

Perancangan Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Adaptif Berbasis Data Simulasi PTV VISSIM Pada Koridor Pelabuhan Banyuwangi

Ahmad Rofif Hisbulloh^{**1}, Yohanes Pracoyo Widi Prasetyo², Heri Sujatmiko³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi, 68416, Indonesia

¹ ahmadrofif603@gmail.com, ² widiprasetyo@untag-banyuwangi.ac.id, ³ heri-sj@untag-banyuwangi.ac.id

****Corresponding Author:** ahmadrofif603@gmail.com



Cite: <https://doi.org/10.63440/jef.v3i1.147>



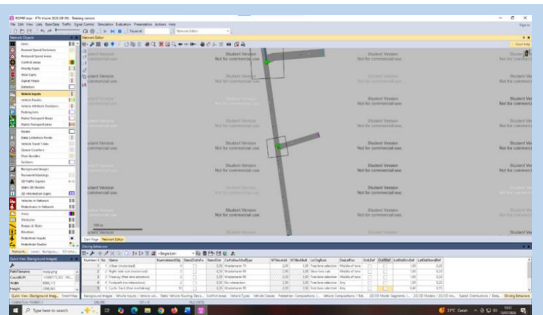
Read Online

ACCESS

Abstract: *This study aims to analyze traffic performance along the Gatot Subroto Road corridor and design a simulation-based adaptive traffic light control system using PTV VISSIM software. This data was then modeled in PTV VISSIM to evaluate traffic performance parameters, including average queue length, maximum queue length, vehicle delay, stop delay, and the number of vehicles stop.*

Simulation results indicate that the South-to-North approach on Gatot Subroto Road—leading toward Ketapang Port—experiences the highest density compared to other approaches. The average queue length reached 11.30 meters, with a maximum queue length of 210.41 meters. Additionally, the average vehicle delay was 38.01 seconds, and the stop delay was 6.25 seconds. These conditions highlight that the traffic flow toward the port area constitutes a critical point requiring more effective traffic management. Consequently, the implementation of an adaptive traffic light control system is expected to optimize signal timing based on real-time traffic conditions, thereby reducing vehicle queues and delays while improving overall traffic performance along this strategic corridor leading to Ketapang Port, Banyuwangi.

RECOMENDATION



Keyword: Adaptive Simulations, PTV VISSIM, Arduino, PKJI 2023, Ketapang Port

Article Info

Recieved
January 28, 2026

Revised
April 18, 2026

Accepted
May 12, 2026

Published
June 30, 2026



1. PENDAHULUAN

Transportasi jalan merupakan salah satu komponen utama dalam mendukung aktivitas sosial, ekonomi, dan distribusi barang di suatu wilayah.

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, perkembangan kawasan perkotaan, serta bertambahnya aktivitas perdagangan dan jasa, kebutuhan terhadap sistem transportasi yang aman, efisien, dan berkelanjutan semakin meningkat. Salah satu aspek penting dalam sistem transportasi adalah kelancaran arus lalu lintas pada ruas jalan dan simpang, karena kedua elemen tersebut menjadi titik pertemuan berbagai pergerakan kendaraan yang berpotensi menimbulkan konflik lalu lintas [1].

Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang memiliki peran strategis sebagai pintu gerbang transportasi darat menuju Pulau Bali melalui Pelabuhan Ketapang. Berdasarkan publikasi Badan Pusat Statistik, jumlah penduduk Kabupaten Banyuwangi mencapai lebih dari 1,7 juta jiwa sehingga mobilitas masyarakat dan distribusi barang terus mengalami peningkatan. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya volume kendaraan yang melintasi koridor menuju Pelabuhan Ketapang, khususnya pada Jalan Gatot Subroto yang merupakan akses utama menuju kawasan pelabuhan [2]. Jalan Gatot Subroto memiliki fungsi yang sangat penting karena melayani berbagai jenis kendaraan, mulai dari sepeda motor, kendaraan ringan, bus antarkota, hingga kendaraan angkutan barang dan logistik. Selain melayani lalu lintas lokal, ruas jalan ini juga menjadi bagian dari jaringan transportasi nasional yang menghubungkan Pulau Jawa dengan Pulau Bali. Tingginya aktivitas kendaraan keluar dan masuk pelabuhan menyebabkan terjadinya peningkatan hambatan samping berupa kendaraan berhenti sementara, kendaraan keluar-masuk akses pelabuhan, aktivitas pejalan kaki, dan kendaraan lambat yang pada akhirnya memengaruhi kelancaran arus lalu lintas [3].

Pada kondisi jam sibuk, khususnya pagi dan sore hari, sering terjadi antrean kendaraan yang cukup panjang pada pendekatan menuju Pelabuhan Ketapang. Kondisi tersebut mengakibatkan meningkatnya waktu tundaan, berkurangnya kecepatan perjalanan, serta menurunnya tingkat pelayanan jalan. Apabila kondisi ini tidak dikelola dengan baik, maka dapat menimbulkan kemacetan yang berdampak pada efisiensi distribusi barang, kenyamanan pengguna jalan, serta kinerja jaringan transportasi secara keseluruhan [4]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas adalah dengan menerapkan sistem pengaturan lampu lalu lintas adaptif. Berbeda dengan sistem pengaturan waktu tetap (fixed time), sistem adaptif mampu menyesuaikan durasi sinyal hijau, kuning, dan merah berdasarkan kondisi lalu lintas yang terjadi secara aktual. Dengan demikian, pembagian waktu sinyal dapat menjadi lebih efisien sehingga antrean kendaraan dan tundaan perjalanan dapat diminimalkan [5].

