

EVALUASI AREA DROP OFF PADA STASIUN KERETA API DENGAN MENGGUNAKAN MODEL MIKROSIMULASI

Himawan Budiarto¹, Taufiq Suryo Nugroho^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Jl Ganesha no 10, Bandung

e-mail: penulis@tujuhbelas.ac.id

¹*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tujuh Belas, Jl. Konferensi No. 17, Balikpapan

e-mail: penulis@tujuhbelas.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan transportasi di kota-kota besar, termasuk Purwokerto, seperti kereta api menyebabkan perlunya evaluasi sarana pendukung transportasi seperti area drop off parkir stasiun. Makalah ini bertujuan untuk menganalisis kinerja layout drop off di Stasiun Kereta Api menggunakan pemodelan mikrosimulasi dengan perangkat lunak PTV VISSIM. Makalah ini menjadikan stasiun Purwokerto sebagai studi kasus penataan area drop off pada stasiun kereta api. Hasil analisis menunjukkan adanya masalah kemacetan dan antrian panjang di area drop off selama jam sibuk pada kondisi eksisting. Penelitian ini mengkaji kondisi eksisting pada tahun pengamatan (2025) dan tahun rencana (2035) serta memberikan rekomendasi alternatif perubahan layout untuk meningkatkan kinerja. Pengujian homogenitas dan signifikansi data dilakukan sebagai validasi terhadap travel time kendaraan hasil simulasi. Rekomendasi perubahan layout diharapkan dapat mengurangi kemacetan dan antrian, sehingga meningkatkan kepuasan pengguna.

Kata kunci: Stasiun Kereta api; Drop Off area; Mikrosimulasi lalu lintas; PTV VISSIM

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penumpang kereta api di kota-kota besar Indonesia dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Seiring dengan meningkatnya permintaan perjalanan tersebut, volume kendaraan yang mengakses stasiun—baik untuk mengantar maupun menjemput penumpang—juga bertambah. Pola perjalanan masyarakat kini menunjukkan kecenderungan meningkatnya kendaraan yang hanya melakukan aktivitas drop-off atau pick-up tanpa parkir jangka panjang. Kondisi ini menuntut adanya penataan area akses kendaraan di lingkungan stasiun, agar proses penurunan dan penjemputan penumpang dapat berlangsung dengan lancar tanpa mengganggu arus kendaraan lainnya.

Selama ini, tata letak area parkir dan area drop-off di banyak stasiun belum dirancang secara optimal. Kedua fungsi tersebut sering kali tercampur dalam satu koridor pelayanan, menyebabkan konflik pergerakan antara kendaraan yang berhenti sebentar untuk menurunkan penumpang dengan kendaraan yang mencari atau keluar dari area parkir. Akibatnya, terjadi perlambatan arus lalu lintas di sekitar pintu masuk stasiun, peningkatan waktu antri, serta penurunan tingkat kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan dan perancangan ulang area drop-off yang terpisah dari area parkir, dengan mempertimbangkan karakteristik volume, waktu tinggal kendaraan (dwell time), serta perilaku pengemudi.

Meskipun pentingnya area drop-off dalam mendukung kelancaran sirkulasi kendaraan di stasiun telah banyak disadari, hingga kini belum terdapat metode baku untuk menilai efektivitas kinerjanya dari sisi performa lalu lintas. Penelitian ini mengusulkan pendekatan evaluasi melalui mikro-simulasi lalu lintas, yang memungkinkan analisis perilaku individual kendaraan dan interaksinya dalam berbagai skenario tata letak area drop-off. Metode mikro-simulasi sebelumnya telah banyak digunakan untuk menganalisis pengaturan sinyal lalu lintas (Du et al., 2015; Schutter & Moor B. De, 1998), persimpangan sebidang (Muharam et al., 2024), u-turn (Muharam et al., 2025), emisi (Satiennam et al., 2017) maupun kondisi gangguan (Zukhruf et al., 2024). Namun, penerapan mikro-simulasi secara khusus untuk menilai efektivitas pengaturan area drop-off di lingkungan stasiun, terutama stasiun kereta api di Indonesia, masih sangat terbatas. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode evaluasi dan perencanaan fasilitas akses stasiun yang lebih efisien dan responsif terhadap peningkatan permintaan perjalanan perkeretaapian.

Stasiun Purwokerto merupakan salah satu stasiun utama untuk DAOP 5 yang terletak di Kabupaten Banyumas yang memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas transportasi khususnya untuk penumpang kereta api untuk kota Purwokerto dan sekitarnya. Sebagai salah satu stasiun besar di Jawa Tengah, Stasiun Purwokerto memiliki peran penting dalam menghubungkan wilayah-wilayah di sekitarnya, serta menjadi titik awal dan akhir perjalanan bagi ribuan penumpang setiap harinya. Seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna jasa kereta api, khususnya pasca peningkatan kualitas pelayanan PT KAI, kebutuhan akan sarana dan prasarana pendukung transportasi, termasuk area parkir dan *dropoff*, menjadi semakin mendesak untuk dievaluasi secara menyeluruh.

