permasalahan kemacetan, kecelakaan dan kelancaran arus lalu lintas yaitu dengan memasang rambu lalu lintas, larangan angkutan kota untuk menaik dan menurunkan penumpang disimpang dan sekitarnya, larangan parkir ataupun kegiatan komersial yang melebihi bahu jalan dan juga penempatan petugas dari DLLAJ (Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan) terutama pada jam puncak, Pelarangan belok kanan bagi arus kendaraan dari jalan minor (Jalan Bandulan Barat) menuju jalan minor, pemasangan pulau jalan dan pelebaran geometrik dan merubah tipe jalan menjadi 342 U/D.

Kata kunci : Derajat Kejenuhan, Tundaan, Gap Kritis

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan akan jasa transportasi tidak diimbangi dengan peningkatan saran dan prasarana transportasi yang memadai, sehingga arus pergerakan yang terjadi tidak terlaksana secara optimal, baik dari segi kualitas maupun segi kuantitas. Hal tersebut terbukti dengan adanya masalah pergerakan lalu lintas. Salah satunya adalah masalah kemacetan pada jalan-jalan tertentu terutama pada jam puncak (*peak hour*). Hal tersebut disebabkan karena jalan-jalan yang ada tidak lagi bisa menampung arus lalu lintas yang ada, serta manajemen lalu lintas yang kurang tepat dan efisien. Peningkatan volume lalu lintas merupakan masalah yang menyebabkan kemacetan suatu ruas jalan khususnya ruas jalan perkotaan (Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997)

Dirjen BM (1997), menyatakan bahwa angka kecelakaan pada simpang tak bersinyal diperkirakan sebesar 0,60 kecelakaan/juta kendaraan. Hal ini banyak terjadi karena kurangnya perhatian pengemudi dalam melintas simpang, seperti tidak mau menunggu celah dan memaksa masuk untuk menempatkan kendaraan pada ruas jalan yang akan dimasukinya [2]

Titik kemacetan yang umum ditemukan adalah permasalahan yang umum terjadi pada persimpangan. Persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, berpenjar, bersilang, dan berpotongan, termasuk fasilitas jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas didaerah tersebut. Disini arus lalu lintas mengalami konflik, karena semakin banyak simpang disuatu jaringan jalan, maka semakin besar tundaan yang terjadi. Tundaan merupakan masalah yang sering terjadi di Kota Malang, lebih tepatnya banyak ditemukan pada persimpangan jalan yang tak bersinyal. Sehingga perlu ditunjang dengan pelayanan fasilitas lalu lintas yang memadai, terutama pada persimpangan jalan

yang berpotensi menimbulkan tundaan bila tidak ditangani secara teknis (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Salah satu lokasi di Kota Malang yang mengalami masalah lalu lintas adalah simpang tak bersinyal Jalan Raya Bandulan–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan. Pada jalan tersebut sering terjadi kepadatan pada jam sibuk. Padatnya arus lalu lintas pada simpang tersebut, disebabkan karena Jalan Raya Bandulan merupakan jalur penghubung antara Kota Malang dengan daerah pariwisata Lembah Indah di kaki Gunung Kawi. Dan juga Jalan Raya Bandulan merupakan jalan penghubung menuju perusahaan PT Gandum dari pusat Kota Malang. Dari pengamatan, kepadatan pada simpang tersebut dipengaruhi oleh geometrik jalan yang kurang lebar dan hambatan samping yang turut menambah permasalahan pada simpang. (Suryamalang.com, 2017).Jalan Raya Bandulan merupakan salah satu jalan di Kota Malang yang sering dilalui berbagai kendaraan besar dan kecil, truk, dan merupakan daerah pergudangan, pusat bisnis, pabrik, dan berbagai usaha lainnya. Dekat dengan berbagai sekolah dan kampus ternama di Kota Malang, pusat kuliner, bisnis, pusat keramaian, tempat ibadah, rumah sakit dan lain-lain (iProperty.com.sg, 2020)

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat disimpulkan identifikasi masalahnya sebagai berikut.

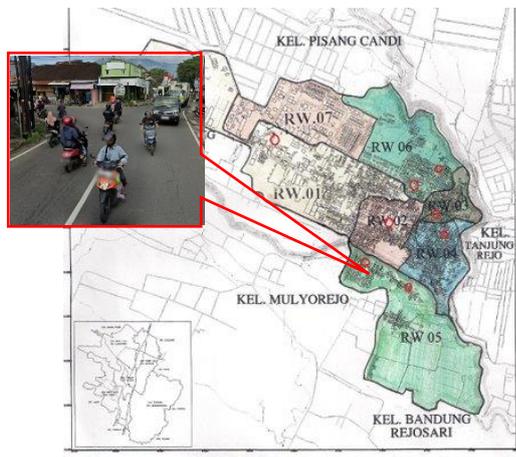
1. Banyaknya arus kendaraan yang melewati simpang tiga tak bersinyal Jalan Raya Bandulan Timur–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan, Malang, Jawa Timur dimana lebar jalan tidak seimbang dengan kapasitas dan lebar jalan.
2. Manajemen lalu lintas yang kurang efisien,
3. Adanya hambatan samping di simpang tiga tak bersinyal Jalan Raya Bandulan Timur–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan, Malang, Jawa Timur, disebabkan karena banyaknya kendaraan umum maupun kendaraan pribadi yang parkir maupun

menaikkan atau menurunkan penumpang sekitaran simpang tersebut.