Perkembangan teknologi simulasi lalu lintas memberikan kemudahan dalam mengevaluasi berbagai alternatif pengaturan lalu lintas sebelum diterapkan di lapangan. Salah satu perangkat lunak banyak digunakan adalah PTV VISSIM yang mampu memodelkan perilaku kendaraan secara mikroskopis sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kondisi operasional lalu lintas secara lebih rinci. Melalui simulasi tersebut, berbagai parameter seperti panjang antrean, tundaan kendaraan, jumlah berhenti, serta tingkat pelayanan dapat dianalisis untuk menentukan strategi pengelolaan lalu lintas yang paling efektif [6]. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada koridor Jalan Gatot Subroto menuju Pelabuhan Ketapang menggunakan simulasi PTV VISSIM serta merancang sistem pengaturan lampu lalu lintas adaptif yang diharapkan mampu meningkatkan kinerja lalu lintas pada koridor strategis tersebut.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dan perancangan menggunakan software PTV VISSIM Analisis dilakukan melalui survei kondisi lalu lintas eksisting di koridor Jalan Gatot Subroto, Kelurahan Ketapang, Kabupaten Banyuwangi, kemudian dilakukan pemodelan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas. Selanjutnya disusun rancangan sistem pengaturan lampu lalu lintas adaptif sebagai alternatif peningkatan kinerja lalu lintas pada lokasi penelitian [7].

Lokasi penelitian berada pada koridor strategis Jalan Gatot Subroto, Kelurahan Ketapang, Kecamatan Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi, tepatnya pada akses utama menuju Pelabuhan Ketapang. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu jalan Gatot Subroto merupakan akses utama menuju Pelabuhan Ketapang, koridor ini melayani arus kendaraan penumpang maupun kendaraan logistik dari Pulau Jawa menuju Pulau Bali, pada jam-jam tertentu sering terjadi peningkatan volume lalu lintas yang menyebabkan antrean kendaraan dan tundaan perjalanan. Lokasi penelitian memiliki karakteristik lalu lintas yang kompleks karena dipengaruhi aktivitas pelabuhan.

Pengambilan data dilakukan pada hari kerja dan hari libur, sehingga karakteristik lalu lintas dapat dibandingkan. Survei dilakukan pada jam-jam yang mewakili kondisi lalu lintas, yaitu pagi: 06.00–10.00 WIB, siang: 10.00–14.00 WIB, dan sore: 14.00–18.00 WIB. Pemilihan waktu tersebut bertujuan untuk memperoleh kondisi lalu lintas pada saat jam tidak sibuk maupun jam puncak. Peralatan yang digunakan meliputi Laptop/Komputer, Software PTV VISSIM, Microsoft Excel, Google Earth, Kamera/Handphone, Stopwatch, Meteran, Formulir survei lalu lintas. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi volume lalu lintas setiap jenis kendaraan, geometri jalan meliputi, jumlah lajur, lebar lajur, lebar bahu jalan, median jalan, kondisi simpang, hambatan samping, terdiri atas: pejalan kaki, kendaraan berhenti, kendaraan keluar-masuk, kendaraan lambat. Kecepatan kendaraan. Pengaturan lampu lalu lintas eksisting.

Data sekunder diperoleh dari berbagai instansi terkait, antara lain Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Perhubungan Kabupaten Banyuwangi, Balai Pengelola Transportasi Darat, Literatur, jurnal, dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode sebagai berikut Survei volume lalu lintas dilakukan dengan metode pencacahan kendaraan (traffic counting).

Kendaraan dikelompokkan menjadi: Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), Truk Berat (TB). Data dicatat setiap interval waktu-waktu yang telah ditentukan. Hambatan samping diamati berdasarkan klasifikasi PKJI, yaitu: Pejalan kaki (PED), Kendaraan berhenti (PSV), Kendaraan keluar-masuk (EEV), Kendaraan lambat (SMV).

Data tersebut digunakan untuk menentukan kelas hambatan samping. Kecepatan kendaraan diperoleh menggunakan metode spot speed, yaitu mencatat waktu tempuh kendaraan pada segmen jalan yang ada di lokasi penelitian yaitu di ruas jalan Gatot Subroto Ketapang. Survei geometri dilakukan dengan mengukur: lebar lajur, lebar bahu, panjang pendekat, median, lokasi garis henti, lokasi simpang.

2.1 Pemodelan Menggunakan PTV VISSIM

Tahapan simulasi pada perangkat lunak PTV VISSIM dilakukan sebagai berikut. Membuat jaringan jalan (network) sesuai kondisi eksisting, memasukkan geometri jalan, memasukkan volume kendaraan, memasukkan komposisi kendaraan, memasukkan kecepatan

kendaraan, menentukan rute kendaraan, memasukkan pengaturan sinyal lalu lintas eksisting, melakukan kalibrasi model, melakukan validasi model, menjalankan simulasi, mengevaluasi hasil simulasi.

2.2 Parameter Evaluasi

Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi, Queue Length (QLen) panjang antrean rata-rata kendaraan pada setiap pendekat, Queue Length Maximum (QLenMax) panjang antrean maksimum yang terjadi selama simulasi, Vehicle Delay rata-rata tundaan kendaraan akibat kondisi lalu lintas, Stop Delay rata-rata waktu kendaraan berhenti, dan stop menghitung jumlah rata-rata kendaraan berhenti.