Berdasarkan pengamatan awal, kondisi di Stasiun Purwokerto menunjukkan adanya permasalahan kemacetan di area drop off dan loket masuk saat jam sibuk. Hal tersebut dikarenakan volume kendaraan yang terlalu besar saat jam sibuk. Hal tersebut juga mengakibatkan penurunan tingkat kepuasan pengguna parkir di Stasiun Purwokerto. Selain

itu, permasalahan tersebut ternyata juga ditimbulkan oleh pembuatan gedung baru yang dilakukan PT KAI pada Stasiun Purwokerto sehingga berakibat pada lokasi *drop off* yang mengalami perubahan dan memicu kemacetan

2. STUDI PUSTAKA

Stasiun Kereta Api dan prediksi jumlah penumpang kereta api

Stasiun kereta api adalah tempat pemberangkatan dan pemberhentian kereta api (PM. 47 Tahun 2014). Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 32 Tahun 2011 Pasal 35, stasiun kereta api berfungsi sebagai tempat kereta api berangkat atau berhenti untuk melayani naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan/atau keperluan operasi kereta api. Dalam sistem jaringan transportasi, stasiun kereta api merupakan simpul dari transportasi yang menjadi tempat transfer moda. Stasiun kereta api secara umum terdiri dari beberapa komponen, yaitu pelataran parkir, tempat penjualan tiket, peron atau ruang tunggu, ruang kepala stasiun, dan ruang PPKA (Pengatur Perjalanan Kereta Api) yang terdiri atas sinyal, wesel, telepon, telegraf, dan lain sebagainya. Stasiun kereta api yang termasuk dalam kategori besar juga memiliki fasilitas pelengkap berupa ruang tunggu, restoran, toilet, mushola, area parkir, sarana keamanan, sarana komunikasi, depo lokomotif, dan sarana pengisian bahan bakar

Pemodelan Mikrosimulasi

Model mikrosimulasi lalu lintas adalah penggambaran sistem dan interaksi transportasi yang merupakan penggabungan dari berbagai fenomena lalu lintas dengan tingkat kejelasan yang tinggi. Sistem lalu lintas yang dibuat ini bersifat mikroskopik yang didasarkan pada interaksi kendaraan pada jaringan jalan yang ditinjau. Model simulasi ini dibuat dan diusahakan sedekat mungkin dengan kondisi lalu lintas sebenarnya dengan menggunakan proses logika terhadap perilaku satuan kendaraan (Zukhruf et al., 2024)

PTV Vissim berasal dari Bahasa Jerman yaitu *Verkehr Stadten Simulations model* yang memiliki pengertian model simulasi lalu lintas kota. PTV Vissim merupakan perangkat lunak digunakan untuk membuat simulasi dari kondisi lalu lintas sebelum membuat perencanaan dalam bentuk nyata. Vissim mampu menampilkan sebuah simulasi aliran-aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, public transport, sepeda motor, sepeda hingga pejalan kaki. Selain digunakan dalam proses perencanaan, perangkat lunak ini juga dapat digunakan untuk menganalisis kinerja lalu lintas suatu ruas jalan atau persimpangan.

Kalibrasi dan Validasi pada pemodelan Mikrosimulasi pada konteks Indonesia

Pemodelan lalu lintas yang dilakukan pada di Indonesia tidak dapat mengikuti karakteristik yang sama dengan yang ada di negara maju. Hal ini mengingat kondisi arus lalu lintas yang ada saat ini adalah campuran (mixed traffic) (Li et al., 2022; Qin et al., 2023). Sehingga diperlukan proses kalibrasi dan validasi untuk memastikan hasil yang didapat bisa mencerminkan kondisi yang sebenarnya. Kondisi arus lalu lintas di Indonesia yang bersifat campuran ini diakibatkan oleh banyaknya keberadaan sepeda motor apabila dibandingkan dengan negara maju. Selain itu, perilaku pengemudi di negara ini yang masih belum disiplin, dimana masih banyak dijumpai pengemudi yang melakukan perpindahan antar lajur (lane changing) atau mendahului kendaraan lain (overtaking) sehingga tidak mengikuti aliran perlajur (non-lane based) (Muhamar et al., 2024, 2025). Oleh karena itu sangat penting dilakukan proses kalibrasi dan validasi dari pemodelan mikro simulasi yang dikembangkan.

Kalibrasi adalah proses akurasi dari software Vissim dengan cara membandingkan dengan standar atau tolak ukur agar hasil yang keluar sesuai dengan realita di lapangan. Proses kalibrasi bisa dijalankan dari parameter mikrosimulasi lalu lintas di Indonesia dan akan berpengaruh terhadap hasil yang akan dikeluarkan software Vissim (PTV Visum, 2017)

Validasi adalah perbandingan parameter yang diperoleh dari lapangan terhadap hasil simulasi dengan menggunakan VISSIM. Salah satu cara untuk validasi adalah dengan membandingkan hasil dari salah satu parameter kinerja (contoh: arus lalu lintas) yang diperoleh dari mikrosimulasi dengan data yang diperoleh di lapangan. Dalam proses validasi model terdapat dua persamaan yang dapat digunakan yaitu persamaan GEH (Geoffrey E. Haver) dan Mean Absolute Percentage error. Rumus GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari Chi-squared dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus GEH sendiri dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0.5 \times (q_{simulated} - q_{observed})}} \quad (1)$$

MAPE merupakan *mean absolute percentage error*. Tujuannya adalah mengukur kesalahan prediksi dalam bentuk persentase relatif terhadap data aktual. Berikut adalah rumus MAPE.

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Observed_i - Modelled_i}{Observed_i} \right| \quad (2)$$

Perbedaan utama antara GEH dan MAPE adalah MAPE mengukur tingkat kesalahan relatif antara hasil simulasi dan data observasi dalam bentuk persentase, sehingga memberikan gambaran akurasi model secara agregat terhadap variabel seperti kecepatan rata-rata, waktu tempuh, maupun panjang antrian. Sebaliknya, GEH digunakan untuk menilai kesesuaian volume lalu lintas pada titik tertentu dengan mempertimbangkan skala perbedaan absolut agar tidak bias terhadap volume besar atau kecil. Dengan demikian, MAPE lebih sesuai untuk mengevaluasi performa

keseluruhan jaringan, sedangkan GEH lebih tepat digunakan untuk validasi arus kendaraan per ruas atau titik pengamatan dalam proses kalibrasi mikrosimulasi.

