

Optimisasi Kinerja Area Traffic Control System (ATCS) di Kota Balikpapan

Ni Luh Wayan Rita Kurniati

Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian

Jl. Medan Merdeka Timur No.5 Jakarta, Indonesia, 10110

wiraluhkurni@gmail.com

Diterima: 26 September 2019, Direvisi: 11 Oktober 2018, Disetujui: 18 Oktober 2018

ABSTRACT

Optimization of Area Traffic Control System (ATCS) Performance in Balikpapan City: Big cities in Indonesia often face transportation problems, this also happens in the city of Balikpapan, East Kalimantan. KB Monumet Intersection is one of the intersections in the city of Balikpapan where the flow of traffic is quite congested during peak hours. One important factor in efforts towards a good transportation infrastructure system is the ability of road performance, specifically the performance of intersections as one part of overall road performance. To measure the performance of the KB Monument Intersection in this study using the 1997 Indonesian Road Capacity manual method (MKJI, 1997). The analysis shows that the degree of saturation for Road Syarifudi Yoes is 0.69, road Marsma Iswahyudi east is 0.60 and road Marsma Iswahyudi west is 0.65. The level of service at this intersection does not meet the standards, because the average KB Tugu Delay for 21.88 seconds/pcu, is included in the service level category C. The average vehicle stop/passenger car unit (pcu) is 0.71/pcu, therefore, it is necessary to adjust the cycle of traffic lights (cycle time) at the existing peak hours. Application of yellow box junction (YBJ) to prevent traffic flow at the junction from being locked when density occurs. Widening the road especially for road Syarifuddin Yoes so that its capacity is able to accommodate the volume of vehicles that pass so that it meets the delay requirements on the primary arterial road, which is between 5-15 seconds per vehicle with a minimum service level B.

Keywords: optimization; intersection performance; Tugu KB; Balikpapan.

ABSTRAK

Kota besar di Indonesia sering menghadapi masalah transportasi, hal ini juga terjadi di Kota Balikpapan Kalimantan Timur. Simpang Tugu KB adalah salah simpang di Kota Balikpapan yang arus lalu lintasnya cukup padat pada saat jam-jam sibuk. Salah satu faktor penting dalam usaha menuju sistem prasarana transportasi yang baik adalah kemampuan kinerja jalan, khususnya kinerja simpang sebagai salah satu bagian dari kinerja jalan secara keseluruhan. Untuk mengukur kinerja Simpang Tugu KB dalam penelitian ini menggunakan metode manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI, 1997). Dari hasil Analisis yang dilakukan diketahui bahwa Derajat kejenuhan untuk Jalan Syarifudi Yoes adalah 0,69, Jl. Marsma Iswahyudi Timur 0,60 dan Jl. Marsma Iswahyudi Barat 0,65. Tingkat pelayanan pada simpang ini belum memenuhi dengan standar, karena Tundaan Simpang Tugu KB rata-rata selama 21,88 detik/smp, termasuk dalam kategori tingkat pelayanannya C. Kendaraan rata-rata stop/smp sebesar 0,71/smp, oleh karena itu, perlu dilakukan pengaturan siklus pergantian lampu lalu lintas (cycle time) pada jam puncak eksisting. Penerapan yellow box junction (YBJ) untuk mencegah agar arus lalu lintas di persimpangan tidak terkunci saat kepadatan terjadi. Melakukan pelebaran jalan khususnya untuk Jl. Syarifuddin Yoes agar kapasitasnya mampu menampung volume kendaraan yang melintas sehingga memenuhi persyaratan tundaan di jalan arteri primer, yaitu antara 5-15 detik per kendaraan dengan tingkat pelayanan minimum B.

Kata Kunci: optimalisasi; kinerja simpang; Tugu KB; Balikpapan.

I. Pendahuluan

Persimpangan lalu lintas diatur ketertibannya melalui lampu lalu lintas. Simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh sinyal. Sinyal adalah semua peralatan pengatur yang menggunakan tenaga listrik, rambu, dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda, atau pejalan kaki (Wishnukoro, 2008).

Jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat di kelompokkan menjadi dua jenis (Morlok,

1988) yakni simpang bersinyal dan tak bersinyal. Masalah pada simpang berlampu adalah terjadinya antrian yang mengakibatkan terjadinya tundaan kendaraan pada masing-masing lengan simpang dengan volume yang berbeda (Darma, 1997 dalam Jauwahir, 2000)

Pada umumnya sinyal lalu-lintas dipergunakan untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, selama kondisi lalu-lintas mencapai puncak kepadatan, memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk /memotong

jalan utama, mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Optimisasi simpang sangat diperlukan untuk pengaturan lalu lintas yang melalui simpang tersebut, bertujuan untuk memberikan petunjuk-petunjuk yang terarah dan tidak menimbulkan keraguan. Pengaturan lalu lintas menggunakan lampu lalu lintas, marka dan rambu yang mengatur, mengarahkan dan memperhatikan lalu lintas sehingga menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan, menjaga kapasitas dari simpang dalam operasinya serta, mengarahkan arus lalu lintas pada tempatnya yang sesuai.