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut, tulisan ini bertujuan: (1) mengetahui eksisting pada simpang tak bersinyal Jalan Raya Bandulan–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan. (2) mengetahui evaluasi kinerja simpang tak bersinyal pada Jalan Raya Bandulan–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan, Malang, Jawa Timur dengan menggunakan metode *gap acceptance*. (3) Mengetahui solusi mengatasi kemacetan simpang tak bersinyal pada Jalan Raya Bandulan–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan, Malang, Jawa Timur.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian yang direncanakan yakni simpang tiga lengan tak bersinyal dengan arus lalu lintas yang cukup padat, Yaitu persimpangan Jalan Raya Bandulan Timur – Jalan Raya Bandulan – Jalan Raya Bandulan Barat, Kecamatan Sukun, Kota Malang, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan selama 2 minggu untuk mendapatkan data primer yang akurat sebagai data primer. Lokasi penelitian terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang lebih menekankan pada aspek pengukuran secara objektif terhadap fenomena sosial. Untuk melakukan pengukuran, setiap fenomena sosial dijabarkan dalam beberapa komponen masalah, variabel dan indikator. Penelitian dilakukan di impang tak bersinyal pada Jalan Raya Bandulan–Jalan Raya Bandulan Barat–Jalan Raya Bandulan, Kecamatan Sukun, Kota Malang, Jawa Timur.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:(1) Kamera video, yang digunakan untuk merekam pergerakan arus lalu lintas (2) meteran, digunakan untuk mengukur lebar badan jalan dan bahu jalan. (3) jam tangan atau *stopwatch*, sebagai penunjuk waktu selama pelaksanaan survey (4) Alat hitung kendaraan yang pintas atau *hand counter*. (5) Alat tulis dan peralatan tulis lainnya (6) Kamera, sebagai alat dokumentasi.

Metode pengumpulan data penelitian ini yaitu ada 2 (dua) cara yaitu : (1) Data primer, data primer didapat dengan melakukan survey dan pengamatan langsung di lapangan atau tempat/lokasi penelitian. Adapun kegiatan survei lapangan yaitu Observasi lapangan diantaranya

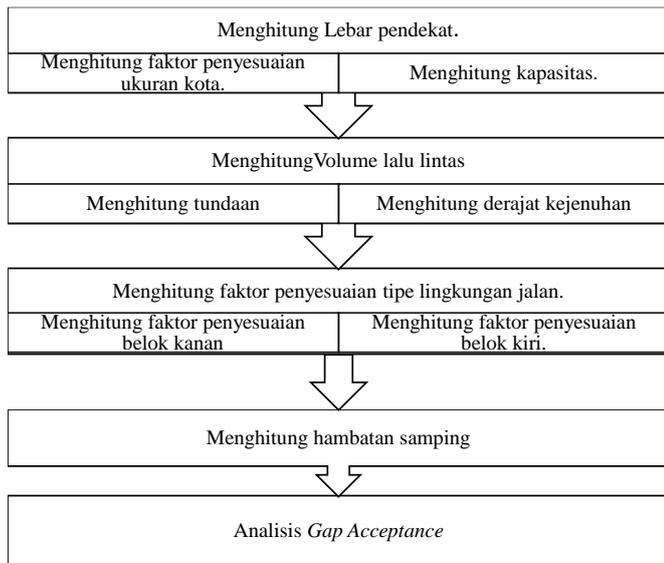
Survey volume lalu lintas dan survey hambatan samping. (2) Data Sekunder , Data sekunder pada penelitian ini adalah data jumlah penduduk Kota Malang dan pertumbuhan kendaraan bermotor Kota Malang.

Survei lalu lintas yang diakibatkan oleh dampak kegiatan masyarakat yang sangat padat, adapun data yang akan dicatat pada survey ini adalah jumlah kendaraan yang masing – masing jenis kendraan (moda transportasi) yaitu bus, truck, kendaraan umum, mobil, sepeda motor, becak. Waktu survey pengukuran akan dilakukan selama 18 jam selama sehari, yaitu mulai dari pukul 06.00 pagi dan selsai pada pukul 22.00 WIB. Survei ini dilakukan pada titik – titik rute yang akan dilalui kendaraan pengangkut penumpang, material, dan pengakutan peralatan lainnya. Titik lokasi survey tersebut dipilih berdasarkan kemudahan surveyor dalam mengamati arus lalu lintas yaitu pada persimpangan jalan.

Analisis perismpangan tanpa sinyal lalu lintas dapat dilakukan dengan menggunakan prosedur yang didasrkan pada *gap acceptance*. Analisis data dapat dilakukan setelah mendapatkan data primer yang meliputi data geometrik, data volume kendaraan dan data *gap* kendaraan. Selanjutnya data diolah berdasarkan metode yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, *gap* kritis yang dihitung hanya dibatasi untuk kendaraan ringan dari arah jalan minor yang nantinya akan bergabung dengan arus kendaraan di jalan utama baik kendaraan tersebut akan berbelok ke kanan maupun berbelok ke kiri. Dikarenakan jumlah kendaraan berat (HV) sedikit dan pola pergerakan sepeda motor (MC) yang tidak teratur.