3. SURVEY DAN PENGAMBILAN DATA

Dalam melakukan penelitian ini dilakukan pengambilan data primer dan sekunder sesuai dengan kebutuhan penelitian sebagaimana dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Data dan Teknik Pengambilan Data

No	Kebutuhan Data	Metode Pengumpulan Data	
		Primer	Sekunder
1	Plat Nomor dan Waktu Kendaraan Masuk Loket Stasiun Purwokerto	Survei Langsung Di Lapangan	
2	Plat Nomor dan Waktu Kendaraan Keluar Loket Stasiun Purwokerto		
3	Plat Nomor Kendaraan yang Drop Off		
4	Lama Layanan Loket Masuk		
5	Lama Layanan Loket Keluar		
6	Lama Layanan Drop Off Penumpang		
7	Kecepatan Kendaraan di Lokasi Tinjauan (Minimal 50 Sampel)		
8	Panjang Antrian di Area Drop Off		
9	Jadwal Keberangkatan Kereta Api pada Stasiun Purwokerto		Pengamatan, Instansi Terkait atau Internet
10	Jumlah Penumpang pada Stasiun Purwokerto per Tahun (2015-2024)		
11	Jumlah Penduduk dan Angkatan Kerja Kabupaten Banyumas per Tahun (2015-2024)		
12	Layout dan Fasilitas Parkir Stasiun Purwokerto		

Survei *plate matching* digunakan untuk mengetahui waktu tempuh perjalanan dari titik awal hingga titik akhir kendaraan yang akan diamati. Selain itu *plate matching* juga dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana distribusi kendaraan yang ada pada lokasi yang diamati. Dalam pengamatan atau survei yang dilakukan pada penelitian ini akan dicari berapa *cycle time* kendaraan rata-rata dari mulai memasuki loket hingga keluar loket stasiun. Selain itu, karena pemodelan yang dilakukan difokuskan untuk kendaraan yang melakukan *drop off*, maka juga dibutuhkan data berapa jumlah kendaraan yang hanya melakukan *drop off* dan berapa jumlah kendaraan yang parkir atau sisanya. Oleh karena itu, untuk mendapatkan data-data tersebut diperlukan survei *plate matching*.

Survei layanan loket digunakan untuk mencari data durasi rata-rata yang dibutuhkan pada loket masuk atau keluar dalam memberikan layanan. Waktu dihitung dari kendaraan berhenti sampai berjalan kembali. Pada loket masuk, artinya waktu dihitung mulai dari kendaraan berhenti di palang pintu masuk, menekan tombol tiket parkir, lalu berjalan kembali. Sedangkan pada loket keluar waktu dihitung dari mulai kendaraan berhenti di palang pintu keluar, menyerahkan tiket kepada petugas, dan mulai bergerak kembali.

Data kecepatan kendaraan didapat melalui pengamatan secara langsung terhadap beberapa sampel kendaraan saat survei lapangan (minimal 50 sampel kendaraan). Survei kecepatan kendaraan menggunakan Metode Pengukuran Stopwatch dan Meteran seperti yang sudah dijelaskan di dasar teori. Pada survei lapangan ditentukan jarak yang digunakan adalah 20 meter.

Survei layanan *drop off* bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk proses menurunkan penumpang (*drop off*) dan menjemput penumpang di suatu lokasi tertentu. Pada pengamatan ini, dilakukan di area *drop off* parkir Stasiun Purwokerto menggunakan stopwatch. Durasi ini penting untuk diukur agar untuk digunakan di pemodelan pada PTV Vissim. Selain itu juga dilaksanakan survei antrian pada area *drop off*. Survei ini bertujuan untuk mengetahui panjang antrian yang terjadi di area *drop off*, berapa antrian rata-rata dan maksimumnya.

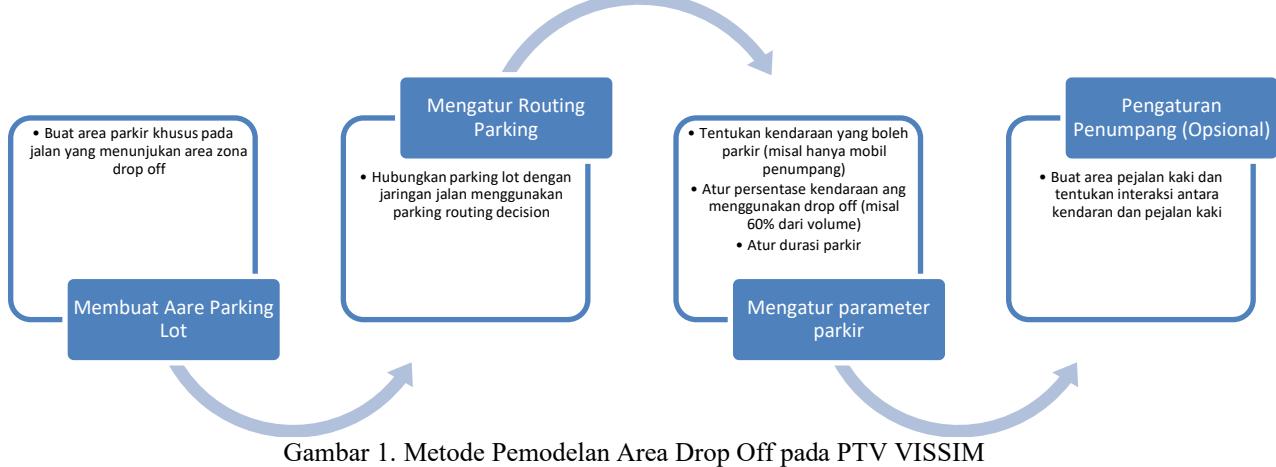
4. PENGEMBANGAN MODEL MIKROSIMULASI DROP OFF STASIUN KERETA API

Model mikrosimulasi *drop off* kendaraan adalah representasi simulasi perilaku kendaraan yang melakukan aktivitas berhenti sementara untuk menurunkan penumpang (*drop off*) di suatu lokasi tertentu, seperti di depan gedung, stasiun, bandara, sekolah, atau area komersial. Aktivitas ini penting untuk dianalisis karena dapat menyebabkan gangguan aliran lalu lintas, antrean, dan penurunan kapasitas jalan jika tidak diatur dengan baik.