Hobbs (1995) menjelaskan bahwa tabulasi kapasitas pertemuan jalan (*junction*) pada semua kondisi tidak mungkin untuk dilaksanakan dan sering kali kapasitas pada bagian lintasan yang menyeluruh lebih dibutuhkan dibandingkan dengan kapasitas pada daerah tertutup. Akan tetapi, pertemuan jalan sebagian besar akan menentukan batas-batas kapasitas dan keamanan dari seluruh lintasan. Dari sudut pandang sosial, pada tingkat tertentu, kita harus siap untuk dapat menerima kelambatan lalu lintas yang lebih besar demi menambah tingkat keamanannya. Namun, pada sebagian besar perhitungan yang memperbaiki aliran lalu lintas akan dapat mengurangi potensial kecelakaan. Faktor-faktor yang dapat dipakai untuk mempengaruhi kapasitas suatu simpang meliputi:

1. Jumlah lajur yang cukup yang disediakan untuk mencegah agar volume yang tinggi tidak akan mengurangi kecepatan sampai dibawah optimum pada kondisi rencana, dan aliran yang besar harus dipisahkan arahnya.
2. Kapasitas yang tinggi yang membutuhkan keseragaman kecepatan kendaraan dan perbedaan kecepatan relatif kecil pada tempat masuk dan keluar.
3. Gerakan belokan yang banyak membutuhkan keistimewaan-keistimewaan seperti jalur tambahan yang terpisah.
4. Radius yang cukup untuk berbagai tipe kendaraan yang ada untuk menghindari pelanggaran batas terhadap jalur disampingnya dan tepi lapis perkerasan harus bebas dari rintangan.

Pemasangan APILL mengikuti aturan yang telah ditentukan, artinya tidak semua simpang dapat dipasang APILL. Menurut Indriany (2013) kriteria suatu simpang sudah harus diberi alat pemberi isyarat lalu lintas adalah:

1. Arus minimal lalu lintas yang menggunakan simpang rata-rata adalah > 750 kend/jam selama 8 jam dalam sehari.

2. Atau bila waktu menunggu atau hambatan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik.
3. Atau persimpangan digunakan oleh rata-rata $>$ dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam sehari.
4. Atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan tersebut.
5. Atau merupakan kombinasi sebab-sebab yang disebutkan di atas.
6. Atau karena pada daerah yang bersangkutan dipasang suatu sistem pengendalian lalu lintas terpadu (ATCS) sehingga simpang-simpang yang masuk areanya harus dikendalikan dengan APILL.

Simpang Tugu KB adalah salah simpang tiga di Kota Balikpapan yang arus lalu lintasnya cukup padat pada saat jam-jam sibuk terutama dari arah utara Jl. Syarifuddin Yoes belok kanan ke barat Jl. Marsma Iswahyudi, dan timur Jl. Marsma Iswahyudi. Secara geografis, 85% wilayah kota Balikpapan perbukitan, sisanya dataran, dengan geografis yang demikian Kota Balikpapan memiliki banyak tanjakan, turunan, dan tikungan. Kota Balikpapan memiliki panjang jalan sekitar 671,66 kilometer.

Kondisi Simpang Tugu di Kota Balikpapan akhir-akhir ini mengalami kepadatan lalu lintas, kepadatan ini diakibatkan oleh bertambahnya volume kendaraan yang melintas tidak diimbangi dengan kondisi jalan yang sempit, menikung dan tanjakan, Menurut Nasution ada tiga hal yang membuat suatu bangsa menjadi besar dan makmur yakni tanah yang subur, kerja keras dan kelancaran transportasi orang dan barang dari bagian negara kebagian lainnya, tanah yang subur tidak banyak artinya apabila tidak digarap, dimanfaatkan dan dikelola secara tepat.

Berdasarkan data Direktorat Lalu Lintas Polda Kalimantan Timur pada tahun 2017 mencapai 572.976. unit kendaraan, dengan komposisi sepeda motor sebanyak 444.238 unit, mobil penumpang sebanyak 65.590 unit, mobil bus sebanyak 14.544, mobil barang sebanyak 4.069 unit, dan kendaraan khusus sebanyak 1.127 unit.

Strategi pengaturan lalu lintas di simpang tugu berdasarkan tinjauan sementara belum efektif hal ini perlu dianalisis sejauhmana strategi pengaturan lalu lintas di Simpang Tugu.

Rumusan Masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana kinerja simpang tiga Tugu KB bersinyal yang telah dipasang ATCS di Kota Balikpapan eksisting?

