

**MIKROSIMULASI LALU LINTAS PADA PERLINTASAN SEBIDANG DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM PTV VISSIM
(STUDI KASUS: JALAN NURTANIO – JALAN ABDUL RAHMAN SALEH -
BANDUNG)**

Irvan Budi Wicaksono^{1*}, An An Anisarida²

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Winaya Mukti
Jl. Pahlawan No 69, Bandung

*Email: irvan.ibe@gmail.com

ABSTRACT

Bandung is the largest metropolitan city in West Java Province and serves as its provincial capital. One of the locations where vehicle queues or traffic congestion occur is at the level crossings between the highway and railway tracks, including the direct crossing (JPL) at Andir on L.M.U Nurtanio Street - Abdul Rahman Saleh Street. The purpose of this research is to assess the performance of the existing road section, simulate it using the PTV VISSIM program, and find alternative solutions to the identified problems. In this study, primary data was obtained through direct field measurements, including vehicle volume, queue length, and road geometry data. Additionally, secondary data on the number of trains passing through the crossing was obtained from PT Kereta Api Indonesia. The PTV VISSIM program used in this analysis is a student-licensed program, which implies limitations and simplifications in the analysis. The performance calculation of the road section yielded a degree of saturation (Ds) value of 0.73 for L.M.U Nurtanio Street and 0.77 for Abdul Rahman Saleh Street. According to the road service levels set by the government, both roads fall under service level C. The PTV VISSIM modeling results indicated a queue length of 66.59 m for L.M.U Nurtanio Street and 105.18 m for Abdul Rahman Saleh Street.

Keywords: Bandung City, Level Crossing, PTV VISSIM,

ABSTRAK

Kota Bandung merupakan kota metropolitan terbesar di Provinsi Jawa Barat, dan menjadi ibu kota provinsi tersebut. Salah satu lokasi terjadinya antrean kendaraan atau kemacetan adalah akses dengan perlintasan sebidang antara jalan raya dengan jalur rel kereta api, salah satunya jalur perlintasan langsung (JPL) Andir yang berada di Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kinerja ruas jalan eksisting, lalu mensimulasikannya dengan menggunakan program PTV VISSIM dan mencari alternatif solusi untuk permasalahan tersebut. Dalam studi ini, diperoleh data primer dengan cara pengukuran langsung di lapangan, berupa volume kendaraan, panjang antrean, dan data geometri jalan. Selain itu didapatkan pula data sekunder berupa jumlah kereta api yang melintasi perlintasan tersebut dari PT Kereta Api Indonesia. Program PTV VISSIM yang digunakan adalah program dengan lisensi pelajar, sehingga terdapat keterbatasan dan penyederhanaan dalam analisisnya. Dari hasil perhitungan kinerja ruas jalan, didapatkan nilai derajat kejenuhan (Ds) untuk Jalan L.M.U Nurtanio sebesar 0,73 dan untuk Jalan Abdul Rahman Saleh sebesar 0,77. Sesuai dengan tingkat pelayanan jalan yang ditetapkan oleh pemerintah, kedua jalan tersebut memiliki tingkat pelayanan jalan tipe C. Dari hasil pemodelan PTV VISSIM didapatkan panjang antrean untuk Jalan L.M.U Nurtanio sebesar 66,59 m, dan Jalan Abdul Rahman Saleh sebesar 105,18 m.

Kata kunci: Kota Bandung, Perlintasan Sebidang, PTV VISSIM

1. PENDAHULUAN

Penyebab kemacetan di Kota Bandung salah satunya adalah kapasitas jalan. Kapasitas jalan merupakan kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tersebut dalam satu jam (kend/jam), atau dengan mempertimbangan berbagai jenis kendaraan yang melewati ruas jalan digunakan satuan mobil penumpang sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas, sehingga kapasitas menggunakan satuan satuan mobil penumpang per jam atau (smp)/jam. Kemacetan terjadi akibat arus lalu lintas yang melampaui kapasitas ruas jalan tersebut. Hal ini banyak terjadi di ruas-ruas jalan Kota Bandung.

Salah satu lokasi terjadinya antrean kendaraan atau kemacetan adalah akses dengan perlintasan sebidang antara jalan raya dengan jalur rel kereta api. Antrean tersebut umumnya terjadi karena kendaraan menunggu agar dapat melintasi persilangan sebidang tersebut. Menurut Humas Wilayah Edan Sepur Bandung, peningkatan pelanggaran ini terjadi di 4 Perlintasan Sebidang dengan Peringkat Pertama di JPL Andir naik 36,2% di susul dengan JPL Laswi naik 35,2%, kemudian JPL Kiaracondong naik 20%, dan JPL Cikudapateuh naik 12,6%. Hanya JPL Cimindi saja yang mengalami penurunan yaitu sebanyak 20,8%. (Abdullah Putra Gandhara, 2022).

1.1 Latar Belakang

Kota Bandung merupakan salah satu kota metropolitan terbesar di Provinsi Jawa Barat, dan menjadi ibu kota provinsi tersebut. Pertumbuhan jumlah penduduk di suatu kota dapat menjadi salah satu penyebab meningkatnya jumlah kendaraan di kota tersebut. Penduduk Kota Bandung Tahun 2021 berdasarkan hasil Sensus Penduduk tahun 2021 sebanyak 2.464.160 jiwa, dengan laju pertumbuhan penduduk di Kota Bandung pada tahun 2010 – 2021 sebesar 0,21% (BPS, 2021.). Pertumbuhan penduduk mengakibatkan meningkatnya kegiatan transportasi yang menggunakan kendaraan bermotor di Kota Bandung. Jumlah kendaraan yang terlampaui banyak tidak dapat ditampung oleh ruas jalan yang ada, sehingga menyebabkan antrean kendaraan atau kemacetan.