PTV Vissim memungkinkan pemodelan aktivitas *drop off* dengan mengatur area parkir sementara (parking bay) atau lay-by sebagai bagian dari jaringan jalan. PTV Vissim memungkinkan pemodelan aktivitas *drop off* dengan mengatur area parkir sementara (parking bay) atau lay-by sebagai bagian dari jaringan jalan. PTV Vissim memungkinkan pemodelan aktivitas *drop off* dengan mengatur area parkir sementara (parking bay) atau lay-by sebagai

bagian dari jaringan jalan. Parameter penting yang dikalibrasi meliputi jumlah slot *drop off* (kapasitas area *drop off*), durasi berhenti kendaraan (dwell time), jumlah atau frekuensi kendaraan yang melakukan *drop off*, dan perilaku pengemudi saat masuk dan keluar area *drop off*.

PTV Vissim menyediakan elemen Parking Lot yang dapat digunakan untuk memodelkan area parkir sementara, termasuk *drop off* lanes dengan berbagai orientasi (paralel, diagonal, perpendicular). Kendaraan diarahkan ke area *drop off* menggunakan parking routing decision yang mengatur kendaraan masuk dan keluar dari area parkir sementara tersebut. Durasi kendaraan berhenti di area *drop off* diatur dengan parameter parking duration yang bisa diatur secara empiris, misalnya antara 2-3 detik atau sesuai kebutuhan lapangan. Kapasitas area *drop off* diatur dengan jumlah slot parkir yang tersedia. Jika slot penuh, kendaraan harus menunggu antrean sebelum bisa masuk ke area *drop off*. Secara umum langkah-langkah pemodelan area *drop off* pada PTV VISSIM dapat dilihat pada gambar 1.

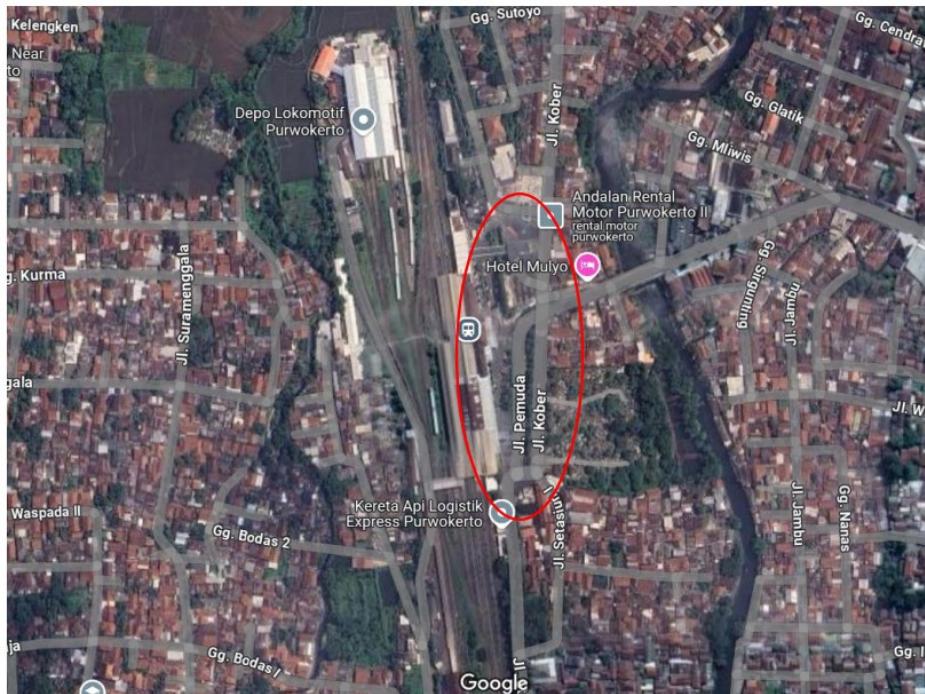


Gambar 1. Metode Pemodelan Area Drop Off pada PTV VISSIM

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Studi Kasus

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan pada studi kasus Stasiun Kereta Api Purwokerto. Stasiun Purwokerto berada di Jalan St-Pemuda-Kober, Kecamatan Purwokerto Barat, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Stasiun Purwokerto merupakan stasiun utama pada DAOP 5 dengan titik koordinat $7^{\circ}25'10"S$ $109^{\circ}13'27"E$. Stasiun Purwokerto sendiri memiliki 2 loket masuk dan 2 loket keluar untuk kendaraan roda 4. Penelitian akan dilakukan untuk area drop off kendaraan roda 4.



Gambar 2. Lokasi Studi

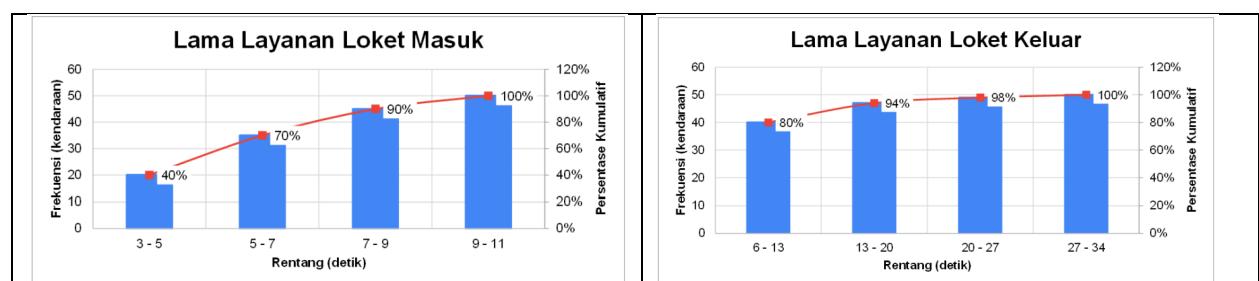
Hasil Pengolahan data Sekunder dan Survey

Pertama akan dibahas jumlah penumpang pada stasiun Purwokerto. Data ini akan digunakan untuk memproyeksi jumlah penumpang pada tahun rencana. Gambar 3 menggambarkan jumlah penumpang pada stasiun Purwokerto. Pada tahun 2019, dan tahun 2020 terjadi penurunan drastis pada jumlah penumpang stasiun Purwokerto akibat COVID 19, walaupun pada tahun setelahnya pertumbuhan telah kembali normal.