2. Bagaimana strategi optimisasi kinerja simpang Tugu KB yang telah dipasang ATCS di Kota Balikpapan?

Manfaat penelitian ini untuk mengungkap fakta, keadaan, fenomena, dan keadaan mengenai kinerja persimpangan yang terjadi saat ini.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kinerja simpang tiga tugu KB yang telah dipasang ATCS di Kota Balikpapan eksisting.
2. Untuk mengoptimisasikan kinerja simpang tiga Tugu KB yang telah dipasang ATCS di Kota Balikpapan.

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Perhitungan lalu lintas dilakukan pada saat jam-jam sibuk
2. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan standar manual kapasitas jalan (MKJI), 1997.
3. Dalam perhitungan tidak menghitung perubahan sinyal hanya fase saja.

II. Metodologi Penelitian

Studi simpang Tugu KB di Kota Balikpapan guna mengetahui kinerja arus lalu lintas simpang Tugu KB dengan menggunakan metodologi survey secara langsung, dan kajian pustaka sehingga memperoleh data yang maksimal.

A. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan acuan bagi peneliti dalam membedah atau menganalisis obyek studi. Studi pustaka juga dijadikan sebagai landasan teori dalam studi.

B. Lokasi Penelitian.

Studi dilaksanakan di Simpang Tugu KB Kota Kalimantan.

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada studi di Simpang Tugu KB menggunakan metode wawancara, survei langsung (observasi) dan menggunakan data primer dari pihak-pihak terkait.

D. Teknik Analisis

Analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode MKJI 1997, dengan perhitungan arus lalu lintas pada saat jam sibuk yaitu pagi hari dan sore hari. Perhitungan volume, kapasitas, waktu siklus, dan lain-lain dilakukan berdasarkan persamaan dalam MKJI (1997). Beberapa persamaan dasar yang penting dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan Arus Jenuh nyata adalah banyaknya keberangkatan antrian didalam pendekat kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau) (Tamin, 2008), menggunakan rumus:

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \dots\dots\dots (1)$$

Dimana S_0 adalah arus jenuh dasar (smp/jam hijau), FCS adalah faktor ukuran kota, FSF adalah faktor hambatan samping, FG adalah faktor kelandaian, F_P adalah faktor parkir, F_{RT} adalah faktor belok kanan, dan F_{LT} adalah faktor belok kiri.

- b. Faktor Belok Kanan (FRT), Faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekat yang ditinjau, dapat dihitung dengan rumus:

$$FR = 1 + PRT \cdot 0,26 \dots\dots\dots (2)$$

- c. Faktor Belok Kiri (FLT), pengaruh arus belok kiri dihitung dengan rumus:

$$FLT = 1 - PLT \cdot 0,16 \dots\dots\dots (3)$$

- d. Rasio Arus (FR) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing-masing pendekat. Rasio arus (FR) dihitung dengan rumus:

$$FR = Q/S \dots\dots\dots (4)$$

- e. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Persimpangan, Kapasitas simpang adalah kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau (Wikrama Jaya A.A.N.A., 2011), menggunakan rumus:

$$C = S \times \frac{c}{g} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana C adalah kapasitas (smp/jam), S adalah arus jenuh (smp/jam hijau), c adalah panjang siklus (detik), dan g adalah waktu hijau (detik).

Sedangkan derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana DS adalah derajat kejenuhan, Q adalah arus lalu lintas (smp/jam), dan C adalah kapasitas (smp/jam).

- f. Tundaan yaitu waktu tambahan yang diperlukan untuk melalui persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui persimpangan. Tundaan pada persimpangan terdiri atas dua komponen yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG), menggunakan rumus:

$$DJ = DTj + DGj \dots\dots\dots (7)$$

Dimana DJ adalah tundaan rata-rata pendekat j (detik/smp), DTj adalah tundaan lalu lintas rata-rata pendekat j (detik/smp), dan DGj adalah tundaan geometrik rata-rata pendekat.

- g. Kendaraan Terhenti (NS), Angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis stop simpang. Dihitung dengan rumus:

$$S = 0,9 \cdot \frac{NQ}{N.c} \cdot 3600 \dots\dots\dots (8)$$

Jumlah kendaraan terhenti (Nsv):

$$Nsv = Q \cdot NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (9)$$

Laju henti untuk seluruh simpang:

$$NS_{Total} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{Total}} \dots\dots\dots (10)$$

- h. Hambatan Samping adalah dampak dari kinerja lalu lintas dari aktivitas samping segmen jalan seperti pejalan kaki (bobot 0,5), kendaraan umum/kendaraan lain berhenti (bobot 1,0), kendaraan masuk/keluar sisi jalan (bobot 0,7), dan kendaraan lambat (bobot 0,4) (MKJI,1997:5-39).
- i. Waktu Siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal dari awal waktu hijau sampai waktu hijau berikutnya (Departemen PU, 1997). Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap dihitung dengan rumus:

$$Cua = (1,5 \cdot Lti + 5) / (1 - Ifr) \dots\dots\dots (11)$$

Dimana Cua adalah panjang Siklus (detik), Lti adalah jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik), dan Ifr adalah rasio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh, arus/arus jenuh. Waktu siklus yang didapat kemudian disesuaikan dengan waktu siklus yang direkomendasikan seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1.
Waktu Siklus yang Disesuaikan