Gap yang diterima adalah selang waktu kendaraan yang melakukan gerakan membelok ke kiri atau ke kanan untuk bergabung ke arus jalan utama sedangkan *gap* yang ditolak adalah selang waktu saat kendaraan yang tidak melakukan gerakan membelok ke kiri atau ke kanan ataupun ke kiri namun terus menunggu hingga tersedia *gap* yang dianggap aman untuk bergabung ke arus jalan utama.

Dalam melakukan suatu penelitian akan dibutuhkan langkah – langkahnya terlebih dahulu untuk mempermudah dalam menganalisis. Dalam penelitian ini perlu direncanakan langkah – langkah yang dilakukan agar penelitian dapat dilakukan secara efektif mengingat waktu dan pelaksanaan sehingga penulis dapat sesuai dengan dasar teori permasalahan dan hasil analisis yang lebih akurat untuk mencapai tujuan penulis. Berikut langkah – langkah dalam penelitian ini sebagai berikut berdasarkan [1] terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Analisa Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan

1. Menghitung volume lalu lintas (q), Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik persatuan waktu pada lokasi tertentu. Untuk mengukur jumlah arus lalu lintas, biasanya dinyatakan dalam kendaraan perhari, sampai perjam dan kendaraan permenit [1]
2. Menghitung kapasitas (smp/jam), Kapasitas (C) suatu ruas jalan didefinisikan yaitu jumlah arus lalu lintas yang maksimum yang dapat melalui suatu lengan persimpangan dalam kondisi yang tersedia yang dapat dipertahankan. Kondisi lalu lintas yang dimaksud yaitu volume setiap kedatangan kendaraan, distribusi kendaraan berdasarkan pergerakannya (belok kiri, terus dan belok kanan), pergerakan parkir disekitar lengan yang di tinjau.[3]
3. Menghitung derajat kejenuhan (DS, Derajat kejenuhan atau *degree of saturation* (DS) adalah perbandingan dari volume (nilai arus) lalu lintas terhadap kapasitas jalan.
4. Menghitung tingkat pelayanan jalan (ITP), Pertumbuhan lalu lintas terjadi dikarenakan adanya pertumbuhan jumlah penduduk pertahunnya dan banyaknya kepemilikan kendaraan bermotor atau mobil sehingga aktifitas masyarakat sehari – hari yang menggunakan sarana jalan tersebut akan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Indeks ITP dengan lalu lintas tak bersinyal terdapat pada Tabel 1.
5. Menghitung Tundaan Lalu Lintas, Merupakan total waktu hambatan rata – rata yang dialami kendaraan sewaktu melewati suatu simpang. Nilai tundaan

mempengaruhi nilai waktu tempu kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, semakin tinggi pula waktu tempuh.

Tabel 1 Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) Lalu Lintas Tak Bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/ smp)	Keterangan
A	< 5	Baik sekali
B	5,1 – 15	Baik
C	15,1 – 25	Sedang
D	25,1 – 40	Kurang
E	40,1 – 60	Buruk
F	>60	Buruk sekali

Sumber: MKJI 1997

Analisis persimpangan tanpa sinyal lalu lintas dapat dilakukan dengan menggunakan prosedur yang didasarkan pada *gap acceptance* oleh pergerakan lalu lintas dari jalan samping yang dikontrol dengan rambu *STOP* atau *YIELD*, atau lalu lintas belok kiri dari jalan utama [4]. [4] mendefinisikan *gap* sebagai waktu antara lintasan suatu kendaraan dan kedatangan kendaraan berikutnya. [5] mendefinisikan *gap* sebagai interval waktu antara dua kendaraan yang berurutan pada arus jalan utama yang dievaluasi oleh pengemudi kendaraan di arus jalan minor untuk melakukan manuver *crossing* atau *me*.

Analisis data dapat dilakukan setelah mendapatkan data primer yang meliputi data geometrik, data volume kendaraan dan data *gap* kendaraan. Selanjutnya data diolah berdasarkan metode yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, *gap* kritis yang dihitung hanya dibatasi untuk kendaraan ringan dari arah jalan minor yang nantinya akan bergabung dengan arus kendaraan di jalan utama baik kendaraan tersebut akan berbelok ke kanan maupun berbelok ke kiri. Dikarenakan jumlah kendaraan berat (HV) sedikit dan pola pergerakan sepeda motor (MC) yang tidak teratur.

Gap yang diterima adalah selang waktu kendaraan yang melakukan gerakan membelok ke kiri atau ke kanan untuk bergabung ke arus jalan utama sedangkan *gap* yang ditolak adalah selang waktu saat kendaraan yang tidak melakukan gerakan membelok ke kiri atau ke kanan ataupun ke kiri namun terus menunggu hingga tersedia *gap* yang dianggap aman untuk bergabung ke arus jalan utama.

Data *gap* yang telah dicatat kemudian dipisahkan antara *gap* yang ditolak dan *gap* yang diterima oleh pengemudi. Sesudah itu data lalu dianalisa menggunakan model deterministik (metode *Raff*, metode *Greenshields*, dan metode *Acceptance Curve*). Metode ini dipilih berdasarkan pertimbangan hasil kajian yang telah pernah dilakukan yang menyimpulkan bahwa ketiga metode ini sangat sesuai dipakai untuk menentukan *gap* kritis persimpangan tanpa sinyal/lampu lalu lintas.