Salah satu lokasi terjadinya antrean kendaraan atau kemacetan adalah akses dengan perlintasan sebidang antara jalan raya dengan jalur rel kereta api. Antrean tersebut umumnya terjadi karena kendaraan menunggu agar dapat melintasi persilangan sebidang tersebut. Menurut Humas Wilayah Edan Sepur Bandung, peningkatan pelanggaran ini terjadi di 4 Perlintasan Sebidang dengan Peringkat Pertama di JPL Andir naik 36,2% di susul dengan JPL Laswi naik 35,2%, kemudian JPL Kiaracondong naik 20%, dan JPL Cikudapateuh naik 12,6%. Hanya JPL Cimindi saja yang mengalami penurunan yaitu sebanyak 20,8%. (Abdullah Putra Gandhara, 2022).

Berdasarkan data tersebut perlintasan sebidang diruas Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh menjadi peringkat pertama pelanggaran lalu lintas. Panjang antrean kendaraan yang panjang, lama tundaan perjalanan yang lama, dan kemacetan mengakibatkan waktu perjalanan semakin bertambah. Untuk meningkatkan pelayanan di perlintasan sebidang tersebut perlu dilakukan evaluasi, analisis dan juga pemodelan perlintasan sebidang di Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh menggunakan program PTV VISSIM. PTV VISSIM adalah jenis perangkat lunak untuk pemodelan lalu lintas mikroskopis, program PTV VISSIM dapat memudahkan dalam menganalisis lalu lintas secara keseluruhan dikarenakan dapat memberi gambaran mengenai kondisi lapangan dalam bentuk simulasi 2D dan 3D.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang permasalahan diatas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat pelayanan (*Level of Service*) lalu lintas pada perlintasan sebidang rel kereta api Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh?
2. Bagaimana pemodelan lalu lintas kondisi eksisting pada perlintasan sebidang Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh?
3. Bagaimana solusi penyelesaian masalah pada perlintasan sebidang Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting pada perlintasan sebidang Jalan L.M.U Nurtanio– Jalan Abdul Rahman Saleh.
2. Mensimulasikan kondisi lalu lintas pada perlintasan sebidang Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM.
3. Mencari alternatif solusi untuk mengurangi permasalahan pada perlintasan sebidang Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, perlu adanya batasan penelitian. Penelitian ini membahas tentang pemodelan lalu lintas perlintasan sebidang, yang meliputi:

1. Perlintasan sebidang yang ditinjau adalah perlintasan sebidang Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh, Kota Bandung.
2. Pengambilan data dilakukan selama 7 hari, mulai dari hari Jumat sampai dengan hari Jumat di minggu selanjutnya.
3. Data geometrik merupakan data primer dengan pengukuran langsung di lapangan.
4. Program yang digunakan adalah *PTV Vissim* lisensi pelajar, sehingga dilakukan penyederhanaan dalam melakukan pemodelan
5. Analisis tidak dilakukan pada kendaraan yang melanggar arus lalu lintas.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat. Beberapa manfaat tersebut antara lain:

1. Manfaat secara teoritis
Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat terhadap perkembangan teori dan ilmu pengetahuan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu penelitian yang menambah disiplin ilmu terkait evaluasi kinerja ruas jalan.
2. Manfaat secara praktis
 - a. Dapat mengetahui kinerja ruas Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh, serta memberikan solusi penyelesaian masalah pada ruas jalan tersebut.
 - b. Dapat memberikan masukan bagi pemerintah terkait untuk memperbaiki atau meningkatkan infrastruktur yang berguna bagi kesejahteraan masyarakat.
 - c. Penulis dapat memiliki pengalaman dalam mengevaluasi kinerja jalan di suatu kota serta dapat meningkatkan kemampuan penulis dalam menganalisis data.

1.6. Sistematika Penyusunan

Laporan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab, yang tiap babnya dibagi menjadi beberapa pokok bagian yang masing-masing diuraikan kembali. Hal ini dimaksudkan agar masalah yang dibahas dapat tersusun secara sistematis serta mudah dimengerti dan dipahami. Sistematika dalam penulisan laporan ini terdiri dari 5 (lima) bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah serta sistematika dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian tentang teori-teori yang mendukung tema yang dibahas, berasal dari buku-buku, maupun dari tulisan-tulisan lainnya yang mendukung dalam analisa tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang kerangka pikir (*flowchart*), lokasi penelitian, waktu penelitian, dan metode analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini.

BAB IV BAHASAN DAN ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang pengumpulan data, analisa data, dan kesimpulan hasil analisa data.

BAB V PENUTUP

Bab ini adalah bagian akhir, yang berisi bab penutup dari penelitian ini. Dalam bab ini disampaikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang ditulis sekaligus dipergunakan untuk menjawab permasalahan yang dibahas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Jalan di daerah perkotaan mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan. Jalan di pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 jiwa selalu digolongkan dalam kelompok ini, jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 jiwa juga digolongkan dalam kelompok ini. (PKJI, 2023).

2.1.1 Pengelompokan Jalan Menurut Fungsi

Jalan umum menurut fungsinya berdasarkan (Undang-Undang No 38 Tahun 2004) pada Pasal 8 tentang jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2.1.2 Pengelompokan Jalan Menurut Kelas

Berdasarkan kelasnya, jalan dibagi menjadi beberapa kelompok kelas, yaitu:

- a) Jalan kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan, muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton;
- b) Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan, muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton;
- c) Jalan kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan muatan sumbu terberat pada kendaraan yang diizinkan lebih besar dari 8 ton;
- d) Jalan kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan untuk kendaraan lebih besar dari 8 ton;
- e) Jalan kelas III C, yaitu jalan arteri lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 8 ton;

2.1.3 Pengelompokan Jalan Berdasarkan Status

Pengelompokan jalan digunakan untuk mewujudkan kepastian hukum penyelenggaraan jalan, sesuai dengan kewenangan pemerintah dan pemerintah daerah. Jalan menurut statusnya di dalam Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 dikelompokkan menjadi jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

- a) Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

- b) Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- c) Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal di wilayah, serta jalan dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah tersebut.
- d) Jalan kota, adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota
- e) Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.2 Kinerja Lalu Lintas

Kinerja ruas jalan merupakan suatu pengukuran kuantitatif yang menggambarkan kondisi tertentu yang terjadi pada suatu ruas jalan. Kinerja ruas jalan dapat didefinisikan sebagai, sejauh mana kemampuan sebuah jalan dalam menjalankan fungsinya, di mana menurut PKJI 2023 yang digunakan sebagai parameter penilaiannya adalah Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation, D_s). Pedoman Kapasitas Jalan 2023 menjelaskan mengenai tingkat pelayanan jalan dapat juga dihitung berdasarkan batas lingkup VCR (*Volume Capacity Ratio*) di ruas jalan tersebut. Dalam menilai suatu kinerja jalan, dapat ditinjau dari kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu perjalanan, lama tundaan dan panjang antrean dengan suatu kajian mengenai kinerja ruas jalan.