No.	Type Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (detik)
1.	2 Phase	40 - 80 detik
2.	3 Phase	50 - 100 detik
3.	4 Phase	80 - 130 detik

Sumber: Departemen P.U. Tahun 1997

- j. Tingkat Pelayanan Persimpangan adalah suatu ukuran kualitatif yang memberikan gambaran dari pengguna jalan mengenai kondisi lalu lintas aspek dari tingkat pelayanan dapat berupa kecepatan dan waktu tempuh, kepadatan, tundaan kenyamanan, keamanan, dan lain-lain. (Jaya Aryadi I Putu, dkk, 2013). Pada analisis kapasitas didefinisikan enam tingkat pelayanan, yang terbaik adalah pelayanan A, sedangkan tingkat pelayanan terburuk adalah F. Hubungan tundaan (*delay*) dengan tingkat pelayanan.

- k. *Area Traffic Control System* (ATCS) adalah sistem pengendalian lalu lintas berbasis teknologi informasi pada suatu kawasan yang bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja jaringan jalan melalui optimasi dan koordinasi pengatur lampu lalu lintas di setiap persimpangan, atau sistem pengendalian lampu lalin (APILL) secara terpusat dimana seluruh unsur APILL dihubungkan dengan saluran komunikasi antara *controller* di lapangan dengan komputer di pusat pengatur atau *Central Control System Room*. ATCS mempunyai sistem operasi menggunakan *server*, *work station*, yang berfungsi sebagai pusat operasional untuk memonitor dan mengontrol kondisi lalu lintas dari seluruh persimpangan dalam satu area, *wall map*, yang berfungsi menyediakan informasi status dan kondisi dari local controller, *Local controller* (pengontrol persimpangan), *Video surveillance* (CCTV), *vehicle detector*. Sedangkan ATCS berfungsi untuk mengatur waktu sinyal di persimpangan secara responsif dan terkoordinasi, dalam kondisi tertentu memberikan waktu hijau pada kendaraan yang memiliki prioritas seperti ambulance, tamu kenegaraan, dan lain-lain, menyampaikan informasi kondisi lalin dan alternatif lintasan, menyediakan rekaman data lalu lintas, kejadian kecelakaan dan kejadian lainnya di persimpangan. ATCS bermanfaat bagi lancarnya lalu lintas, adapun manfaat ATCS yakni optimalnya kinerja jaringan jalan, terwujudnya sistem lalu lintas dan angkutan jalan yang aman, selamat dan berwawasan lingkungan, berkurangnya jumlah dan beban petugas pengatur lalu lintas di persimpangan.

1. Cara Kerja *Area Traffic Control System* (ATCS). Cara kerja ATCS berdasarkan distribusi kepadatan, sistem ini mengontrol lampu lalu lintas otomatis dengan menggunakan kamera berbasis *micro controller* yang bekerja menggunakan

lampu lalu lintas secara *default control*, yaitu searah dengan arah jarum jam. Jika PC terkoneksi dengan *micro controller*, maka *micro controller* mengirimkan informasi jalur mana yang lampu hijau akan menyala. Apabila tidak ada koneksi antara PC dan Mikro kontroler, maka penyalan lampu hijau adalah 6 detik. Pada umumnya arah perpindahan lampu lalu lintas dapat diatur sesuai dengan arah jarum jam (*clock wise*) atau berlawanan arah jarum jam (*counter clock wise*). Lampu lalu lintas bekerja secara bergantian pada tiap jalur sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan urutan menyala lampu hijau, kuning dan merah.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Panjang Jalan

Untuk memperlancar kegiatan perekonomian dan memudahkan mobilitas penduduk serta memperlancar lalu lintas angkutan barang dari satu daerah ke daerah lainnya Kota Balikpapan saat ini memiliki Panjang jalan negara pada tahun 2016 mencapai 32,85 km, jalan provinsi 45,659

km, dan jalan yang dikuasai pemerintah kota 505,33 km. Jumlah tersebut tidak mengalami banyak perubahan dari tahun sebelumnya untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

B. Jumlah Kendaraan Bermotor

Berdasarkan data dari Direktorat Lalu Lintas Polda Kalimantan Timur pada tahun 2017 jumlah kendaraan berdasarkan jenisnya di katagorikan menjadi lima jenis antara lain mobil penumpang, mobil bus, mobil barang, sepeda motor dan kendaraan khusus untuk lebih jelaskanya seperti terlihat dalam **Tabel 3**.