Untuk menentukan *gap acceptance* ada beberapa yang perlu menjadi pertimbangan, yaitu *headway* dan *lag* dalam penentuan *gap* kritis. Dalam menentukan *gap* kritis itu sendiri diperlukan data jumlah *gap/lag* yang diterima dan data jumlah *gap/lag* yang ditolak. *Gap* diterima dan ditolak ini sendiri muncul dikarenakan reaksi pengemudi yang bervariasi. Pengemudi dengan kecepatan rendah akan menolak beberapa *gap* sebelum menerima suatu celah (*gap*), dan pengemudi dengan kecepatan yang tinggi mempunyai kecenderungan menolak *gap* lebih sedikit sebelum menerima celah (*gap*) yang dianggap aman.

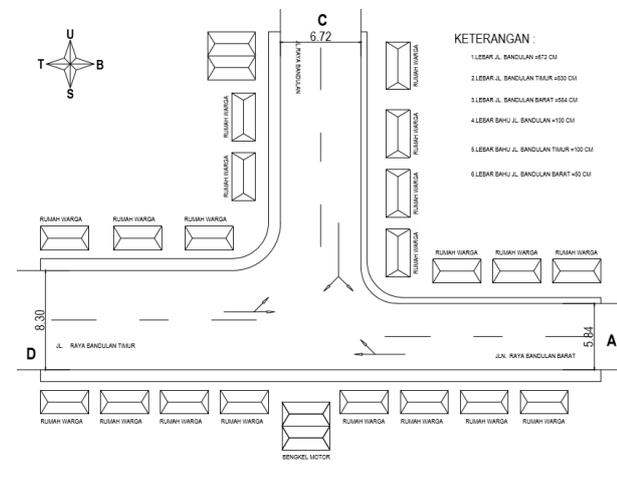
Pengamatan terhadap gap dengan memperhatikan perbedaan perilaku pengemudi akan menghasilkan suatu data yang bias. Untuk menghindari kondisi tersebut, data yang digunakan hanya terjadi pada kesempatan yang pertama, yaitu merupakan keputusan yang diambil pengemudi di jalan minor ketika akan memasuki jalan mayor. [6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan pada ruas jalan Raya Bandulan – Jalan Raya Bandulan Timur – Jalan Raya Bandulan Barat Kelurahan Bandulan, Kecamatan Sukun, Kota Malang, Jawa Timur. Survey lalu lintas dilakukan selama 14 hari (2 minggu) yang berlangsung selama 18 jam per hari. Berdasarkan klasifikasi kendaraan pada saat survey terdapat 8 jenis kendaraan, dan kemudian dikonversikan lagi menjadi empat (4) kelompok kendaraan diantaranya *Motor Cycle (MC)*, *Light Vehicle (LV)*, *Medium Heave (MH)* dan *Un Motorized (UM)*. Hasil pengukuran geometrik jalan dapat dilihat pada Tabel 2 Gambar 3 dan Gambar 4

Tabel 2 Data Geometrik

Nama jalan	Klasifikasi	Tipe	Ukuran	
			Lebar (m)	Lebar Bahu (m)
Jl. Raya Bandulan	Kolektor	2/2 UD	6,72	1
Jl. Raya Bandulan Timur	Kolektor	2/2 UD	8,30	1
Jl. Raya Bandulan Barat	Kolektor	2/2 UD	5,84	0,5



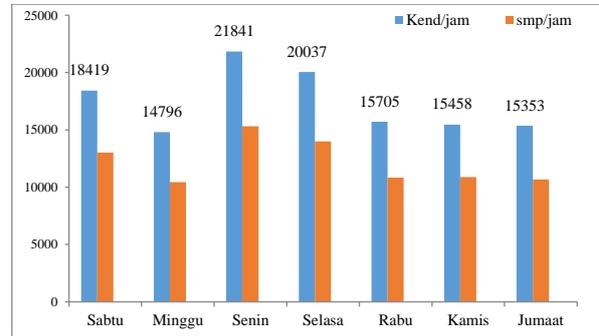
Gambar 3 Lokasi penelitian



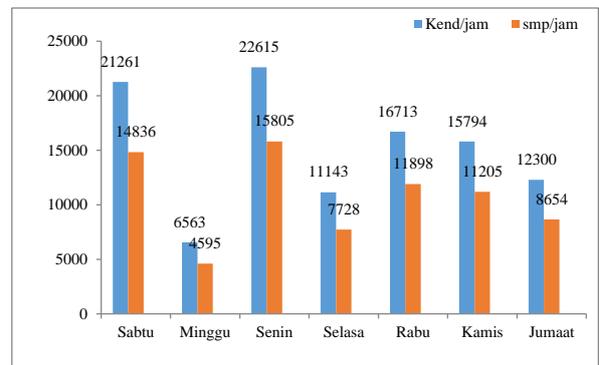
Gambar 4 Situasi Pada Lokasi Penelitian

Untuk mendapatkan volume jam puncak dalam satuan mobil penumpang (smp), diperlukan faktor konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi ekuivalen mobil penumpang (emp). Dari penelitian yang dilakukan selama

14 hari maka diperoleh jam puncak dalam setiap harinya. Penelitian yang dilakukan selama 14 hari (2 minggu) dimana dalam satu hari dilakukan selama 18 jam. Berikut ini data hasil survey volume lalu lintas jam puncak selama 14 hari yang dimulai dari tanggal 24 April 2021 – 8 Mei 2021:



Gambar 5 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Minggu Ke – 1



Gambar 6 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Minggu Ke – 2

Dari Tabel 3 volume jam puncak pada minggu ke – 1, dapat dilihat bahwa volume kendaraan yang melintas pada persimpangan Jl. Raya Bandulan – Jl Raya Bandulan Timur – Jl.Raya Bandulan Barat, sejak hari Sabtu, 24 April 2021 sampai dengan Hari Jumat, 30 April 2021,diperoleh arus lalu lintas harian dengan volume tertinggi terjadi pada hari Senin, 26 April 2021.