Berdasarkan Peraturan Menteri tentang tingkat pelayanan jalan, digambarkan antara hubungan tingkat pelayanan, kecepatan dan derajat kejenuhannya seperti tabel di bawah ini.

Tabel 2. 1 Tingkat Pelayanan Jalan		
Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasional Terkait	V/C
A	Arus bebas, Kecepatan perjalanan rata-rata > 80 Km/jam, Load faktor pada simpang = 0	$\leq 0,6$
B	Arus stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d > 40 Km/jam, Load faktor < 0,1	$\leq 0,7$
C	Arus stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d > 30 Km/jam, Load faktor < 0,3	$\leq 0,8$
D	Mendekati arus tidak stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d > 25 Km/jam, Load faktor < 0,7	$\leq 0,9$
E	Arus tidak stabil, terhambat, dengan tundaan yang tidak dapat ditolerir, Kecepatan perjalanan rata-rata sekitar 25 Km/jam, Volumennya pada kapasitas, Loadfaktor pada simpang < 1	≤ 1
F	Arus tertahan, macet, Kecepatan perjalanan rata-rata < 15 Km/jam, simpang jenuh	>1

2.2.1 Volume Lalu Lintas

Volume merupakan parameter jumlah dari arus lalu lintas. Volume lalu lintas menggambarkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satuan waktu. Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar jalan yang lebih besar, sehingga tercipta keamanan dan kenyamanan.

Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHRT) merupakan volume lalu lintas rata-rata dalam satuan waktu. Lalu Lintas Harian Rata-rata dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan cara memperoleh datanya, yaitu: Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT). LHR dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya Pengamatan}} \dots\dots\dots (1)$$

2.2.2 Kapasitas Jalan

Terdapat beberapa tolak ukur kapasitas yang sering digunakan, yaitu kapasitas dasar jalan dan kapasitas operasional jalan, dimana kapasitas operasional jalan adalah kapasitas dasar ruas jalan yang telah mengalami penyesuaian oleh berbagai faktor lingkungan. Beberapa konsep yang berbeda digunakan untuk mengartikan kapasitas lalu lintas kendaraan bermotor yang akan atau harus ditampung oleh jalan atau persimpangan.

Kapasitas jalan dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per satuan waktu pengamatan, normalnya (smp/jam), dengan persamaan dasar untuk penentuan kapasitas operasional jalan adalah sebagai berikut.

$$C = C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- C** = kapasitas operasional (smp/jam)
- C_o** = kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_{LJ}** = faktor penyesuaian lebar jalan
- FC_{PA}** = faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
- FC_{HS}** = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan
- FC_{UK}** = faktor penyesuaian ukuran kota

Tabel 2. 2 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C_o)

Tipe Jalan	C _o (SMP/jam)	Catatan
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	1700	Per lajur (satu arah)
2/2-TT	2800	Per jalur (2 arah)

Tabel 2. 3 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur

Tipe Jalan	L _{LE} atau L _{JE} (m)	FC _{LJ}
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	L _{LE} = 3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2-TT	L _{JE2arah} = 5,00	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

Tabel 2. 4 Faktor Koreksi Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{PA})

Pemisah Arah SP %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
Dua Lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
Empat Lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas untuk Jalan Perkotaan dengan Bahu (FC_{HS})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC _{HS}
		Lebar bahu efektif W _s

			$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
Jalan Terbagi	4/2-T, 6/2-T. 8/2-T atau Jalan satu arah	SR	1,02	1,03	1,03	1,04
		R	0,98	1,00	1,02	1,03
		S	0,94	0,97	1,00	1,02
		T	0,89	0,93	0,96	0,99
		ST	0,84	0,88	0,92	0,96
Jalan Tak Terbagi	2/2-TT	SR	1,00	1,01	1,01	1,01
		R	0,96	0,98	0,99	1,00
		S	0,90	0,93	0,96	0,99
		T	0,82	0,86	0,90	0,95
		ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas untuk Jalan Perkotaan dengan Kereb (FCHS)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang			
		Jarak kereb ke penghalang terdekat sejauh LKP (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2- T	Sangat Rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2-TT Atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Tabel 2. 7 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FCUK) pada Jalan Perkotaan

Ukuan Kota (Juta Jiwa)	Kelas Kota	Kategori Kota	Faktor Koreksi Ukuran Kota (FCUK)
<0,1	Sangat kecil	Kota Kecil	0,86
0,1-0,5	Kecil	Kota Kecil	0,90
0,5-1,0	Sedang	Kota Menengah	0,94
1,0-3,0	Besar	Kota Besar	1,00
>3,0	Sangat Besar	Kota Metropolitan	1,04

2.2.3 Kecepatan

Kecepatan merupakan salah satu parameter umum dalam menyatakan tingkat pelayanan suatu jalan atau *Level of Service* (LOS). Dalam keadaan yang lebih umum, LOS tergantung pada kombinasi kecepatan atau waktu tempuh, waktu tunggu, tarif, dan lain-lain. Kecepatan merupakan perpindahan kendaraan pada suatu ruas jalan dalam periode waktu tertentu, dengan satuan km/jam atau m/detik. Kecepatan tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik geometrik, kondisi lalu lintas, waktu, tempat, lingkungan, dan kebiasaan pengemudi.