C. Kondisi Eksisting Simpang Tugu KB

Kondisi Eksisting Simpangan Tugu KB yang terletak di Kota Balikpapan Kalimantan Timur memiliki tiga Lengan arah utara adalah Jl Syarifuddin Yoes dengan jumlah arus lalu lintas belok kiri dan belok kanan sebanyak 8.985 kendaraan smp/jam, Jl. Marsma Iswahyudi arah timur lurus dan belok kanan sebanyak 3.325,4 kendaraan smp/jam dan arah barat belok kiri dan lurus sebanyak 3.932,3 kendaraan smp per jam. **Gambar 1** menyajikan kondisi eksisting Simpang Tugu KB.

Tabel 2.
Panjang Jalan Nasional, Provinsi, dan Kota di Kota Balikpapan Menurut Keadaan (Km) Tahun 2015-2016

No.	Keadaaan	Jalan Nasional		Jalan Provinsi		Jalan Kota	
		2015	2016	2015	2016	2015	2016
A.	Jenis Permukaan						
1.	Aspal	32,85	32,85	45,159	45,159	453,58	454,18
2.	Kerikil	-				10,85	10,85
3.	Tanah	-				24,45	24,45
4.	Tidak dirinci (rigid/beton)	-		0,5	0,5	15,25	15,85
	Jumlah	32,85	32,85	45,659	45,659	504,13	505,33
B.	Kondisi Jalan						
1.	Baik	31,36	31,36	38,159	38,159	403,48	403,53
2.	Sedang	1,2	1,2	4	4	82,34	82,75
3.	Rusak	0,265	0,265	2,5	2,5	2,47	3,914
4.	Rusak berat	0,025	0,025	1	1	15,84	15,136
	Jumlah	32,85	32,85	45,659	45,659	504,13	505,33
C.	Kelas Jalan						
1.	Kelas I	-	-	-	-	-	-
2.	Kelas II	-	-	-	-	-	-
3.	Kelas III	32,85	32,85	45,659	45,659	504,13	505,33
4.	Kelas III A	-	-	-	-	-	-
5.	Kelas III B	-	-	-	-	-	-
6.	Kelas III C	-	-	-	-	-	-
7.	Kelas tidak dirinci	-	-	-	-	-	-
	Jumlah	32,85	32,85	45,659	45,659	504,13	505,33

Sumber: Bidang Bina Marga, Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan Tahun 2017

Tabel 3.
Banyaknya Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Kendaraan (Unit) di Kota Balikpapan Tahun 2017

No.	Jenis Kendaraan	Bukan Umum	Umum	Dinas	Jumlah
A. Mobil Penumpang					
1.	Sedan	8.001	2.226	1.291	11.518
2.	Station Wagon	28.002	4.712	2.134	34.848
3.	Mini bus	1.854	1.962	755	4.571
4.	Jeep	9.894	1.831	2.246	13.971
5.	Lain-lain	426	131	125	682
B. Mobil Bus					
1.	Bus	827	388	150	1.365
2.	Mikro bus	12.169	382	473	13.024
3.	Bus bertingkat	0	0	0	0
4.	Lain-lain	16	120	19	155
C. Mobil Barang					
1.	Pick up	14.365	1.154	1.586	17.105
2.	Deliver Van	1.833	774	514	3.121
3.	Truk	9.502	3.810	1.624	14.936
4.	Tangki	5.198	1.108	604	6.910
5.	Double cabin	2.988	1.158	922	5.068
6.	Lain-lain	253	32	52	337
D. Sepeda Motor					
1.	Sepeda motor solo	373.815	6.661	7.508	387.984
2.	Sepeda motor dengan kereta samping	986	554	497	2.037
3.	Sepeda motor roda tiga	0	0	0	0
4.	Scooter	6.230	4.835	3.347	14.412
5.	Trail	30.378	4.958	3.616	38.952
6.	Lain-lain	378	199	276	853
E. Kendaraan Khusus					
1.	Mobil pemadam kebakaran	133	125	133	391
2.	Mobil ambulance	195	84	90	369
3.	Mobil jenazah	93	96	40	229
4.	Fork lift	45	50	43	138

Sumber: Direktorat Lalu Lintas Polda Kaltim Tahun 2017

D. Data Pergerakan Arus Lalu Lintas

Pergerakan arah arus lalu lintas di Simpang Tugu KB Kota Balikpapan sebagai berikut:

1. Jl. Syarifuddin Yoes arah belok kiri langsung dan arah belok kanan memiliki lebar 13 meter dan lebar per lajur 6,50 meter, memiliki median jalan, hambatan samping rendah, dan tipe lingkungan komersil.
2. Jl. Masma Iswahyudi Timur arah lurus dan arah belok kanan memiliki lebar 11,50 meter dan lebar per lajur 5,75 meter, memiliki median jalan, hambatan samping rendah, dan tipe lingkungan komersil.
3. Jl. Masma Iswahyudi Barat arah belok kiri langsung dan arah lurus memiliki lebar 12,50 meter dan lebar per lajur 6,25 meter, memiliki median jalan, hambatan samping rendah, dan tipe lingkungan komersil.