Tabel 3 Volume Jam Puncak Minggu Ke-1

Jl. Raya Bandulan					
Waktu	Kelas				Jumlah
	MC	LV	HV	UM	
15.45 – 16.00	806	81	17	0	904
16.00 – 16.15	754	76	31	2	863
16.15 – 16.30	908	98	16	1	1013
16.30 – 16.45	828	96	16	2	942
Total					3722
Jl. Raya Bandulan Timur					
15.45– 16.00	641	94	8	3	746
16.00 – 16.15	724	84	13	3	824
16.15 – 16.30	720	84	11	1	816
16.30 – 16.45	625	80	11	2	718
Total					3104
Jl. Raya Bandulan Barat					
15.45 – 16.00	444	49	10	1	504
16.00 – 16.15	609	42	3	2	656
16.15 – 16.30	547	49	3	0	599
16.30 – 16.45	591	45	5	1	642
Total					2401
Total Ke-3 Simpang					9227

Dari Tabel 4 volume jam puncak pada minggu ke – 2, dapat dilihat bahwa volume kendaraan yang melintas pada persimpangan Jl. Raya Bandulan – Jl Raya Bandulan Timur – Jl.Raya Bandulan Barat, sejak hari Sabtu, 1 Mei 2021 sampai dengan Hari Jumat, 7 Mei 2021,diperoleh arus lalu lintas harian dengan volume tertinggi terjadi pada hari Senin, 3 Mei 2021.

Tabel 4 Volume Jam Puncak Minggu Ke-2

Jl. Raya Bandulan					
Waktu	Kelas				Jumlah
	MC	LV	HV	UM	
15.45– 16.00	806	81	17	0	904
16.00 – 16.15	754	76	31	2	863
16.15 – 16.30	908	98	16	1	1013
16.30 – 16.45	828	96	16	2	942
Total					3722
Jl. Raya Bandulan Timur					
15.45– 16.00	641	94	8	3	746
16.00 – 16.15	724	84	13	3	824
16.15 – 16.30	720	84	11	1	816
16.30 – 16.45	625	80	11	2	718
Total					3104
Jl. Raya Bandulan Barat					
15.45– 16.00	444	49	10	1	504
16.00 – 16.15	609	42	3	2	656
16.15 – 16.30	547	49	3	0	599
16.30 – 16.45	591	45	5	1	642
Total					2401
Total Ke-3 Simpang					9227

Tabel 5 Formulir USIG – II Simpang (Minggu Pertama, Senin, 26 April 2021)

Kapasitas dasar CD simp/jam	Faktor Penyesuaian				Kapasitas (F)			
	Lebar Pendekat Rata-rata Fw Gbr. B-3:1	Median Jalan Utama Fm Gbr. B-3:1	Ukuran Kota Fcs Tbl. B-5:1	Hambatan Samping Frsu Tbl. B-6:1	Belok Kiri Flt Gbr. B-7:1	Belok Kanan Frt Gbr. B-8:1	Rasio Minor / Total Fmi Gbr. B-9:1	
20	21	22	23	24	25	26	27	27
2700	0.99	1.00	1.00	0.97	1.42	0.66	0.92	
Nilai	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTI)	Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama DTMA	Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor DTMI	Tundaan Geometrik Simpang (DG)	Tundaan simpang (D)	Peluang Antrian (QP%)	Sasaran
30	31	32	33	34	35	36	37	38
5166.3	2.3	37.47	25.38	73	4	41.47	705.46	263.38

Tabel 6 Formulir USIG – II Simpang (Minggu Kedua, 3 Mei 2021)

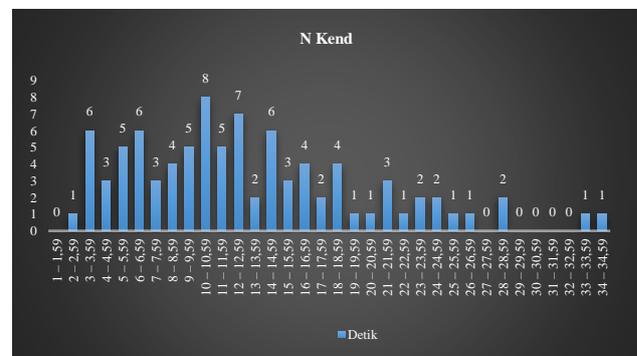
Pilihan	Faktor Penyesuaian				Kapasitas (F)				
	Lebar Pendekat Rata-rata Fw Gbr. B-3:1	Median Jalan Utama Fm Gbr. B-3:1	Ukuran Kota Fcs Tbl. B-5:1	Hambatan Samping Frsu Tbl. B-6:1	Belok Kiri Flt Gbr. B-7:1	Belok Kanan Frt Gbr. B-8:1	Rasio Minor / Total Fmi Gbr. B-9:1	Kapasitas C Simp/jam	
20	21	22	23	24	25	26	27	28	
2700	0.99	1.00	1.00	0.98	1.48	0.69	1.23	3276.94	
Nilai	Arus Lalu Lintas (Q) simp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTI)	Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama DTMA	Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor DTMI	Tundaan Geometrik (DG)	Tundaan simpang (D)	Peluang Antrian (QP%)	Sas
30	31	32	33	34	35	36	37	38	
5109.6	1.56	24.52	16.46	53.32	4.00	28.52	228.47	104.06	