2.2.4 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas atau FV dapat diartikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan digunakan pengendara jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa kendaraan bermotor lain di jalan. Persamaan penentuannya adalah sebagai berikut

$$FV = (FV_0 + FVW) \times FFVSF \times FFVCS \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)
 FV₀ : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati
 FVW : Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)
 FFVSF : Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu atau jarak kereb penghalan
 FFVCS : Faktor penyesuaian untuk ukuran kota

2.2.5 Panjang Antrean

Panjang antrean adalah panjang antrean kendaraan pada suatu kaki pendekat (meter) (MKJI 1997, n.d.) sedangkan Antrean sendiri dapat didefinisikan sebagai jumlah antrian kendaraan pada suatu pendekat (kendaraan, smp) (PKJI 2023, n.d.) Atau dapat disederhanakan menjadi banyaknya kendaraan yang mendekati suatu mulut simpang, diukur dari garis henti di mulut simpang hinggake ujung antrean yang dapat di ukur dalam satuan kendaraan atau satuan panjang(meter).

2.2.6 Waktu Tundaan

Tundaan adalah durasi dari beda waktu perjalanan dari suatu perjalanan, dari satu titik awal ke titik akhir dengan kondisi arus bebas dengan arus yang terhambat. Tundaan merupakan variabel yang sangat berpengaruh untuk menentukan kualitas lalu lintas. Tundaan digunakan sebagai acuan untuk menentukan tingkat kemacetan suatu lalu lintas jalan, semakin tinggi nilai durasi tundaan, maka semakin besar tingkat kemacetan pada ruas jalan tersebut.

2.2.7 Waktu Perjalanan

Waktu perjalanan merupakan waktu yang dibutuhkan suatu kendaraan untuk melewati suatu ruas jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua hambatan perjalanan (detik/smp) (PKJI 2023, n.d.)

Perhitungan waktu perjalanan dapat memberikan informasi tentang kecepatan perjalanan, jumlah kendaraan, lokasi, durasi, frekuensi, dan alasan penundaan dalam arus lalu lintas yang diamati. Tundaan sendiri dikelompokkan dalam dua macam penundaan, yaitu:

1. Tundaan Tetap (*fixed delay*), disebabkan oleh sinyal lalu lintas.
2. Tundaan Operasional (*operational delay*), disebabkan oleh gerakan lalu lintas, seperti kendaraan yang berputar, keluar masuk, parkir, penyebrang jalan, volume lalu lintas yang padat, kapasitas jalan yang tidak cukup, dan kecelakaan lalu lintas.

2.3 Karakteristik Kendaraan

Kendaraan adalah sarana lalu lintas pada moda transportasi darat yang merupakan komponen terbesar yang menggunakan jalan. Kendaraan (*vehicle*) dapat berupa kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Mempunyai variasi dan ukuran kecil sampai kendaraan besar, serta berkecepatan rendah hingga cepat dapat dilihat pada (Tabel 2.8).

Tabel 2. 8 Nilai Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Jenis Kendaraan	Nilai Satuan Mobil Penumpang
Kendaraan Sedang (KS)	1,3
Mobil Penumpang (MP)	1,0
Sepeda Motor (SM)	0,5

2.4 Perlintasan Kereta Api

Perlntasan kereta api merupakan pertemuan antara jalur kereta api dengan jalan raya. Perlntasan dapat terjadi di pedesaan ataupun perkotaan. Beberapa tiper perlntasan adalah perlntasan sebidang dan perlntasan taksebidang. Perlntasan tak sebidang adalah perlntasan antar jalur kereta api dengan jalan raya yang tidak pada satu bidang, terdapat *flyover* atau *underpass*.

2.5 Konstruksi Perlntasan Sebidang

Operator kereta api di Indonesia diselenggarakan oleh operator tunggal PT. Kereta Api Indonesia (Persero), dengan meningkatnya pengguna perjalanan kereta api, maka PT. KAI (Persero) berusaha

untuk meningkatkan keselamatan, ketepatan waktu, kemudahan pelayanan dan kenyamanan. Gangguan terhadap kelancaran angkutan penumpang atau barang sangat berpengaruh terhadap kredibilitas operator.

2.6 Perangkat Lunak PTV VISSIM

Program PTV VISSIM adalah alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, menghitung waktu sinyal, angkutan umum, serta perencanaan kota yang bersifat mikroskopis yang diterjemahkan secara visual dan dikembangkan pada tahun 1992 oleh salah satu perusahaan IT di negara Jerman (Siemens, 2012). VISSIM berasal dari kata *VerkehrStadten – Simulationsmodel* (dalam bahasa Jerman) yang artinya adalah model simulasi lalu lintas kota.

2.7 Tahap Pemodelan

Dalam melakukan simulasi dengan menggunakan VISSIM, terdapat beberapa parameter yang perlu ditentukan dan dimasukkan, agar model simulasi dapat berjalan. Parameter yang perlu diatur untuk menjalankan model simulasi adalah sebagai berikut:

1. Masukan *Background*

Background digunakan untuk mempermudah simulasi secara *offline* dengan cara input screenshot peta lokasi yang digunakan. Peta lokasi dapat diperoleh dari *google earth* atau *google maps*. Pembuatan *background* dengan mengaktifkan dari *tools background* dan mengklik kanan pada layar *vissim*.

2. Membuat jaringan jalan (*links*)

Membuat jaringan jalan menggambarkan jaringan jalan sesuai dengan keadaan yang ada di lapangan, dengan mengatur lebar dan jumlah jalur yang ada, setelah itu memasukkan *background* pada layar kerja aplikasi *vissim*. Adapun langkah pada tahap ini yaitu:

- Aktifkan *tool links*
- Klik kanan pada layar kerja aplikasi *vissim*
- Klik *add new links*
- Tentukan jumlah *lanes*
- Selesai

3. Menentukan jenis kendaraan

Menentukan jenis kendaraan dilakukan penentuan jenis kendaraan berdasarkan data pengelompokan jenis kendaraan yang lewat pada persimpangan tersebut, yaitu mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), sepeda motor (SM), dan kendaraan tidak bermotor (UM). Jika sudah ditentukan jenis kendaraannya, dilakukan penambahan nomor sesuai dengan kode yang dibuat sebelumnya dan diberi nama sesuai kebutuhan, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Distributions*
- Klik pada *Base Data*
- 2D/3D model
- Add*, tambahkan dengan sesuai jenis kendaraan yang telah dibuat
- Sesuaikan dengan jenis kendaraan

4. Menginput kecepatan kendaraan

Kecepatan kendaraan dapat ditentukan ketika pergerakan kendaraan terjadi yang telah diperoleh dari hasil survei.