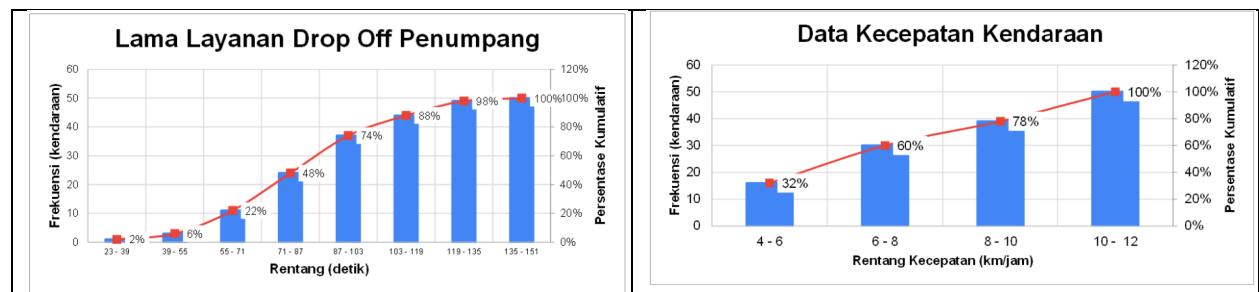


Gambar 3. Gambar jumlah Penumpang Stasiun Purwokerto

Selanjutnya dari survey lama layanan loket dapat dilihat bahwa secara umum loket masuk memiliki masa layan yang lebih cepat dibandingkan loket keluar. Dimana rata-rata layanan loket masuk adalah 5.97 detik dengan waktu minimum 3.02 detik dan waktu maksimum 10.63 detik. Sedangkan loket keluar memiliki rata-rata layanan 10.21 detik, waktu minimum 6.57 detik dan waktu maksimum 33.43 detik. Grafik kumulatif waktu layan kedua loket dapat dilihat pada gambar xx. Gambar xx menggambarkan waktu layan drop off dan kecepatan pada area drop off. Dimana rata-rata waktu layanan adalah 90.5 detik dengan percentile 50 pada 75 detik. Sedangkan data kecepatan kendaraan menggambarkan kecepatan kendaraan yang keluar area drop off. Dengan rata-rata kecepatan 6.1 km/jam.

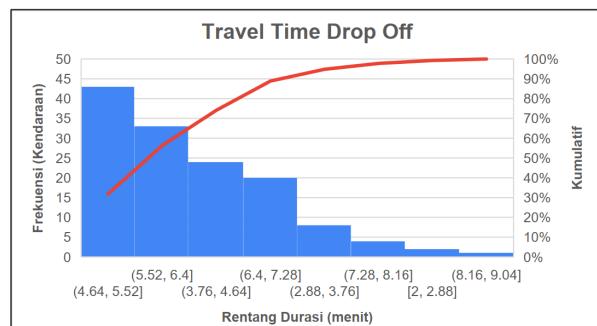


Gambar xx Grafik kumulatif lama layan loket masuk dan keluar



Gambar 4. Grafik kumulatif lama layanan drop off (a) dan kecepatan pada area drop off (b)

Selanjutnya diolah juga data waktu tempuh kendaraan yang melakukan drop off melalui survey plat matching. Waktu tempuh drop off adalah waktu kendaraan dari masuk ke dalam area stasiun hingga keluar area stasiun. Data yang diolah hanyalah data kendaraan yang melakukan drop off, kendaraan yang parkir tidak masuk ke dalam data yang diolah. Dari hasil pengolahan data didapatkan rata-rata waktu tempuh drop off adalah 5.32 menit dengan nilai maksimal 9.2 menit dan minimal 2.8 menit. Gambar 5 menunjukkan grafik kumulatif waktu tempuh drop off pada



Gambar 5. Grafik kumulatif waktu tempuh drop off.

Proses kalibrasi dan validasi model

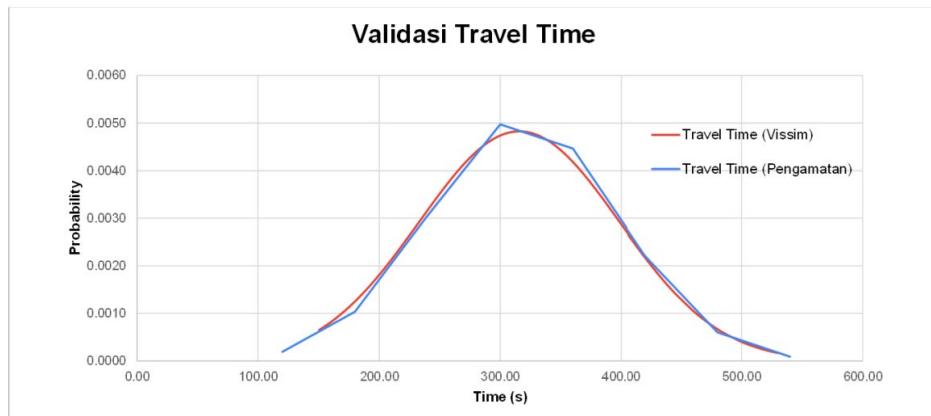
Proses kalibrasi pada model simulasi dilakukan pada parameter driving behaviour sebagai berikut: (1) *Desired position at free flow*, yaitu keberadaan/posisi kendaraan pada lajur. (2) *Overtake on same lane*, yaitu perilaku dalam menyiap (3) *Distance standing*, yaitu jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berhenti. (4) *Distance driving*, yaitu jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berjalan. (5) *Average standstill distance*, yaitu parameter penentu jarak aman. (6) *Additive part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman. (7) *Multiplicative part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman. Tabel 2 menunjukkan proses kalibrasi parameter sebelum dan sesudah dilakukan kalibrasi.