2.3 Perancangan Sistem Lampu Lalu Lintas Adaptif

Setelah model kondisi eksisting tervalidasi, dilakukan penyusunan skenario pengaturan lampu lalu lintas adaptif. Prinsip pengaturan adaptif adalah menyesuaikan pembagian waktu sinyal berdasarkan kondisi lalu lintas pada masing-masing pendekat. Tahapan perancangan meliputi identifikasi pendekat dengan volume kendaraan terbesar, analisis panjang antrean setiap pendekat, analisis tundaan kendaraan, penyesuaian waktu hijau (green time) pada pendekat yang memiliki antrean tinggi, simulasi ulang menggunakan PTV VISSIM, perbandingan hasil simulasi kondisi eksisting dan skenario adaptif.

Analisis dilakukan dengan membandingkan parameter kinerja lalu lintas antara kondisi eksisting dan hasil simulasi sistem lampu lalu lintas adaptif. Indikator keberhasilan sistem adaptif meliputi penurunan panjang antrean, penurunan panjang antrean maksimum, penurunan tundaan kendaraan, penurunan tundaan berhenti, penurunan jumlah kendaraan berhenti, peningkatan kelancaran arus lalu lintas.

3. HASIL

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

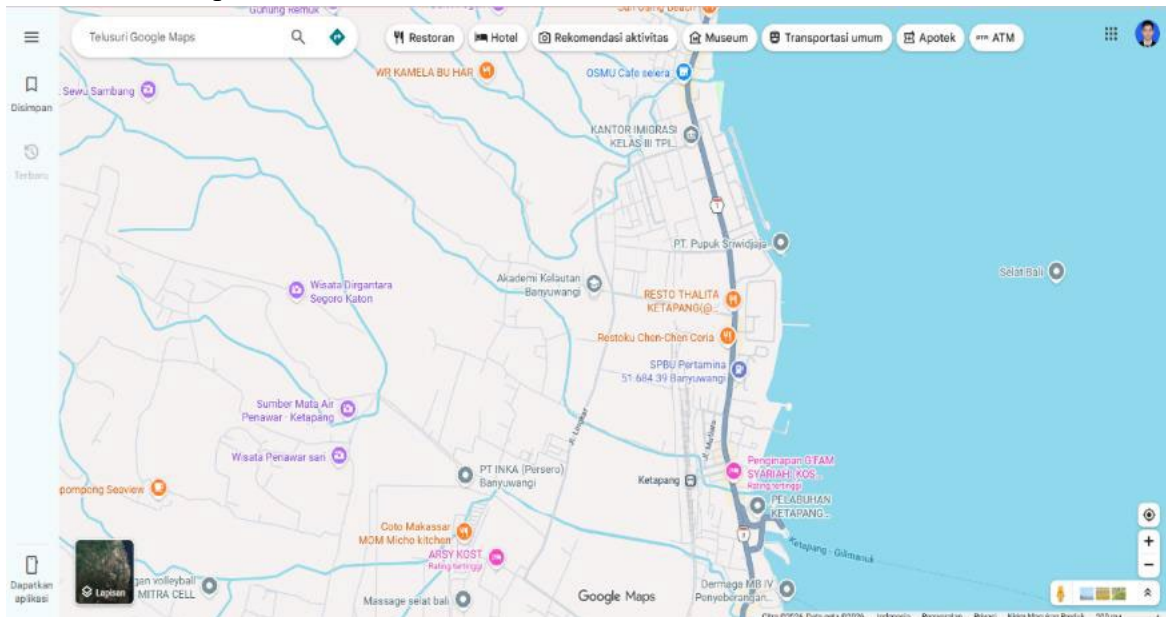
Penelitian dilaksanakan pada koridor Jalan Gatot Subroto, Kelurahan Ketapang, Kecamatan Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi. Ruas jalan ini merupakan salah satu akses utama menuju kawasan Pelabuhan Ketapang yang menghubungkan Pulau Jawa dengan Pulau Bali. Koridor tersebut melayani pergerakan kendaraan pribadi, kendaraan umum, bus antarkota, serta kendaraan logistik sehingga memiliki intensitas lalu lintas yang cukup tinggi, terutama pada jam-jam sibuk.

Selain melayani arus kendaraan menuju dan keluar pelabuhan, ruas Jalan Gatot Subroto juga dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di sekitar kawasan pelabuhan, seperti kendaraan yang berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan yang keluar-masuk area pelabuhan, aktivitas pejalan kaki, serta kendaraan berat yang melakukan distribusi barang. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya interaksi yang tinggi antara arus lalu lintas dengan aktivitas di sisi jalan sehingga berpotensi menimbulkan antrean dan tundaan kendaraan.

Untuk mengetahui kondisi operasional lalu lintas pada lokasi penelitian, dilakukan pemodelan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Parameter yang dianalisis meliputi panjang antrean (*Queue Length*), panjang antrean maksimum (*Queue Length Maximum*), tundaan kendaraan (*Vehicle Delay*), tundaan berhenti (*Stop Delay*), dan jumlah berhenti kendaraan (*Stops*).