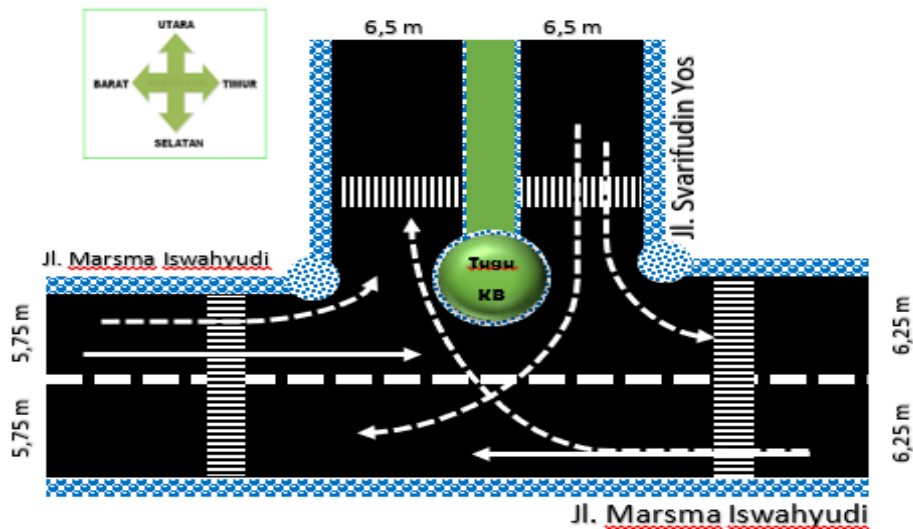
Untuk mengetahui lebih rinci pergerakan arus lalu lintas terlihat pada **Tabel 4.**

E. Rekapitulasi Arus Lalu Lintas

Pergerakan arus lalu lintas di masing-masing kaki Simpang Tugu KB Per 2 Jam sebagai berikut;

1. Jl Syarifuddin Yoes belok kiri terpadat pada pukul 06.00-08.00 sebanyak 2642 smp/jam, sedangkan untuk belok kanan terpadat pukul 16.00-18.00 sebanyak 1090
2. Jl. Marsma Iswahyudi Timur belok kanan terpadat pada pukul 16.00-18.00 sebesar 1486,7, sedangkan arah lurus terpadat pada pukul 16.00-18.00 sebesar 1597,9
3. Jl Marsma Iswahyudi Barat belok kiri terpadat pada pukul 16.00-18.00 sebesar 1657,3, sedangkan arah lurus terpadat pada pukul 16.00-18.00 sebesar 3396,5

Untuk mengetahui lebih rinci rekapitulasi arus lalu lintas terlihat pada **Tabel 5.**



Sumber: Hasil Analisis Puslitbang Transportasi Jalan dan Perkeretaapian Tahun 2018

Gambar 1. Kondisi Eksisting Simpang Tugu KB di Kota Balikpapan.

Tabel 4.
Pergerakan Arus Lalu Lintas

Jenis Data	Jl. Syarifuddin Yoes	Jl. Marsma Iswahyudi Timur	Jl. Marsma Iswahyudi Barat
Tipe Simpang	13,00 meter	11,50 meter	12,50 meter
Lebar Lajur	6,50 meter	5,75 meter	6,25 meter
Arah Pergerakan Arus	Arah belok kiri langsung (LTOR) dan Arah belok kanan (RT)	Arah lurus (ST) dan Arah belok kanan (RT)	Arah belok kiri Langsung (LTOR) dan Arah lurus (ST)
Median Jalan	Ya	Ya	Ya
Hambatan Samping	Rendah	Rendah	Rendah
Tipe Lingkungan	Com	Com	Com
Ukuran Kota		1.1 Juta Jiwa	
Jarak Parkir	-	-	-
Rambu-rambu	Dilarang parkir, dilarang putar balik, dilarang berhenti	Dilarang parkir, dilarang putar balik, dilarang berhenti	Dilarang parkir, dilarang putar balik, dilarang berhenti

Sumber: Hasil Penqolahan Data Puslitbang Transportasi jalan dan Perkeretaapian Tahun 2018

F. Perilaku Lalu Lintas di Simpang Tugu KB

1. Derajat Kejenuhan (DS)

Penghitungan derajat kejenuhan pada Simpang Tugu KB dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Dari hasil perhitungan, derajat kejenuhan untuk Jalan Syarifudi Yoes adalah 0,69, Jl. Marsma Iswahyudi Timur 0,60 dan Jl. Marsma Iswahyudi Barat 0,65.