5. Menginput komposisi kendaraan (*vehicle composition*)

Menginput komposisi kendaraan adalah tahapan untuk memasukkan komposisi kendaraan berdasarkan jenis kendaraan yang telah ditentukan. Jumlah kendaraan yang ada dari masing-masing jenis kendaraan diinput pada kolom *RelFlow*.

6. Menentukan rute perjalanan (*vehicle routes*)

Penentuan rute perjalanan berfungsi untuk mengatur arah pergerakan kendaraan yang akan lewat. Pengaturan rute perjalanan dapat dibuat berdasarkan yang terjadi di lapangan.

7. Menginput jumlah kendaraan

Memasukkan jumlah kendaraan dengan cara menginput data volume kendaraan yang terjadi yang telah diperoleh dari hasil survei. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Aktifkan *tools*
- b. Aktifkan *vehicle inputs*
- c. Tentukan jumlah kendaraan
8. Mengatur sinyal lalu lintas

Mengatur sinyal lalu lintas bertujuan untuk mengatur kendaraan yang lewat pada suatu ruas u-turn. Sinyal lalu lintas dapat diatur melalui signal control kemudian pilih signal controllers. Pada menu *edit signal control* digunakan untuk membuat pengaturan sinyal lalu lintas.
9. Memberi sinyal lalu lintas
10. Menjalankan simulasi.
11. Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*, hingga mencapai hasil yang mendekati data observasi. Nilai parameter pengemudi dapat diubah sesuai dengan perkiraan kondisi lapangan yang berlaku. Beberapa parameter dalam proses kalibrasi adalah sebagai berikut:

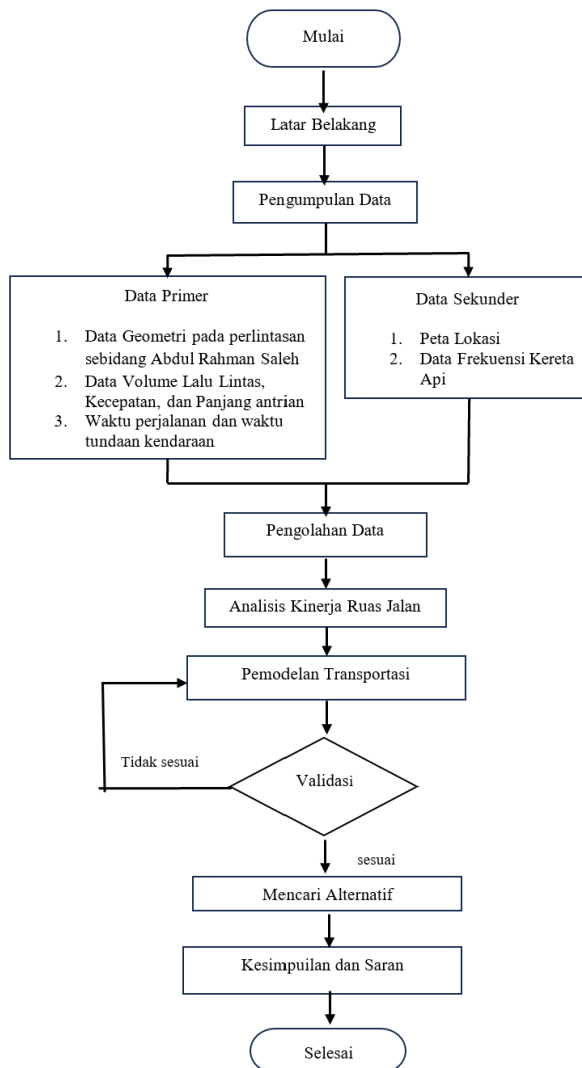
 - a. *Desired position at free flow*, yaitu keberadaan/posisi kendaraan pada jalur.
 - b. *Overtake on same lane*, yaitu perilaku dalam menyiap.
 - c. *Distance standing*, yaitu jarak pengemudi secara bersampingan saat berhenti.
 - d. *Distance driving*, yaitu jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berjalan.
 - e. *Average standstill distance*, yaitu parameter penentu jarak aman.
 - f. *Additive part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman.
 - g. *Multiplicative part of safety*, yaitu parameter penentu jarak aman.

3. METODOLOGI

3.1. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan – tahapan kegiatan yang dilakukan dalam melakukan analisis dari tahapan awal penelitian sampai pada tahap akhir penelitian, dimana akan menghasilkan suatu usulan dan kesimpulan. Metode penelitian tersebut sangat penting agar pembaca dapat mengerti dalam menjelaskan dan meringkas, mengenai objek yang ditulis serta alur dari penelitian. Selanjutnya dilakukan survei primer yang meliputi survei geometrik ruas jalan, survei volume kendaraan, survei kecepatan kendaraan, serta survei panjang antrian yang diperoleh dari survei langsung di lapangan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data sekunder, berupa peta *google map* atau *google earth* dan data lain yang dibutuhkan untuk analisis data.

Tahapan akhir yaitu melakukan pengolahan dan analisis data menggunakan program Ms. Excel dan melakukan pemodelan dengan menggunakan program PTV VISSIM pada perlintasan sebidang Jalan L.M.U. Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh, kemudian dikalibrasi dan divalidasi sehingga menghasilkan *output* kinerja ruas jalan. Berikut adalah tahapan – tahapan yang dilakukan dalam melakukan analisis penelitian:



Gambar 2 1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

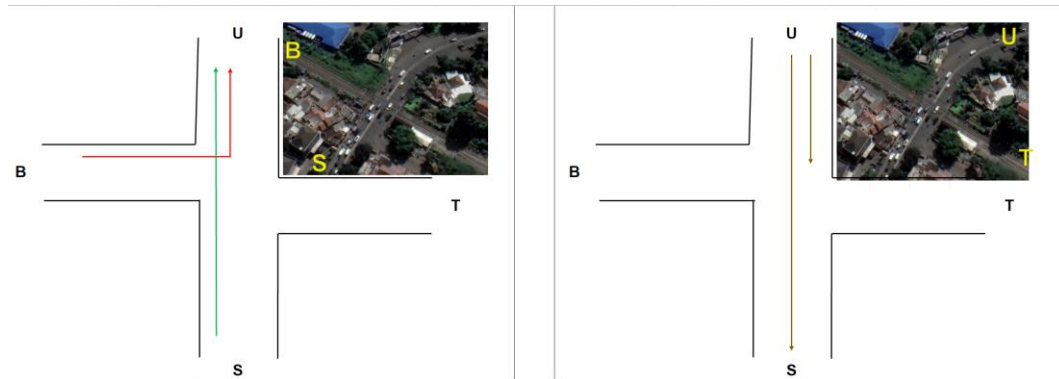
Dalam penelitian ini, lokasi yang akan digunakan sebagai bahan analisis pemodelan yaitu pada perlintasan sebidang di Jalan Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan SK Gubernur Jawa Barat No: 620/Kep.883-DBMTR/2022 Tentang Ruas Jalan Dalam Jaringan Jalan . Menurut Fungsinya, Jalan L.M.U. Nurtanio memiliki kode nomor ruas 22.10.10158, dengan panjang 0.392 km dan termasuk Jalan Kolektor Sekunder.

3.3. Pengumpulan Data

Data primer didapatkan dari pengamatan langsung yang dilakukan dilapangan, yaitu pengamatan volume lalu lintas, panjang antrean, dan hambatan samping pada perlintasan yang dilakukan pada 7 hari, dengan menggunakan perekaman CCTV sebagai dokumentasi. Data sekunder yang digunakan diperoleh dari PT. Kereta Api Indonesia (Persero), berupa jadwal perjalanan kereta api yang melintasi perlintasan sebidang di Jalan L.M.U Nurtanio - Jalan Abdul Rahman Saleh.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengamatan volume lalu lintas merupakan data primer yang didapatkan langsung dari pengamatan di lapangan, yang dibedakan menurut arahnya. Total waktu pengamatan dilakukan selama 7 x 24 jam menggunakan alat bantu kamera CCTV, dan dilakukan pencatatan manual. Arah pergerakan lalu lintas yang dihitung sesuai dengan gambar peta dibawah ini.



Gambar 3 1 Pembagian Arah Pergerakan

3.1 Data Volume Kendaraan

Tabel 2. 9 Nilai smp Kendaraan Dari Arah L.M.U Nurtanio - Abdul Rahman Saleh (Selatan - Utara)

Rute	Jenis Kendaraan						Rata-rata smp
	SM	smp	MP	smp	KS	smp	
Hari 1 (16.00 – 17.00)	2653	1061	799	799	25	33	1979
Hari 1 (17.00 – 18.00)	2758	1103	775	775	28	39	
Hari 2 (16.00 – 17.00)	2623	1049	987	987	33	43	
Hari 2 (17.00 – 18.00)	2622	1049	952	952	19	25	

Tabel 2. 10 Nilai smp Kendaraan dari Arah Abdul Rahman Saleh - L.M.U Nurtanio (Utara - Selatan)

Rute	Jenis Kendaraan						Rata-rata smp
	SM	smp	MP	smp	KS	smp	
Hari 1 (16.00 – 17.00)	2417	967	1013	1013	31	40	2100
Hari 1 (17.00 – 18.00)	2553	1021	963	963	29	38	
Hari 2 (16.00 – 17.00)	2894	1158	968	968	29	38	
Hari 2 (17.00 – 18.00)	2751	1100	1044	1044	39	51	

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh bahwa rata-rata volume kendaraan harian (LHR) untuk Jalan L.M.U Nurtanio dan Jalan Abdul Rahman Saleh adalah sebagai berikut:

LHR Jalan L.M.U Nurtanio : 1.979 smp/jam

LHR Jalan Abdul Rahman Saleh : 2.100 smp/jam

3.1 Data kecepatan

Dari hasil pengamatan di lapangan, didapatkan kecepatan rata-rata kendaraan di Jalan L.M.U Nurtanio sebesar 20 km/jam untuk mobil dan 27 km/jam untuk motor. Sedangkan kecepatan rata-rata kendaraan di Jalan Abdul Rahman Saleh sebesar 21,6 km/jam untuk mobil, dan 28,42 km/jam untuk motor.

3.2 Panjang Antrian

Dari hasil pengamatan saat melakukan survei lalu lintas, didapatkan panjang antrean maksimal untuk masing-masing ruas jalan (dihitung dari antrean paling belakang ke mulut perlintasan) adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 11 Panjang Antrian Kendaraan dari Perlintasan

Ruas Jalan	Panjang Antrian
Jalan Abdul Rahman Saleh	260 m
Jalan L.M.U Nurtanio	210 m
Jalan Maleber Utara	38 m

3.3 Data Geometrik Jalan

Pengukuran geometri dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan, menggunakan alat ukur meteran dorong, parameter yang diukur adalah lebar jalan, lebar perlintasan, lebar median dan trotoar, data yang didapatkan seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. 12 Data Geometrik Jalan

Parameter	L.M.U Nurtanio (m)	Abdul Rahman Saleh (m)	Maleber Utara (m)
Lebar Jalan	16	16	5,3
Lebar Median	0,5	0,5	-
Lebar Perlintasan	11	11	-
Lebar Bahu Jalan	0,5	0,5	-
Lebar Trotoar	4	1	-
Panjang Median	90	150	-

3.4 Data Hambatan Samping

Dari hasil pengamatan di lapangan dan disesuaikan dengan tabel kelas Hambatan Samping PKJI 2023, jalan ini termasuk daerah komersial, dan terdapat aktivitas sisi jalan yang tinggi, maka dapat disimpulkan hambatan samping termasuk kriteria tinggi.

3.5 Perhitungan Kapasitas Jalan

Setelah ditentukan parameter-parameternya, lalu dihitung menggunakan rumus kapastias jalan untuk dalam kota menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023.