Tabel 2. Kalibrasi parameter driving behaviour

NO	Parameter yang diubah	Nilai	
		Sebelum	Sesudah
1	<i>Desired position at free flow</i>	<i>Middle of lane</i>	<i>any</i>
2	<i>Overtake on same lane</i>	<i>off</i>	<i>on</i>
3	<i>Distance standing</i>	1	0.2
4	<i>Distance driving</i>	1	0.4
5	<i>Average standstill distance</i>	2	0.6
6	<i>Additive part of safety distance</i>	2	0.6
7	<i>Multiplicative part of safety distance</i>	3	1

Acuan proses validasi pada studi ini salah satunya menggunakan panjang antrian kendaraan dimana akan dibandingkan panjang antrian maksimum kendaraan pada model simulasi dan pengamatan dengan melakukan uji MAPE. Tabel berikut menunjukkan hasil rekapitulasi validasi panjang antrian dengan MAPE yang bernilai 8%. Pada pengujian MAPE jika nilai dibawah 10% maka sangat baik. Jadi, dapat disimpulkan data tervalidasi dengan sangat baik atau dengan kata lain data simulasi mendekati data aktual atau pengamatan.

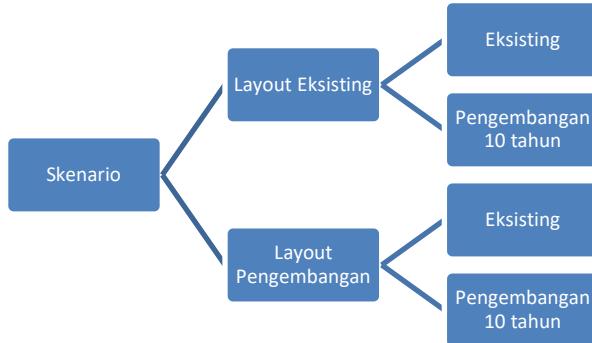
Selain itu juga dilakukan validasi distribusi waktu tempuh kendaraan drop off. Pada proses simulasi dilakukan 6 kali pengulangan simulasi hingga didapatkan data distribusi waktu tempuh kendaraan drop off. Distribusi waktu kendaraan yang didapatkan dari hasil simulasi akan dibandingkan dengan distribusi waktu kendaraan yang didapatkan dari hasil pengamatan. Gambar 6 menunjukkan hasil perbandingan distribusi kedua data set tersebut. Dapat dilihat bahwa Grafik distibusi antara waktu tempuh kendaraan hasil simulasi dan pengamatan sudah sejalan. Untuk meyakinkan hasil tersebut dilakukan pula uji homogenitas (uji F) dan uji signifikansi (uji-t) untuk melihat homogenitas kedua distribusi dan signifikansi perbedaan varians dari kedua data. Didapatkan hasil uji F senilai 1.12 yang lebih kecil dari nilai F kritis sebesar 1.25 sehingga disimpulkan bahwa kedua distribusi tersebut homogen. Sedangkan pada hasil uji signifikansi menunjukkan nilai t-stat 0.44 yang lebih kecil dibandingkan nilai t-kritis 1.96 sehingga disimpulkan tidak ada perbedaan signifikan antar kedua data.



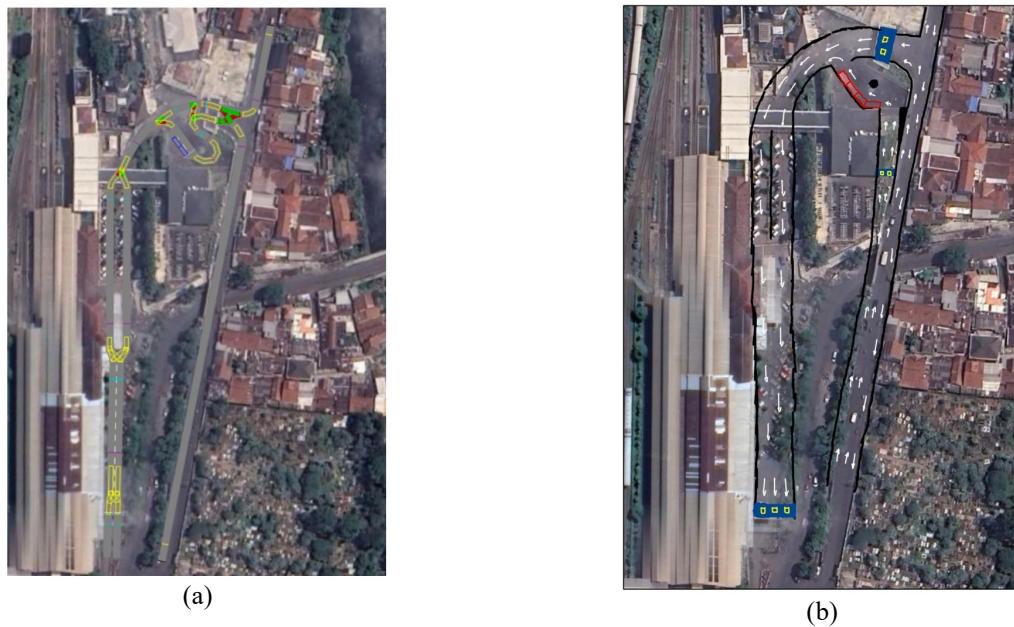
Gambar 6. Validasi Waktu Tempuh Drop Off

Pengembangan Skenario Area Drop Off

Selanjutnya akan dikembangkan berbagai macam skenario pengembangan drop off. Terdapat dua skenario yaitu skenario pada model layout eksisting dan model layout pengembangan (lihat gambar x). Selain itu simulasi juga akan dilakukan pada tahun eksisting dan tahun rencana (10 tahun kedepan). Gambar 7. Menggambarkan pengembangan skenario yang dilakukan pada makalah ini. Sedangkan gambar 8 menunjukkan perbandingan layout eksisting dengan pengembangan.