2. Jumlah Antrian (NQ)

Jumlah antrian smp yang tersisa dari waktu hijau sebelumnya (NQ1) digunakan rumus seperti yang tercantum, seperti pada **Tabel 7**.

3. Panjang Antrian (QL)

Untuk menghitung panjang antrian kendaraan di hitung dengan menggunakan rumus:

$$QL = \frac{(NQMAX \times 20)}{W_{Masuk}} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana QL adalah panjang antrian (m), NQMAX adalah jumlah antrian yang disesuaikan (smp), 20 adalah asumsi luas rata-rata yang dipergunakan per smp, dan W_{MASUK} adalah lebar pendekat masuk

Berikut ini adalah penghitungan panjang antrian kendaraan dengan menggunakan 4 fase (**Tabel 8**).

Pada persimpangan Tugu KB diketahui hasil panjang antrian kendaraan yang terjadi pada Jl. Syarifuddin Yoes utara sepanjang 154 meter, Jl. Marsma Iswahyudi timur 152 dengan panjang antrian sepanjang 182 Meter, Jl. Marsma Iswahyudi barat.

Tabel 5.
Arus Lalu Lintas di masing-masing Kaki Simpang

Arah	Waktu	Belok Kiri	Belok Kanan	Lurus
Jl. Syarifuddin Yoes	06.00-08.00	783.0	357.5	
	12.00-14.00	1657.7	1061.0	
	16.00-18.00	3696.4	1657.3	
Jl. Marsma Iswahyudi Timur	06.00-08.00		1249.3	588.5
	12.00-14.00		942.7	883.5
	16.00-18.00		3696.4	1657.3
Jl. Marsma Iswahyudi Barat	06.00-08.00	2191.8		1214.0
	12.00-14.00	1657.7		1061.0
	16.00-18.00	3696.4		1657.5

Sumber: Hasil Pengolahan Data Puslitbang Transportasi jalan dan Perkeretaapian Tahun 2018

Tabel 6.
Derajat Kejenuhan pada Simpang Tugu KB

No.	Lengan Simpang	Pendekat	Arus Q (Smp/Jam)	Kapasitas	Derajat Kejenuhan (DS)
1.	Jl. Syarifuddin Yoes	Utara	955	1379	0,69
2.	Jl. Marsma Iswahyudi	Timur	598	988	0,60
3.	Jl. Marsma Iswahyudi	Barat	872	1334	0,65

Sumber: Hasil Analisis Puslitbang Jalan dan Perkeretaapian, 2018

Tabel 7.
Jumlah Antrian pada Simpang Tugu KB

No.	Lengan Simpang	Pendekat	Kapasitas/C (Smp/Jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	Antrian/NQ1 (smp/jam)
1.	Jl. Syarifuddin Yoes	Utara	1379	0,69	5
2.	Jl. Marsma Iswahyudi	Timur	988	0,60	5
3.	Jl. Marsma Iswahyudi	Barat	1334	0,65	5

Sumber: Hasil Analisis Puslitbang Jalan dan Perkeretaapian, 2018

Tabel 8.
Penghitungan Panjang Antrian Kendaraan

No.	Kaki Simpang	Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif We (m)	Panjang Antrian QL (m)
1.	Jl. Syarifuddin Yoes	Utara	50	6,50	154
2.	Jl. Marsma Iswahyudi	Timur	34,2	4,50	152
3.	Jl. Marsma Iswahyudi	Barat	43,2	4,75	182

Sumber: Hasil Analisis Puslitbang Jalan dan Perkeretaapian Tahun 2018

4. Tundaan (D)

Rata-rata tundaan di Simpang Tugu KB, terlihat sesuai **Tabel 9**.

Dalam PM 96 Tahun 2015 disebutkan bahwa tingkat pelayanan persimpangan pada ruas jalan arteri primer sekurang-kurang adalah B. Nilai tundaan rata-rata simpang pada Simpang Tugu KB Kota Balikpapan berdasarkan hasil analisis adalah sebesar 21,88 detik/kendaraan. Dengan demikian, maka tingkat pelayanan pada simpang

ini belum memenuhi dengan standar, yaitu sebesar 5 s/d. 15 detik per kendaraan. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimisasi *cycle time* pada jam puncak eksisting

G. Strategi Optimisasi Kinerja Area Traffic Control System (ATCS)

Strategi yang dilakukan untuk mengoptimasi kinerja Simpang Tugu KB di Kota Balikpapan yang telah terpasang ATCS adalah sebagai berikut:

Tabel 9.
Rata-rata Tundaan di Simpang Tugu KB

No.	Lengan Simpang	Pendekat	Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata/DG (detik/smp)	Tundaan Geometrik Rata-Rata/DT (detik/smp)	Tundaan Rata-Rata/D=DT+DG (detik/smp)	Tundaan Total/DxQ (smp/detik)
1.	Jl. Syarifuddin Yoes	Utara	39,6	4,5	44,2	42170
2.	Jl. Marsma Iswahyudi	Timur	44,0	4,9	48,9	29238
3.	Jl. Marsma Iswahyudi	Barat	33,6	5,1	38,7	33788
Tundaan Simpang rata-rata (detik/smp)						21,88