1. Kapasitas Jalan L.M.U Nurtanio

$$C = C_o \times FCW \times FCSP \times FCSF \times FCCS$$

$$C = (1700 \times 2) \times 0,96 \times 0,97 \times 0,86 \times 1$$

$$= 2722,82 \text{ smp/jam}$$

$$= 2723 \text{ smp/jam}$$

2. Kapasitas Jalan Abdul Rahman Saleh

$$C = C_o \times FCW \times FCSP \times FCSF \times FCCS$$

$$C = (1700 \times 2) \times 1,08 \times 0,97 \times 0,86 \times 1$$

$$= 3063,18 \text{ smp/jam}$$

$$= 3063 \text{ smp/jam}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai kapasitas jalan untuk Jalan L.M.U Nurtanio adalah 2723 smp/jam, dan Jalan Abdul Rahman Saleh sebesar 3063 smp/jam.

3.6 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan digunakan untuk menentukan tingkat kinerja suatu segmen jalan, ditentukan berdasarkan perbandingan antara volume kendaraan dengan kapasitas jalan.

1. Derajat kejenuhan Jalan L.M.U Nurtanio

$$D_j = \frac{q}{C} = \frac{1979}{2723} = 0,73$$

2. Derajat kejenuhan Jalan Abdul Rahman Saleh

$$D_j = \frac{q}{C} = \frac{2100}{3063} = 0,69$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai derajat kejenuhan untuk jalan L.M.U Nurtanio sebesar 0,73 dan nilai derajat kejenuhan untuk jalan Abdul Rahman Saleh sebesar 0,69.

3.7 Tingkat Pelayanan Jalan

Parameter tingkat pelayanan jalan adalah perbandingan antara volume kendaraan dengan kapasitas jalan, nilai ini bisa disamakan dengan nilai derajat kejenuhan jalan tersebut, dimana sudah didapatkan nilai perbandingan VCR (*Volume Capacity Ratio*) untuk Jalan L.M.U Nurtanio sebesar 0,73 dan nilai perbandingan VCR (*Volume Capacity Ratio*) untuk Jalan Abdul Rahman Saleh sebesar 0,69, nilai tersebut kemudian dicocokkan dengan tabel tingkat pelayanan jalan sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 14 Tahun 2006, dan dipatkan hasil sesuai tabel berikut.

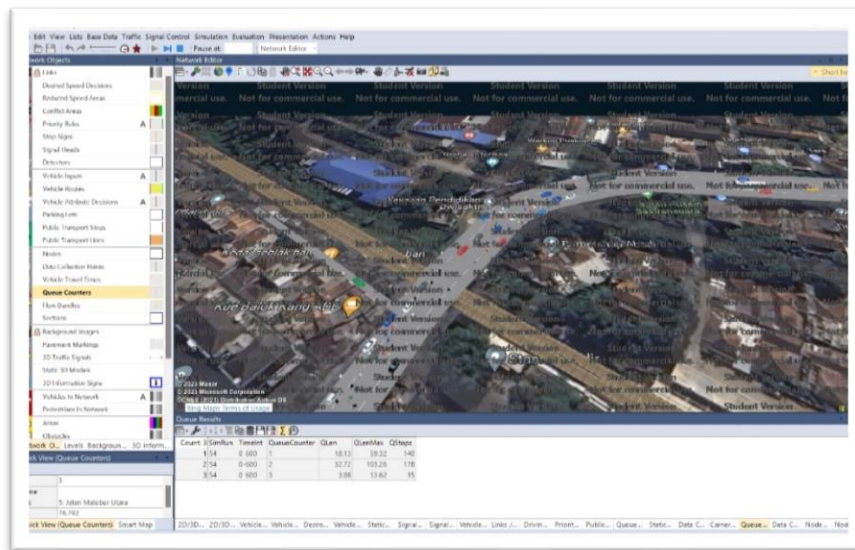
Tabel 2. 13 Tingkat Pelayanan Jalan

Ruas Jalan	Nilai V/C	Tingkat Pelayanan
L.M.U Nurtanio	0,73	C
Abdul Rahman Saleh	0,69	B

3.8 Pemodelan Dengan Program PTV VISSIM

Berdasarkan data-data diatas, kemudian dilakukan input data pada program dengan tahapan sebagai berikut:

1. Membuka program PTV VISSIM
2. Memasukkan latar belakang (*Background*) dan set skala
3. Membuat jaringan jalan (*links*) dan penghubung (*connectors*)
4. Memasukan tipe kendaraan
5. Memasukan rute perjalanan
6. Mengatur kecepatan kendaraan
7. Mengatur komposisi kendaraan
8. Mengatur kebiasaan berkendara(*vehicle behavior*)
9. Mengatur jalur prioritas
10. Menjalankan simulasi
11. Melihat data hasil simulasi



Gambar 3 2 Hasil Pemodelan dengan Program PTV VISSIM

Queue Results

Count	3	SimRun	TimeInt	QueueCounter	QLen	QLenMax	QStops
1	76	0-600	1	152.46	252.39	2321	
2	76	0-600	2	144.91	207.67	1731	
3	76	0-600	3	13.74	37.89	91	

Gambar 3 3 Data Panjang Antrian pada Program PTV VISSIM

3.9 Membandingkan Hasil Program PTV VISSIM dan Data Lapangan

Dari hasil simulasi, kita bisa mendapatkan panjang antrian (*queue data*), dan hasil panjang antrian pada simulasi kita bandingkan dengan panjang antrian dari hasil survei di lapangan.