3.2 Hasil Simulasi Panjang Antrean (Queue Length)

Panjang antrean merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menggambarkan kondisi operasional lalu lintas pada suatu pendekatan. Nilai panjang antrean menunjukkan rata-rata panjang kendaraan yang mengantre selama periode simulasi. Berdasarkan hasil simulasi PTV VISSIM, diperoleh tiga pergerakan kendaraan yang memiliki karakteristik antrean berbeda. Dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Segmen Jalan

Tabel 1. Tabel Hasil Simulasi Panjang Antiran (Qlen)

Movement	QLen (m)
1 - 1: jl gatot subroto U-S@701.0 - 1: jl gatot subroto U-S@738.6	1.06
1 - 2: jl gatot subroto S-U@157.7 - 2: jl gatot subroto S-U@195.0	111.30
1 - 3: KELUAR KETAPANG@69.0 - 2:jl gatot subroto S-U@195.0	0.00

(Sumber: Hasil Analisis Data 2026)

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara menghasilkan panjang antrean rata-rata sebesar 111,30 meter, sedangkan pendekat Utara–Selatan hanya menghasilkan antrean sebesar 1,06 meter. Adapun pada pendekat pintu keluar Pelabuhan Ketapang tidak terbentuk antrean selama periode simulasi sehingga menghasilkan nilai 0,00 meter. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa beban lalu lintas pada arah Selatan–Utara lebih besar dibandingkan arah lainnya. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kendaraan yang bergerak menuju kawasan pelabuhan mengalami perlambatan akibat tingginya interaksi dengan kendaraan lain maupun aktivitas di sekitar akses pelabuhan.

3.3 Hasil Simulasi Panjang Antrean Maksimum (Queue Length Maximum)

Parameter *Queue Length Maximum* menunjukkan panjang antrean terpanjang yang terjadi selama proses simulasi. *Qlen max* adalah panjang antrian kendaraan maksimum setiap interval waktu pada lokasi studi. Hasil *qlenmax* pada penelitian di jalan Gatot Subroto memiliki

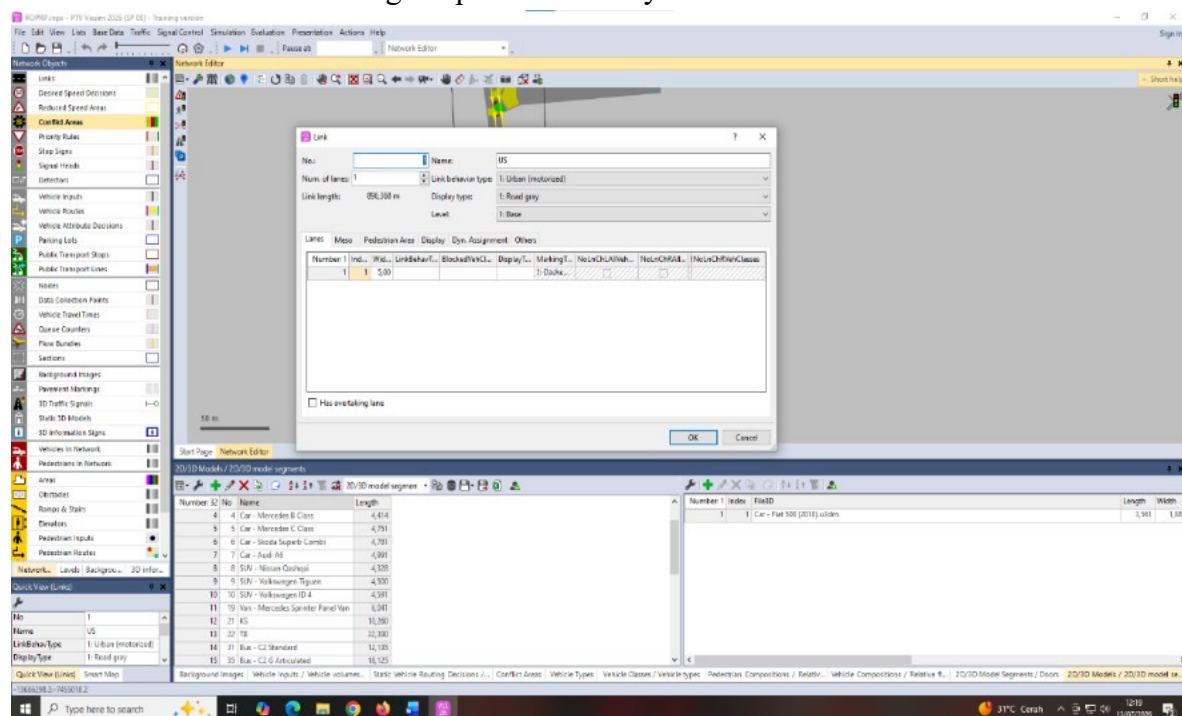
panjang antrian maksimum memiliki hasil dari 3 titik dengan memiliki panjang antrian minimal sebesar 0 m dan panjang maksimal sebesar 210.41 m untuk melihat hasil dari simulasi lebih lengkap dapat dilihat dari pembahasan pada tabel 2 dibawah ini

Tabel 2. Tabel Hasil Simulasi Panjang Antiran (QlenMax)

Movement	QlenMax (m)
1 - 1: jl gatot subroto U-S@701.0 - 1: jl gatot subroto U-S@738.6	34.15
1 - 2: jl gatot subroto S-U@157.7 - 2: jl gatot subroto S-U@195.0	210.41
1 - 3: KELUAR KETAPANG@69.0 - 2:jl gatot subroto S-U@195.0	0.00

(Sumber: Hasil Analisis Data 2026)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa antrean maksimum terjadi pada pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara dengan panjang 210,41 meter. Nilai tersebut jauh lebih besar dibandingkan pendekat Utara–Selatan yang hanya mencapai 34,15 meter. Panjang antrean maksimum tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu terjadi penumpukan kendaraan yang cukup signifikan pada pendekat menuju Pelabuhan Ketapang. Hal ini dapat dipengaruhi oleh tingginya arus kendaraan menuju pelabuhan sehingga kapasitas pendekat dimanfaatkan secara lebih intensif dibandingkan pendekat lainnya.