Data Volume Lalu Lintas Dalam Kajian *gap acceptance*, kondisi kapasitas penyerapan (*absorption capacity*) yang paling ideal adalah saat volume lalu lintas pada simpang mencapai puncak. Pada survey *gap acceptance* ini data kendaraan dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraan dominan yang terdapat pada lokasi penelitian, yaitu: kendaraan ringan (*light vehicle*). Volume kendaraan dihitung pada jam sibuk yang dibagi tiap 15 menit. Dari hasil pengamatan yang dilakukan diperoleh hasil volume maksimum menurut hari pada jam sibuk tiap 15 menit dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Keadaan arus kendaraan yang hendak memutar terbagi menjadi dua yaitu jenuh dan tidak jenuh. Mengacu pada penelitian yang telah dilakukan [7] untuk mencari waktu gap kritis digunakan metode dengan mencari nilai rata-rata dari gap yang diperoleh dari pengamatan dilokasi penelitian. Metode tersebut juga digunakan untuk mencari nilai waktu *follow up*. Data yang dapat digunakan pada metode ini terbatas pada kondisi tertentu. Tidak semua data gap dapat digunakan. Data yang memenuhi syarat untuk perhitungan adalah gap yang hanya satu kendaraan memutar saja. Dan data gap yang masuk perhitungan harus mengikuti distribusi lognormal karena distribusi dirasa telah memenuhi untuk menentukan nilai gap kritis seperti dalam penelitian [8]

Tabel 7 Frekuensi gap pagi (07.00 – 08.30)

No	Waktu Gap (s)	N Kend	No	Waktu Gap (s)	N Kend
1	1 – 1,59	0	18	18 – 18,59	2
2	2 – 2,59	1	19	19 – 19,59	4
3	3 – 3,59	6	20	20 – 20,59	1
4	4 – 4,59	3	21	21 – 21,59	3
5	5 – 5,59	5	22	22 – 22,59	1
6	6 – 6,59	6	23	23 – 23,59	2
7	7 – 7,59	3	24	24 – 24,59	2
8	8 – 8,59	4	25	25 – 25,59	1
9	9 – 9,59	5	26	26 – 26,59	1
10	10 – 10,59	8	27	27 – 27,59	0
11	11 – 11,59	5	28	28 – 28,59	2
12	12 – 12,59	7	29	29 – 29,59	0
13	13 – 13,59	2	30	30 – 30,59	0
14	14 – 14,59	6	31	31 – 31,59	0
15	15 – 15,59	3	32	32 – 32,59	0
16	16 – 16,59	6	33	33 – 33,59	1
17	17 – 17,59	4	34	34 – 34,59	1



Gambar 7 Frekuensi Gap Pagi (07.00 – 08.30)

Dari grafik menunjukkan nilai gap yang terjadi pada pagi hari dominan terjadi pada 3 sampai 18 detik. Terjadi pula kejadian gap hingga 34 detik. Dari seluruh data diatas, tidak seluruhnya digunakan untuk mencari nilai rata-rata gap untuk menentukan nilai gap kritis. Untuk itu data gap yang dimasukan dalam perhitungan diputuskan mulai dari 2 sampai 34 detik.

Data yang dipakai untuk mencari rata-rata mulai dari 2 sampai 34 detik. Dari tabel tersebut dimulai dari data nomor 1 sampai 101. Untuk mencari nilai rata-rata digunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n}$$

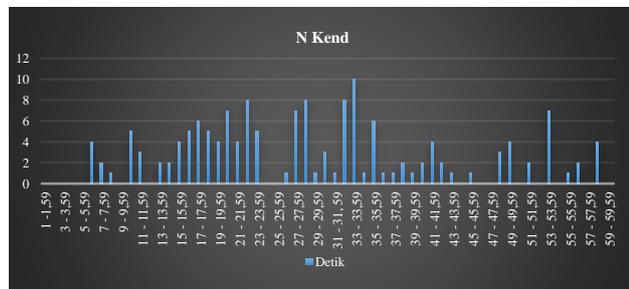
Dimana, \bar{X} = rata – rata data, x_n = data ke – n, n = banyak data. Berdasarkan rumus diatas maka nilai rata-rata gap dipagi hari diperoleh

$$\bar{X} = \frac{\sum(X_1+X_2+\dots+X_{101})}{101} = \frac{1364,5}{101} = 13,5099 \text{ detik.}$$

Hasil rata – rata data tersebut diperoleh = 13,5099 detik. Maka nilai gap kritis untuk pagi hari adalah **13,5099** detik.