Gambar 7. Pengembangan Skenario



Gambar 8. Layout stasiun purwokerto pada kondisi eksisting (a) dan pengembangan (b)

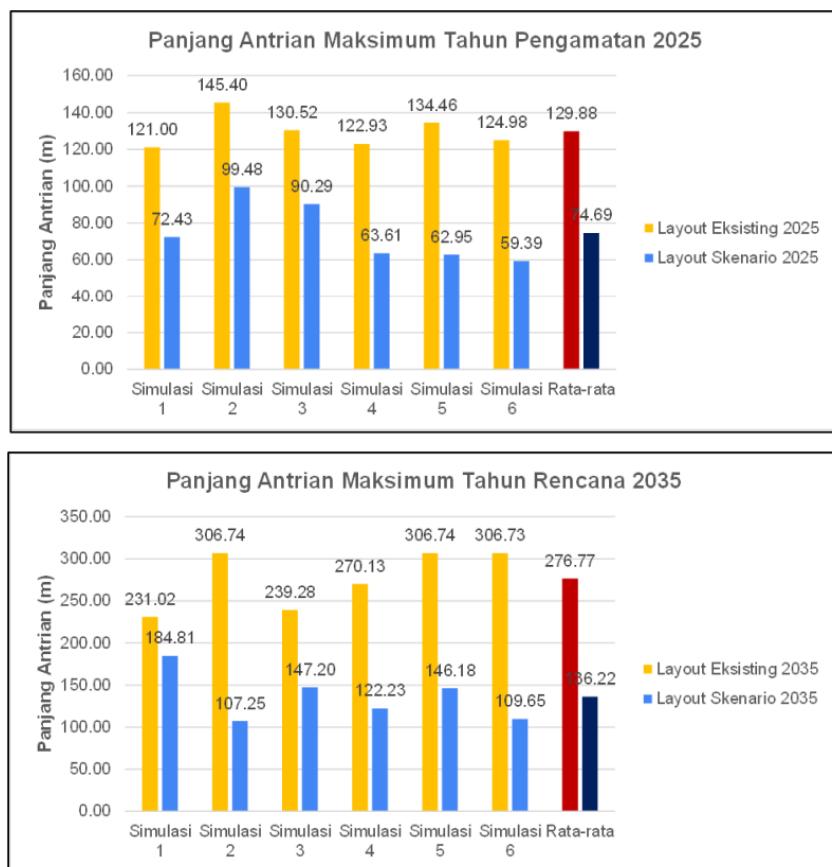
Kinerja Lalu Lintas Area Drop Off

Untuk mengukur kinerja lalu lintas digunakan dua parameter:

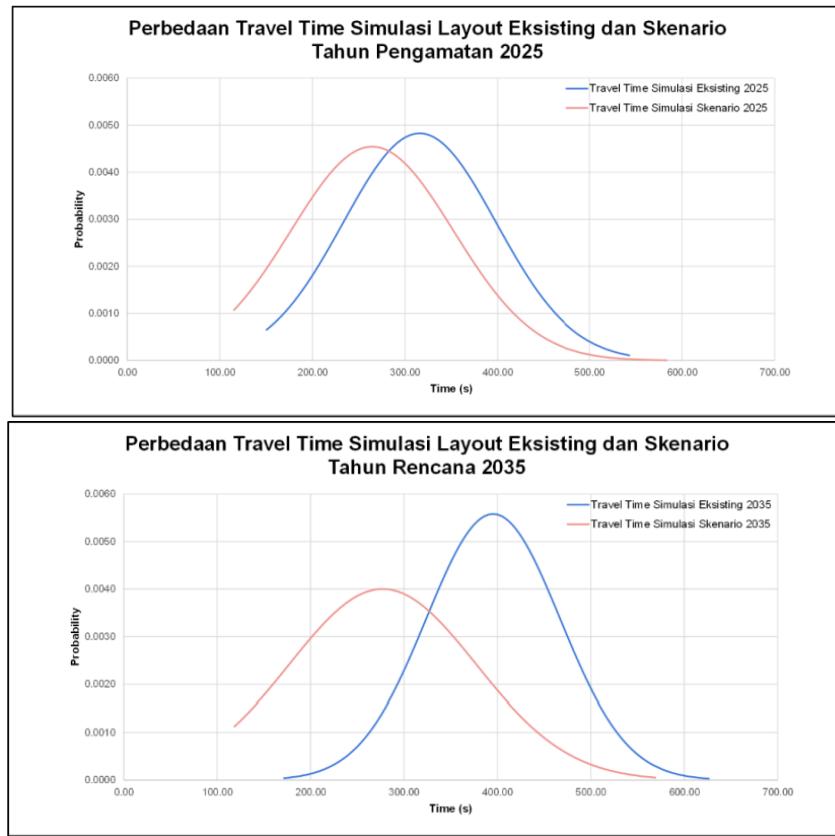
- Rata-rata Panjang antrian maksimum: panjang antrian maksimum menggambarkan rata-rata panjang antrian maksimum yang terjadi dari n-kali simulasi.
- Distribusi waktu tempuh kendaraan: distribusi waktu tempuh kendaraan menggambarkan waktu tempuh kendaraan dari pintu masuk stasiun hingga keluar pintu stasiun

Gambar 9. Menunjukkan panjang antrian maksimum untuk masing-masing skenario. panjang antrian maksimum rata-rata di area drop off sebesar 129,88 pada kondisi eksisting. Berdasarkan perhitungan proyeksi volume kendaraan yang semula sejumlah 174 kend/jam di tahun 2025 dan menjadi 308 kend/jam di tahun 2035, dengan menggunakan model yang sama dengan eksisting dan mengubah vehicle input pada simulasi, berikut merupakan hasil panjang pada tahun rencana 2035. Hasil menunjukkan antrian naik 2 kali lipat. Dari 6 kali simulasi yang dilakukan, yang semula rata-rata antrian maksimumnya sebesar 129,88 meter naik menjadi 302,90 meter. Hal ini tentunya akan menimbulkan permasalahan kemacetan di Jalan Kober atau area stasiun. Pengguna jalan akan merasa tidak nyaman saat melewati jalan tersebut.