Gambar 2. Ukuran Jaringan Jalan

3.4 Hasil Simulasi Vehicle Delay

Vehicle Delay merupakan rata-rata tambahan waktu perjalanan yang dialami kendaraan akibat perlambatan, antrean, maupun proses berhenti selama melintasi lokasi penelitian. Bisa dilihat pada tabel 3 dibawah ini

Tabel 3. Tabel Hasil Simulasi Vechile Delay (All)

Movement	Vehs(All) (Detik)
1 - 1: jl gatot subroto U-S@701.0 - 1: jl gatot subroto U-S@738.6	11.52
1 - 2: jl gatot subroto S-U@157.7 - 2: jl gatot subroto S-U@195.0	38.01
1 - 3: KELUAR KETAPANG@69.0 - 2:jl gatot subroto S-U@195.0	2.26

(Sumber: *Hasil Analisis Data 2026*)

Berdasarkan hasil simulasi, nilai tundaan tertinggi terjadi pada pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara sebesar 38,01 detik, sedangkan tundaan terendah terjadi pada pendekat pintu keluar Pelabuhan Ketapang sebesar 2,26 detik. Besarnya tundaan pada pendekat Selatan–Utara sejalan dengan hasil analisis panjang antrean yang menunjukkan bahwa pendekat tersebut memiliki antrean paling panjang. Semakin panjang antrean kendaraan, semakin besar pula waktu yang diperlukan kendaraan untuk dapat melewati pendekat tersebut.

3.5 Hasil Simulasi Stop Delay

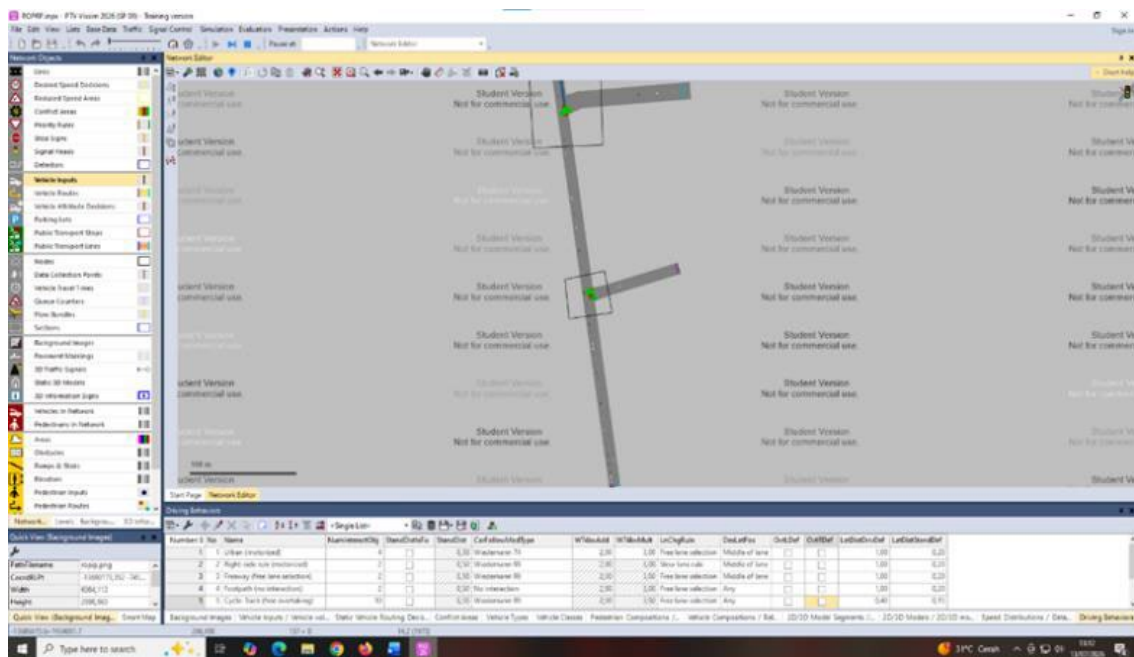
Stop delay merupakan rata-rata tundaan berhenti per kendaraan Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software PTV VISSIM* untuk analisa Jalan Gatot Subroto diperoleh nilai *stop delay* manimal selama 0.00 detik dan untuk *stop delay* maksimal adalah selama 6.25 detik. Bisa dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 4. Tabel Hasil Simulasi Stop Delay (All)

Movement	Stop Delay (All) (Detik)
1 - 1: jl gatot subroto U-S@701.0 - 1: jl gatot subroto U-S@738.6	1.20
1 - 2: jl gatot subroto S-U@157.7 - 2: jl gatot subroto S-U@195.0	6.25
1 - 3: KELUAR KETAPANG@69.0 - 2:jl gatot subroto S-U@195.0	0.00

(Sumber: *Hasil Analisis Data 2026*)

Nilai *stop delay* tertinggi diperoleh pada pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara sebesar 6,25 detik. Sebaliknya, pendekat pintu keluar Pelabuhan Ketapang tidak mengalami tundaan berhenti sehingga menghasilkan nilai 0,00 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kendaraan pada pendekat menuju pelabuhan lebih sering mengalami kondisi berhenti akibat adanya antrean dan interaksi dengan kendaraan lain.



Gambar 3. Running Vissim

3.6 Hasil Simulasi Stop

Stops merupakan jumlah rata – rata kendaraan berhenti. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan software VISSIM untuk analisa Jalan Gatot Subroto diperoleh nilai *stops* minimal selama 0.00 detik dan untuk *stop delay* maksimal adalah selama 6.25 detik dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Tabel Hasil Simulasi Stops (All)

Movement	Stops (All) (Detik)
1 - 1: jl gatot subroto U-S@701.0 - 1: jl gatot subroto U-S@738.6	1.20
1 - 2: jl gatot subroto S-U@157.7 - 2: jl gatot subroto S-U@195.0	6.25
1 - 3: KELUAR KETAPANG@69.0 - 2:jl gatot subroto S-U@195.0	0.00

(Sumber: Hasil Analisis Data 2026)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara memiliki frekuensi berhenti tertinggi dibandingkan pendekat lainnya. Kondisi ini memperlihatkan bahwa kendaraan pada pendekat tersebut lebih sering mengalami penghentian akibat kepadatan lalu lintas dan pembentukan antrian.