Tabel 8 Frekuensi gap siang (15.45 – 17.30)

No	Waktu Gap (S)	N Kend	No	Waktu Gap (S)	N Kend
1	1 - 1,59	0	31	31 - 31,59	1
2	2 - 2,59	0	32	32 - 32,59	8
3	3 - 3,59	0	33	33 - 33,59	10
4	4 - 4,59	0	34	34 - 34,59	1
5	5 - 5,59	0	35	35 - 35,59	6
6	6 - 6,59	4	36	36 - 36,59	1
7	7 - 7,59	2	37	37 - 37,59	1
8	8 - 8,59	1	38	38 - 38,59	2
9	9 - 9,59	0	39	39 - 39,59	1
10	10 - 10,59	5	40	40 - 40,59	2
11	11 - 11,59	3	41	41 - 41,59	4
12	12 - 12,59	0	42	42 - 42,59	2
13	13 - 13,59	2	43	43 - 43,59	1
14	14 - 24,59	2	44	44 - 44,59	0
15	15 - 15,59	4	45	45 - 45,59	1
16	16 - 16,59	5	46	46 - 46,59	0
17	17 - 17,59	6	47	47 - 47,59	0
18	18 - 18,59	5	48	48 - 48,59	3
19	19 - 19,59	4	49	49 - 49,59	4
20	20 - 20,59	7	50	50 - 50,59	0
21	21 - 59	4	51	51 - 51,59	0
22	22 - 22,59	8	52	52 - 52,59	0
23	23 - 23,59	5	53	53 - 53,59	7
24	24 - 24,59	0	54	54 - 54,59	0
25	25 - 25,59	0	55	55 - 55,59	0
26	26 - 26,59	1	56	56 - 56,59	2
27	27 - 27,59	7	57	57 - 57,59	0
28	28 - 28,59	8	58	58 - 58,59	4
29	29 - 29,59	0	59	59 - 59,59	0
30	30 - 30,59	3			



Gambar 8 Frekuensi Gap Siang (15.45 – 17.30)

Dari Gambar 8 grafik dan Tabel 8 menunjukkan nilai gap yang terjadi pada pagi hari dominan terjadi pada 6 sampai 58 detik. Terjadi pula kejadian gap hingga 87 detik. Dari seluruh data diatas, tidak seluruhnya digunakan untuk mencari nilai rata- rata gap untuk menentukan nilai gap kritis. Untuk itu data gap yang dimasukan dalam perhitungan diputuskan mulai dari 6 sampai 58 detik.

Data yang dipakai untuk mencari rata-rata mulai dari 6 sampai 59 detik. Dari tabel tersebut dimulai dari data nomor 1 sampai 172. Untuk mencari nilai rata-rata digunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum(X_1+X_2+\dots+X_n)}{n}$$

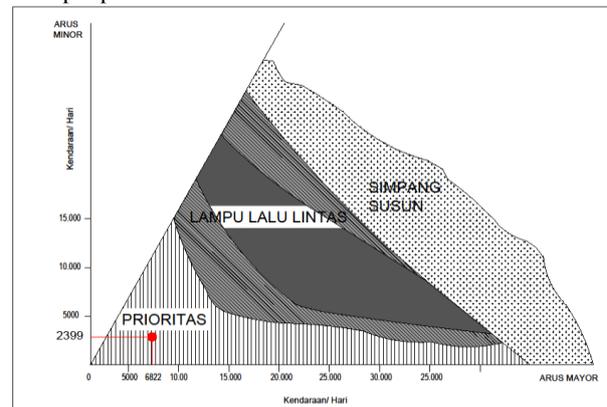
Dimana, \bar{X} = rata – rata data, x_n = data ke – n, n = banyak data. Berdasarkan rumus diatas maka nilai rata-rata gap disiang hari diperoleh

$$\bar{X} = \frac{\sum(X_1+X_2+\dots+X_{101})}{101} = \frac{5513,5}{172} = 32,055 \text{ detik.}$$

Hasil rata – rata data tersebut diperoleh = 32,055 detik. Maka nilai gap kritis untuk pagi hari adalah **32,055** detik

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa Kinerja kedua simpang tak bersinyal pada tahun 2021 di Simpang Tak Bersinyal Jl. Raya Bandulan, Kota Malang, sudah sangat buruk. Hal ini terlihat dari nilai derajat kejenuhan melebihi 1. Tundaannya relatif tinggi dan peluang terjadinya antrian sangat besar sehingga menimbulkan ketidaknyamanan dan kemacetan lalu lintas. Dan juga Nilai gap kritis di simpang Bandulan A (pendekat Barat) adalah 13,5099 detik pada pagi hari sedangkan nilai gap kritis pada siang hari yaitu: 32,055 detik , Hal ini mengindikasikan perilaku pengemudi **menunggu** celah ketika memasuki simpang tak bersinyal.

Berdasarkan data hasil perhitungan volume arus lalu lintas pada Simpang Tiga Bandulan dimana jumlah arus kendaraan pada minggu pertama dari jalan minor yang memasuki simpang yaitu 2399 kend/jam, dan arus kendaraan dari jalan mayor yang memasuki simpang sebesar 6522 kend/jam dengan kapasitas 2225,94 smp/jam. Untuk derajat kejenuhan diperoleh 2,3 yang sudah melewati batas persyaratan yang telah ditentukan yaitu < 0,85. Menurut (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015.) apabila pada suatu simpang tidak memenuhi syarat maka dibutuhkan solusi untuk mengatasi kemacetan yang terjadi pada persimpangan. Solusi yang ditawarkan penulis berdasarkan jumlah arus kendaraan per jam merupakan solusi **prioritas**. Grafik solusi prioritas simpang bandulan terdapat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik Solusi Prioritas Simpang Bandulan

Pembebanan lalu lintas terhadap kinerja jaringan jalan sesuai kondisi eksisting, tanpa melakukan perbaikan. Menunjukkan indikator kinerja jaringan jalan yang dihasilkan akibat pembebanan pada jaringan jalan dalam kondisi *Do Nothing*. Kondisi *Do Nothing* Simpang tiga Tak Bersinyal Jalan raya Bandulan dapat dilihat pada derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan F (Sangat – Sangat Rendah).