Sementara itu, berdasarkan skenario perubahan *layout* yang sudah dilakukan, didapatkan panjang antrian mengalami penurunan yang signifikan. Panjang antrian maksimum rata-rata yang semula sebesar 129,88 meter pada *layout* eksisting berkurang menjadi 74,69 meter pada layout skenario yang dilakukan. Hal yang sama terjadi pada tahun rencana 2035 dimana Panjang antrian maksimum rata-rata yang semula sebesar 276,77 meter pada layout eksisting berkurang menjadi 136,22 meter pada layout skenario yang dilakukan.



Gambar 9. Panjang antrian maksimum pada tahun eksisting dan tahun rencana berdasarkan skenario pengembangan layout.



Gambar 10. Distribusi waktu tempuh pada tahun eksisting dan tahun rencana berdasarkan skenario pengembangan layout

Nilai waktu tempuh kendaraan drop off yang dihitung mulai dari masuk loket stasiun hingga keluar di loket keluar stasiun seperti grafik dibawah pada kondisi eksisting membentuk distribusi normal yang memiliki nilai rata-rata waktu tempuh sebesar 315,74 detik atau 5,26 menit mulai dari kendaraan memasuki stasiun, mengambil karcis parkir di loket, melakukan drop off, lalu keluar stasiun dengan membayar parkir di loket keluar. Pada gambar 10 dapat dilihat untuk tahun rencana pada skenario pengembangan layout *travel time* rata-rata sebesar 277,19 detik atau 4,62 menit. Nilai ini turun 1,5 hingga 2 menit dari kondisi eksisting tahun rencana 2035. Hal ini menunjukkan efektifitas yang lebih tinggi dalam menurunkan waktu tempuh kendaraan drop off pada skenario pengembangan layout dibandingkan dengan tanpa pengembangan.

6. KESIMPULAN

Makalah ini mengkaji evaluasi area drop off pada stasiun kereta api dengan pendekatan mikro simulasi lalu lintas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikro simulasi dapat digunakan untuk memodelkan dan mengevaluasi desain dari area drop off pada stasiun kereta api. Selanjutnya dari hasil studi kasus pengaturan layout pada stasiun Purwokerto, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil mikrosimulasi yang dilakukan sebanyak 6 kali, kondisi eksisting layout drop off Stasiun Purwokerto mengalami antrian kendaraan maksimum rata-rata sebesar 129,88 meter dari titik drop off hingga loket masuk bahkan ke Jl. Kober (area depan stasiun).
- Rekomendasi peningkatan kinerja yang dapat dilakukan untuk tahun rencana 2035 yaitu melakukan perubahan layout seperti memisahkan jalur masuk kendaraan yang akan drop off dan pick up/parkir, menambah jumlah loket, memperbesar jalan masuk menuju stasiun, dan menambah tempat/kotak drop off. Berdasarkan mikrosimulasi, perubahan layout tersebut dapat menurunkan panjang antrian sebesar 42,49% untuk tahun pengamatan 2025 dan 50,78% untuk tahun rencana 2035 serta menurunkan nilai travel time kendaraan sebesar 16,25% untuk tahun pengamatan 2025 dan 29,89% untuk tahun rencana 2035

Adapun saran untuk penelitian kedepan diantaranya adalah Dapat dilakukan pensimulasi menggunakan unsur hambatan samping sehingga data yang didapatkan lebih merepresentasikan kondisi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Du, Y., Zhao, C., Zhang, X., & Sun, L. (2015). Microscopic simulation evaluation method on access traffic operation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 53, 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2015.02.004>

- Li, Q., Li, X., Huang, Z., Halkias, J., McHale, G., & James, R. (2022). Simulation of mixed traffic with cooperative lane changes. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 37(15), 1978–1996. <https://doi.org/10.1111/mice.12732>
- Muharam, F. R., Nugroho, T. S., & Weningtyas, W. (2024). Development of a Microsimulation Model for Railway Level Crossings on Urban Roads Using PTV VISSIM. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 30(2), 186–195. <https://doi.org/10.14710/mkts.v30i2.63892>
- Muharam, F. R., Nugroho, T. S., & Weningtyas, W. (2025). Evaluating U-Turn Capacity with Modified Geometry Designs and Various Conflicting Traffic Flows: A Traffic Microsimulation Approach. *Civil Engineering Dimension*, 27(1), 73–84. <https://doi.org/10.9744/ced.27.1.73-84>
- PTV Visum. (2017). *Ptv vissim first steps tutorial*. 4.
- Qin, Y., Xie, L., Gong, S., Ding, F., & Tang, H. (2023). An optimal lane configuration management ascheme for a mixed traffic freeway with connected vehicle platoons. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 129444. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSA.2023.129444>
- Satiennam, T., Seedam, A., Radpukdee, T., Satiennam, W., Pasangtiyo, W., & Hashino, Y. (2017). Development of On-Road Exhaust Emission and Fuel Consumption Models for Motorcycles and Application through Traffic Microsimulation. *Journal of Advanced Transportation*, 2017, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2017/3958967>
- Schutter, D. B., & Moor B. De. (1998). Optimal Traffic Light Control For a single Intersection. *European Journal of Control*, 4, 260–276.
- Zukhruf, F., Maulana, A., Nugroho, T. S., Purwanti, O., Santoso, S. A., & Khaerul Ikhsan, R. S. (2024). ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS AKIBAT DISRUPSI PADA SAAT ACARA BESAR DENGAN MENGGUNAKAN MODEL SIMULASI MIKRO. *Jurnal Jalan Jembatan*, 41(2), 145–156. <https://doi.org/10.58499/jatan.v41i2.1219>