3.7 Perancangan Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Adaptif

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM, diketahui bahwa pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara menuju Pelabuhan Ketapang merupakan pendekat yang memiliki kinerja lalu lintas paling rendah. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai *Queue Length* sebesar 111,30 m, *Queue Length Maximum* sebesar 210,41 m, *Vehicle Delay* sebesar 38,01 detik, *Stop Delay* sebesar 6,25 detik, serta frekuensi berhenti kendaraan yang lebih tinggi dibandingkan pendekat lainnya.

Berdasarkan kondisi tersebut, disusun suatu rancangan sistem pengaturan lampu lalu lintas adaptif yang bertujuan untuk mengoptimalkan pembagian waktu sinyal sesuai dengan kondisi lalu lintas pada masing-masing pendekat. Berbeda dengan sistem pengaturan waktu tetap (*fixed time*), sistem adaptif bekerja dengan menyesuaikan durasi lampu hijau berdasarkan tingkat kepadatan kendaraan yang terdeteksi pada setiap pendekat.

3.8 Konsep Sistem Adaptif

Konsep pengaturan lampu lalu lintas adaptif dalam penelitian ini didasarkan pada perubahan durasi fase hijau sesuai dengan panjang antrean dan volume kendaraan yang terjadi pada masing-masing pendekat. Pendekat dengan tingkat kepadatan yang lebih tinggi memperoleh prioritas waktu hijau yang lebih panjang, sedangkan pendekat dengan volume kendaraan yang lebih rendah memperoleh waktu hijau yang lebih singkat. Melalui konsep tersebut diharapkan distribusi waktu sinyal menjadi lebih efisien sehingga pembentukan antrean dapat dikurangi dan tundaan kendaraan dapat ditekan.

3.9 Strategi Pengaturan Sinyal

Berdasarkan hasil simulasi kondisi eksisting, pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara memiliki tingkat kepadatan tertinggi sehingga menjadi pendekat yang diprioritaskan dalam pengaturan sinyal. Strategi yang dirancang meliputi pemberian durasi lampu hijau yang lebih panjang pada pendekat Selatan–Utara ketika antrean meningkat, penyesuaian waktu hijau pada pendekat Utara–Selatan sesuai kondisi lalu lintas aktual, pengurangan waktu tunggu pada pendekat dengan volume lalu lintas yang rendah, pengaturan fase sinyal secara dinamis berdasarkan kondisi lalu lintas yang terdeteksi selama simulasi.

Dengan strategi tersebut, waktu pelayanan pada setiap pendekat diharapkan menjadi lebih proporsional terhadap beban lalu lintas yang diterima dilihat pada penjelasan dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Simulasi

No	Kondisi Lalu Lintas	Pengaturan Sinyal
1	Antrean > 100 m=	Waktu hijau 10–15 detik pada pendekat Selatan–Utara
2	Antrean 50–100 m=	Waktu hijau 5 detik
3	Antrean < 50 m=	Waktu hijau normal
4	Pendekat lain lebih padat=	Alihkan prioritas ke pendekat tersebut

3.10 Pemodelan pada PTV VISSIM

Rancangan sistem lampu lalu lintas adaptif diimplementasikan pada model simulasi PTV VISSIM dengan mengubah parameter pengendalian sinyal sesuai skenario yang telah dirancang. Model jaringan, geometri jalan, volume kendaraan, komposisi kendaraan, serta karakteristik perilaku pengemudi dipertahankan sama seperti kondisi eksisting sehingga perbedaan hasil simulasi hanya dipengaruhi oleh perubahan strategi pengaturan sinyal.

Hasil simulasi skenario adaptif selanjutnya dibandingkan dengan kondisi eksisting menggunakan indikator panjang antrean, panjang antrean maksimum, tundaan kendaraan, tundaan berhenti, dan jumlah berhenti kendaraan untuk mengevaluasi efektivitas rancangan sistem yang diusulkan.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM, diketahui bahwa kinerja lalu lintas pada koridor Jalan Gatot Subroto belum merata pada setiap pendekat. Pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara menuju Pelabuhan Ketapang menunjukkan tingkat kepadatan lalu lintas yang lebih tinggi dibandingkan pendekat lainnya. Hal tersebut terlihat dari nilai panjang antrean rata-rata (Queue Length) sebesar 111,30 meter, panjang antrean maksimum (Queue Length Maximum) sebesar 210,41 meter, tundaan kendaraan (Vehicle Delay) sebesar 38,01 detik, Stop Delay sebesar 6,25 detik, serta frekuensi berhenti kendaraan yang lebih tinggi dibandingkan pendekat lainnya [11].

Besarnya nilai pada parameter-parameter tersebut menunjukkan bahwa pendekat menuju Pelabuhan Ketapang merupakan titik yang paling kritis dalam sistem lalu lintas di lokasi penelitian. Kondisi ini dipengaruhi oleh tingginya arus kendaraan yang menuju kawasan pelabuhan, terutama kendaraan pribadi, bus, dan kendaraan angkutan barang yang menggunakan koridor tersebut sebagai jalur utama menuju penyeberangan Jawa–Bali. Tingginya aktivitas kendaraan keluar-masuk kawasan pelabuhan serta hambatan samping di sekitar ruas jalan menyebabkan kapasitas efektif pendekat berkurang sehingga antrean kendaraan menjadi lebih panjang [12].