Dari proses pembebanan lalu lintas dan pemodelan lalu lintas sesuai dengan alternatif manajemen lalu lintas maka dapat diperoleh hasil dari beberapa indikator kinerja jaringan jalan. Untuk mencari solusi alternatif terbaik mencegah terjadinya kemacetan di Simpang Tiga Tak Bersinyal Bandulan, maka dari itu perlu dilakukan analisa perbandingan kinerja jaringan jalan pada kondisi *Do Nothing* dan *Do Something* sesuai dengan solusi **prioritas**.

Ada beberapa indikator yang perlu ditinjau karena termasuk indikator utama dan menunjukkan perubahan yang signifikan. Alternatif solusi jalan simpang Bandulan terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9 Alternatif solusi kapasitas jalan simpang Bandulan

No	Nama Jalan	Kapasitas (C)	Arus Lalu Lintas	Derajat Kejenuhan	Peluang Antrian
		Smp/jam	(Q) smp/jam	(DS)	(QP)
1.	Simpang Tiga Bandulan (DS 1)	5038,07	5166,3	1,03	42,29% - 88,09%
2.	Simpang Tiga Bandulan (DS 2)	2913,87	5166,3	1,77	139,40% - 334,38%
3.	Simpang Tiga Bandulan (DS 1+ D3)	6891,96	5166,3	0,75	26,45% - 55,12%

Berdasarkan Tabel 9 data hasil perhitungan solusi kapasitas simpang tiga Bandulan, solusi DS 1 memiliki kapasitas 5038,07 smp/jam dengan derajat kejenuhan 1,03, solusi DS 2 memiliki kapasitas 2913,87 smp/jam dengan derajat kejenuhan 1,77 . Kedua solusi tersebut masih dalam tingkat pelayanan **F** (keadaan arus bertahan atau terjadi antrian yang panjang dengan kapasitas rendah volume ada dibawah kapasitas dan membentuk rentetan kendaraan, sering terjadi kemacetan dalam waktu cukup lama, dalam keadaan ekstrim kecepatan dan volume dapat turun menjadi nol). Sedangkan solusi DS 3 memiliki kapasitas 6891,96 smp/jam dengan derajat kejenuhan 0,75 dan termasuk tingkat pelayanan **C** keadaan arus mulai stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas-batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan. Biasanya digunakan untuk ketentuan perencanaan jalan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa kondisi eksisting pada simpang diketahui besarnya nilai volume kendaraan pada minggu pertama 5166,3 smp/jam, dan pada minggu kedua sebesar 5109,6 smp/jam. Nilai derajat kejenuhan (DS) yang diperoleh berdasarkan analisis kinerja lalu lintas diatas

untuk minggu pertama dan kedua pada tahun 2021 adalah sebesar 2,32 dan 1,56 > 1,00, masuk dalam kriteria tingkat pelayanan **F**.

Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai gap kritis pada Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Bandulan sebesar 13,5099 detik, pada pagi hari sedangkan nilai gap kritis pada siang hari sebesar 32,055 detik. Model alternatif kondisi terbaik pada penelitian ini yaitu:

(1) Menerapkan larangan angkutan kota untuk berhenti menaikan dan menurunkan penumpang disimpang Bandulan dan sekitarnya. (2) Pelarangan belok kanan bagi semua arus kendaraan dari semua pendekat, (3) Pemasangan pulau jalan, (4) Penggabungan solusi 2, pelebaran geometrik, dan perubahan tipe jalan

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Direktorat Jenderal Bina Marga, “Mkji 1997,” *departemen pekerjaan umum, “Manual Kapasitas Jalan Indonesia.”* pp. 1–573, 1997.
 [2] S. V. P. Gloria Michela Maengkom, James A. Timboeleng, “Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dengan Analisa Gap Acceptance Dan MKJI 1997,” *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 2, pp. 51–66, 2018.
 [3] M. Sa’dillah and R. A. Primasworo, “Kinerja Simpang Bersinyal Ruas Jalan Semeru – Kahuripan – Basuki Rahmat setelah Pembangunan Whiz Prime Hotel Malang,” *J. Fondasi*, vol. 9, no. 2, p. 103, 2020, doi: 10.36055/jft.v9i2.8467.
 [4] R. L. Gordon and W. Tighe, *Traffic Control System Handbook*, no. October. 2005.
 [5] Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual*. 2010.
 [6] G. Headway and J. Ruang, “Gap analysis Diagram Waktu – Jarak (Time-space diagram) dan Gap Critical gap,” pp. 1–6, 2016.
 [7] M. S. O. Sinaga, “Daftar pustaka,” *Anal. KAPSITAS BUKAAN Median (U - TURN) (Srudi Kasus Jl. A.H. Nasution depan Trigunadharma*, vol. 9, no. 110, pp. 1601–1612, 2016.
 [8] V. K. Sharma, S. Mondal, and A. Gupta, “A Comparison of Critical Gap of U Turning Vehicles at Uncontrolled Median Opening Based on Different Methods,” 2017.
 [9] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015, “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas_524053.pdf.”

Halaman ini sengaja dikosongkan