Tabel 2. 14 Perbandingan Panjang Antrian

Ruas Jalan	Survei Lapangan	Hasil PTV VISSIM	Persentase	Akurasi
L.M.U Nurtanio	210 m	207,67 m	98,89%	98,55%
Abdul Rahman Saleh	260 m	252,39 m	97,07 %	
Maleber Utara	38 m	37,89 m	99,71 %	

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan dilapangan, perhitungan analisis dan pemodelan dengan menggunakan Program PTV VISSIM, dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan hasil survei dilapangan, dan menghitung kapasitas jalan sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023, didapatkan nilai derajat kejenuhan untuk Jalan L.M.U Nurtanio sebesar 0,73 dan untuk Jalan Abdul Rahman Saleh sebesar 0,69, sehingga kategori tingkat pelayanan Jalan L.M.U Nurtanio adalah C, dan tingkat pelayanan Jalan Abdul Rahman Saleh adalah B.
2. Program PTV VISSIM dapat digunakan untuk mensimulasikan kondisi arus lalu lintas pada perlintasan sebidang Jalan L.M.U Nurtanio – Jalan Abdul Rahman Saleh, dan didapatkan panjang antrean untuk Jalan L.M.U Nurtanio 207,67 m, Jalan Abdul Rahman Saleh 252,69 m dan Jalan Maleber Utara 37,89 m, dengan tingkat akurasi di lapangan sebesar 98,55%
3. Alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan di perlintasan sebidang tersebut antara lain dengan melakukan penegakkan hukum mengenai aturan lalu lintas, melakukan pelebaran jalan di ruas Jalan L.M.U Nurtanio, dan membangun flyover/underpass guna memperlancar arus lalu lintas

DAFTAR PUSTAKA

- Putu Eka Suartawan, Putu Alit Suthanaya, Dewa Md Priyantha Wedagama. (2022). *Analisis Kinerja Ruas Jalan Dengan Menggunakan Piranti Lunak Vissim (Studi Kasus Pada Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar)*. Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik Volume 3 No 1, Hal 51-62. <https://jurnal.poltradabali.ac.id/jttl/article/view/51>
- Ade Yuli Guntara, M.Jazir Alkas, Budi Haryanto. (2022). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Mal Lembuswana Kota Samarinda Menggunakan MKJI 1994 dan Pemodelan Simpang Pada Program PTV VISSIM*. <https://ejournals.unmul.ac.id/index.php/TS/article/download/9409/4735>
- Ragil Budi Kuncoro, Silvia Yulita Ratih, Luky Primantari. *Analisis Tingkat Pelayanan Jalan pada Perlintasan Sebidang dengan Rel Kereta Api*. <https://ejurnal.unsa.ac.id/index.php/scer/article/view/9>
- Gita Mustika Dewi Kelo, Gloryani Fransiska N Jehudu, Rudatin Ruktiningsih. (2020). *Evaluasi Perlintasan Sebidang Jalan Rel Dengan Jalan Raya Di Kota Semarang (Studi Kasus Perlintasan Sebidang Di Jalan Sadewa, Jembawan Raya Dan Stasiun Jarakah)*. <http://repository.unika.ac.id/19356/>
- Prima Juanita Romadhona, Shafira Artistika. (2020). *Pengaruh Penutupan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan H,O,S Cokroaminoto, Yogyakarta*. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND) Vol. 15 No. 2. <http://jrs.ft.unand.ac.id/index.php/jrs/article/view/259>
- Pebriyetti S, Selamat Widodo, Akhmadali. (2018). *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat)*. Vol 5 No 3. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/29317>
- Hartono, (2016). *Perlintasan Sebidang Kereta Api di Kota Cirebon*. Vol 18, No 1. <https://ojs.balitbanghub.dephub.go.id/index.php/jurnaldarat/article/view/110>
- Harwidyo Eko Prasetyo, Andika Setiawan, Irnanda Satya Seoratomodjo dan Pungky Tarsiah Pamungkas. (2022). *Proyeksi Panjang Antrian Pada Bundaran Kelapa Gading Dengan Menggunakan PTV Vissim*. Jurnal Konstruksia, Volume 14 Nomer 1. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/14573>
- Prima J. Romadhona, Tsaqif Nur Ikhsan, Dika Prasetya. (2019). *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas: PTV VISSIM 9.0 Modelling Basic Using Microscopic Traffic Flow Simulation*. UII Press. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pak.uii.ac.id/wp-content/uploads/2020/07/Prima-Juanita-Buku-Vissim.pdf>
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta. <https://sipilpedia.com/pedoman-kapasitas-jalan-indonesia-2023/>

- Badan Pusat Statistik Kota Bandung. (2021). *Kota Bandung Dalam Angka 2021*. Bandung. <https://bandungkota.bps.go.id/publication/2021/02/26/2fb944aeb2c1d3fe5978a741/kota-bandung-dalam-angka-2021.html>
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, (2012). *Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan*. Jakarta. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/160028/permen-pupr-no-03prtm2012-tahun-2012>
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2015). *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta. <https://jdih.dephub.go.id/peraturan/detail?data=93aaLZpJxa2CRgQ3wPj8rU49ZIZCGUp5K4Drvcv64wbq8Qh7VjJ18Hk4KGySYzEKCA4jw2NLCvqcT4TxjhexQGnb8RiJXOlFOQY8hhduFsSjDsHkNFxx9bTnU601eABlPxiYJmzztd9rFM55WJtGoahHM8>
- Presiden Republik Indonesia, (2022). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/195878/uu-no-2-tahun-2022>
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 36 Tahun 2011 Tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain*. Jakarta. http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://djka.dephub.go.id/uploads/201908/PM_36_Tahun_2011.pdf
- Presiden Republik Indonesia. (2009). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkerataapian*. Jakarta. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/4982/pp-no-56-tahun-2009>
- Presiden Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian*. Jakarta. [https://peraturan.bpk.go.id/Details/39896#:~:text=Undang%2DUndang%20Nomor%2023%20tahun,Negara%20Republik%20Indonesia%20Nomor%203479\).](https://peraturan.bpk.go.id/Details/39896#:~:text=Undang%2DUndang%20Nomor%2023%20tahun,Negara%20Republik%20Indonesia%20Nomor%203479).)
- Presiden Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38654/uu-no-22-tahun-2009>
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomo: 02/PRT/M/2012 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Umum Jaringan Jalan*. Jakarta. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/160027/permen-pupr-no-02prtm2012-tahun-2012>
- Gubernur Jawa Barat. (2022). *Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor: 620/Kep.883-DBMTR/2022 Tentang Ruas Jalan Dalam Jaringan Jalan Primer Menurut Fungsinya Sebagai Jalan Kolektor 2, Jalan Kolektor 3, Jalan Kolektor 4, Jalan Lokal, Jalan Lingkungan, dan Jalan Sekunder Menurut Fungsinya Sebagai Jalan Arteri, Jalan Kolektor, Jalan Lokal dan Jalan Lingkungan*. Bandung