Berdasarkan kondisi tersebut, dirancang sistem pengaturan lampu lalu lintas adaptif sebagai alternatif pengelolaan lalu lintas. Konsep utama sistem adaptif adalah memberikan waktu hijau yang lebih fleksibel sesuai dengan kondisi lalu lintas pada setiap pendekat. Pada saat antrean kendaraan meningkat pada pendekat Selatan–Utara, sistem memberikan prioritas waktu hijau yang lebih panjang sehingga kendaraan dapat terlayani lebih banyak dalam satu siklus sinyal. Sebaliknya, apabila volume kendaraan pada pendekat tersebut menurun, maka durasi waktu hijau dapat dikurangi dan dialihkan kepada pendekat lain yang memiliki kebutuhan pelayanan lebih besar [13].

Penerapan konsep tersebut diharapkan mampu mengurangi pembentukan antrean kendaraan karena distribusi waktu sinyal menjadi lebih proporsional terhadap kondisi lalu lintas. Selain itu, penyesuaian waktu hijau secara dinamis juga berpotensi mengurangi tundaan kendaraan, memperkecil waktu berhenti, serta meningkatkan kelancaran arus lalu lintas pada seluruh pendekat [14].

Dibandingkan dengan sistem pengaturan waktu tetap (fixed time), sistem lampu lalu lintas adaptif memiliki keunggulan karena mampu merespons perubahan volume lalu lintas yang terjadi pada jam-jam tertentu, seperti pagi hari ketika kendaraan mulai menuju pelabuhan maupun sore hari ketika terjadi peningkatan aktivitas perjalanan dan distribusi logistik [15]. Dengan demikian, pembagian waktu sinyal tidak bersifat tetap, tetapi mengikuti kondisi aktual lalu lintas sehingga penggunaan kapasitas simpang menjadi lebih efisien [16].

Meskipun penelitian ini telah menghasilkan rancangan sistem pengaturan lampu lalu lintas adaptif, efektivitas penerapannya tetap memerlukan pengujian lebih lanjut melalui simulasi skenario adaptif pada perangkat lunak PTV VISSIM. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengevaluasi perubahan parameter kinerja lalu lintas, seperti panjang antrean, tundaan kendaraan, tundaan berhenti, dan jumlah kendaraan berhenti setelah dilakukan perubahan pengaturan waktu sinyal [17]. Dengan demikian, rancangan yang diusulkan dapat dinilai secara kuantitatif sebelum diterapkan pada kondisi lapangan [18].

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekat Jalan Gatot Subroto arah Selatan–Utara merupakan pendekat yang memerlukan prioritas penanganan dalam

pengaturan lalu lintas [19]. Oleh karena itu, penerapan sistem lampu lalu lintas adaptif diharapkan menjadi salah satu alternatif yang dapat meningkatkan kinerja koridor strategis menuju Pelabuhan Ketapang melalui pengelolaan waktu sinyal yang lebih responsif terhadap perubahan kondisi lalu lintas.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM, kondisi lalu lintas pada koridor Jalan Gatot Subroto menunjukkan bahwa pendekat Selatan–Utara menuju Pelabuhan Ketapang merupakan pendekat dengan tingkat kepadatan tertinggi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai Queue Length sebesar 111,30 m, Queue Length Maximum sebesar 210,41 m, Vehicle Delay sebesar 38,01 detik, Stop Delay sebesar 6,25 detik, serta nilai Stops tertinggi dibandingkan pendekat lainnya. Sementara itu, pendekat Utara–Selatan dan pintu keluar Pelabuhan Ketapang memiliki kondisi lalu lintas yang relatif lebih lancar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tingginya antrean dan tundaan pada pendekat menuju Pelabuhan Ketapang dipengaruhi oleh besarnya arus kendaraan yang menuju kawasan pelabuhan serta tingginya aktivitas kendaraan keluar-masuk kawasan pelabuhan dan hambatan samping di sekitar ruas jalan. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan kinerja lalu lintas pada pendekat Selatan–Utara dibandingkan pendekat lainnya.

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting, dirancang suatu konsep sistem pengaturan lampu lalu lintas adaptif yang memprioritaskan pemberian waktu hijau pada pendekat dengan tingkat kepadatan tertinggi. Rancangan tersebut menggunakan parameter volume kendaraan, panjang antrean, panjang antrean maksimum, tundaan kendaraan, tundaan berhenti, dan jumlah kendaraan berhenti sebagai dasar penyesuaian waktu sinyal. Dengan pendekatan tersebut, sistem diharapkan mampu mengoptimalkan distribusi waktu sinyal sesuai kondisi lalu lintas sehingga berpotensi meningkatkan kelancaran arus kendaraan pada koridor menuju Pelabuhan Ketapang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penelitian dan penyusunan artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta semangat selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi atas ilmu, pengalaman, dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan. Selanjutnya, penulis menyampaikan apresiasi kepada pihak-pihak terkait yang telah memberikan izin, data, serta bantuan selama proses pengumpulan data penelitian di kawasan Jalan Gatot Subroto dan Pelabuhan Ketapang Banyuwangi. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman serta semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan

manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang rekayasa transportasi dan manajemen lalu lintas.