Sumber: Hasil Analisis Puslitbang Jalan dan Perkeretaapian, Tahun 2018

Tabel 10.
Optimasi Cycle Time di Simpang Tugu KB

Fase Simpang Tugu KB-Before						Fase Simpang Tugu KB-After				
Urutan	Hijau	Kuning	Merah	Cycle	Offset	Hijau	Kuning	Merah	Cycle	Offset
Utara	25	2	3	100	38	30	2	3	100	38
Timur	25	2	3			20	2	3		
Barat	35	2	3			35	2	3		

Sumber: Hasil Analisis, 2018

1. Pengaturan siklus pergantian lampu lalu lintas (*cycle time*) karena terjadi kepadatan kendaraan yang melewati simpang sehingga mampu mengurai kepadatan kendaraan yang terjadi (**Tabel 10**).
2. Penerapan *yellow box junction* (YBJ) untuk mencegah agar arus lalu lintas di persimpangan tidak terkunci saat kepadatan terjadi.
3. Melakukan pelebaran jalan khususnya untuk Jl. Syarifuddin Yoes agar kapasitasnya mampu menampung volume kendaraan yang melintas sehingga memenuhi persyaratan tundaan di jalan arteri primer, yaitu antara 5-15 detik per kendaraan dengan tingkat pelayanan simpang minimum B.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah kondisi eksisting Simpang Tugu KB yakni Tundaan Simpang Tugu KB rata-rata selama 21,88 detik/smp sehingga termasuk dalam kategori tingkat pelayanannya C dan Kendaraan rata-rata stop/smp sebesar 0,71/smp. Strategi yang dilakukan untuk mengoptimisasi kinerja simpang yang telah terpasang ATCS di Kota Balikpapan meliputi pengaturan siklus pergantian lampu lalu lintas (*cycle time*) karena terjadi kepadatan kendaraan yang melewati simpang sehingga mampu mengurai kepadatan kendaraan

yang terjadi dan penerapan *yellow box junction* (YBJ) untuk mencegah agar arus lalu lintas di persimpangan tidak terkunci saat kepadatan terjadi.

V. Saran

Beberapa saran untuk perbaikan adalah sebagai media informasi lalu lintas bagi para pengguna jalan, maka pengendalian simpang dengan sistem APILL terkoordinasi (ATCS) di Kota Balikpapan perlu dilengkapi dengan, *Display Information System* (DIS), *Variable Message Sign* (VMS) dan alat pemantau kecepatan dan volume lalu lintas. Dinas Perhubungan Kota Balikpapan perlu memperluas pemasangan *Area Traffic Control System* (ATCS) pada simpang prioritas lainnya guna mengurangi potensi kemacetan dan meningkatkan kinerja lalu lintas akibat peningkatan volume kendaraan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Perhubungan Kota Balikpapan, Icdha Maulidya ST. MT. dan Siti Nur Fadlilah Almunawaroh, ST., MT. yang telah memberikan bimbingan, arahan, dengan sabar dan kritis terhadap berbagai permasalahan dan selalu mampu memberikan motivasi bagi penulis, Rida Zakiyah yang telah membantu dalam pengumpulan data dalam penelitian ini sehingga karya tulis ilmiah ini dapat diselesaikan.

Daftar Pustaka

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Hobbs. F. D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. Edisi ke-2 (Terjemahan)*. Yogyakarta: Gajah Mada Universitas Press.
- Jauwahir (2000). *Analisis panjang antrian Jalan Kolonel Sugiono dan Jalan Sisingamangaraja, Yogyakarta*. Tugas Sarjana Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Jaya Wikrama, A.A.N.A. 2011. *Analisis Kinerja Simbang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat-Jalan Gunung Salak)*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 15, No. 1, Januari 2011: 58-71. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article>.
- Morlok, Edward K. 1988. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Tamin, OZ. 2008. *Perencanaan, Pemodelan, & Rekayasa Transportasi: Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Wishnukoro. 2008. *Analisis Simbang Empat Bersinyal Dengan Menggunakan Manajemen Lalu Lintas*. Tugas Akhir. JTS, FTSPUII, Yogyakarta.
- Aryadi Jaya, I Putu., Alit Suthanaya, Putu, Priyantha W, Dewa. 2013. *Analisis Kinerja Simbang Dan Pembebanan Ruas Jalan Pada Pengelolaan Lalu Lintas Dengan Sistem Satu Arah (Studi kasus Jalan Tukad Pakerisan, - Jalan Tukad Yeh Aya, - Jalan Tukad Batanghari, - Jalan Tukad Barito)*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil, Volume 2, No. 1, Pebruari 2013: V1-V8. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jieits/article>.