REFERENSI

- [1] Aryadewi, N. K. C. (2024). *Upaya Peningkatan Kinerja Simpang Bersinyal dengan Metode PKJI 2023 dan PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang 4 Gardujati–Sudirman)*. Politeknik Transportasi Darat Bali. <https://digilib.poltradabali.ac.id/id/eprint/57/>
- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/09pbm2023-pedoman-kapasitas-jalan-indonesia->
- [3] Desta, R., & Bräunl, T. (2021). Simulating the Performance of Integrated Bus Priority Signal Control Using VISSIM Microsimulation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 102804. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00707>
- [4] Farida, I., Mulyana, S., & Al Fadhillah, M. Y. (2026). Penerapan Area Traffic Control System Berbasis Hasil Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal. *Jurnal Konstruksi*, 24(1), 819–830. doi: <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.24-1.2851>
- [5] Kurniawan, H., & Farida, I. (2026). Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Akibat Pembangunan Landmark Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PKJI 2023 dan PTV VISSIM. *Jurnal Konstruksi*, 24(1), 790–797. doi: <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.24-1.2783>
- [6] Nugraha, D., Zhafirah, A., & Lawalata, G. M. (2026). Penurunan Derajat Kejenuhan Simpang Tak Bersinyal 15 Tahun Menggunakan PKJI 2023 dan PTV VISSIM. *Jurnal Konstruksi*, 24(1), 843–851. doi: <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.24-1.2258>
- [7] Dayudinata, S., Efendy, A., Fitrayudha, A., & Isfanari. (2026). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Akibat Penerapan Sistem Jalan Satu Arah Menggunakan PKJI 2023 dan Simulasi PTV VISSIM. *Jurnal Konstruksi*, 24(1), 221–231. doi: <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.24-1.3422>
- [8] Finkelberg, I., Petrov, T., Gal-Tzur, A., Zarkhin, N., Pocta, P., Kovacicova, T., Buzna, L., Dado, M., & Toledo, T. (2021). The Effects of Vehicle-to-Infrastructure Communication Reliability on Performance of Signalized Intersection Traffic Control. *Journal Electrical Engineering and Systems Science* doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.05285>
- [9] Kwesiga, D. K., Guin, A., & Hunter, M. (2025). Adaptive Traffic Signal Control Based on Multi-Agent Reinforcement Learning: Case Study on a Simulated Real-World Corridor. *Journal Computer Science*. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.02189>
- [10] Rijaluddin, A., Juliar, E., & Kamaludin. (2026). Performance Evaluation of an Unsignalized Four-Leg Intersection and Traffic Signal Planning Using PTV VISSIM: A Case Study of Panjalin Intersection, Majalengka. *J-ENSISTEC (Journal of Engineering and Sustainable Technology)*, 12(2). doi: <https://doi.org/10.31949/j-ensistec.v12i02.18745>
- [11] Irmawandi, R., Fauzan, M., Maulani) Emi, Afra, L., & Yuslinda). (2024). Analisis Kemacetan Lalu-Lintas Pada Jam Antar Dan Jemput Sekolah Di Kawasan Pendidikan (Studi Kasus: Jalan Samudera Kota Lhokseumawe). *Jurnal Sistem Informasi*, 108–117. doi: <https://doi.org/10.29103/sisfo.v8i2.20776>
- [12] Karakteristik, A., Lalu, A., Dan, L., Ruas, P., Koti, J., & Jayapura, K. (n.d.). Analysis of Traffic Flow Characteristic and Service Level of Koti. 12(1). doi: <https://doi.org/10.52920/jttl.v5i1.267>
- [13] Larasati, E., & Puspitasari, I. (2022). Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Penyebrangan Di PelabuhanKetapang-Gilimanuk Pada Lebaran Idul Fitri Tahun 2022. *Jurnal Ilmiah Sinteks*, 12(2), 88–94. <https://jurnal.stt.web.id/index.php/teknik/article/view/180>

- [14] Noerdiansyah, N., Aprianto, R., & Siswanto, J. (2025). Optimalisasi Kinerja Ruas Jalan Dengan Metode PKJI 2023 dan Aplikasi PTV Vissim. *Jurnal Teknik*, 23(1), 42–58. doi: <https://doi.org/10.24167/gsmart.v8i1.11477>
- [15] Novianto, H. (2020). Analisis Kemacetan Lalu Lintas Akibat Parkir di Badan Jalan. *De'Teksi-Jurnal Teknik Sipil Unigoro*, 5(2), 19–29. <http://ojs.ejournalunigoro.com/index.php/DeTeksi/article/view/261>
- [16] Pakpahan, M. J., & Susilo, B. H. (2021). Studi Waktu Perjalanan Dan Tundaan Dengan Aplikasi Vissim Pada Ruas Jalan a.H. Nasution. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 125–144. <https://doi.org/10.28932/jts.v17i2.2880>
- [17] Pangestu, R. K. F., Herianto, D., & Putra, S. (2025). Analisis Kinerja Simpang Takbersinyal Menggunakan Aplikasi Ptv Vissim (Studi Kasus Simpang Jalan Pulau Sebesi-Jalan H. I. Madang-Jalan Prof. D. R. Hamka). *Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 99–110. doi: <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.24-1.3422>
- [18] Putra, A. A., & Risdianto, Y. (2023). Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Raya Menganti Lidah Kulon Surabaya. *Jurnal Rekats: Rekayasa Teknik Sipil*, 11(2), 1–10. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/53279>
- [19] Rizkyandy, B. (2023). Evaluasi Kerusakan Jalan Serta Rencana Anggaran Biaya Pemeliharaan Pada Ruas Jalan Nasional Bajulmati (Bts. Kab. Situbondo), 2(1). <http://eprints.itn.ac.id/13280/>