

ANALISIS PENERAPAN SISTEM CERDAS DALAM MANAJEMEN LALU LINTAS BERBASIS REAL-TIME

Muhammad Rafi Salman¹, Daffa Islam Fatahillah², Adhika Tyo Ferdiansyah³, Dewi Oktafiani⁴,
Achmad Nur Sholeh⁵

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Informatika STMIK Amikom Surakarta

⁵ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang.

Email: zkelfi01@gmail.com¹, fatahdaffa1616@gmail.com²,
adhikaferdiansyah44@gmail.com³, dewioktafiani@dosen.amikomsolo.ac.id⁴,
dosen01531@unpam.ac.id⁵

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel

Diterima 15 Agustus 2025

Direvisi 20 Agustus 2025

Diterbitkan 22 Agustus 2025

Kata Kunci

Sistem Transportasi

Cerdas

Sistem Pengendalian Lalu

Lintas Terpusat

Data waktu nyata

kota pintar

ABSTRAK

Integrasi sistem cerdas dalam manajemen lalu lintas perkotaan merupakan strategi penting untuk mengatasi permasalahan kemacetan di wilayah metropolitan. Penelitian ini mengkaji penerapan sistem lalu lintas pintar berbasis data real-time di Kota Surakarta, dengan fokus pada implementasi Area Traffic Control System (ATCS). Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur dan analisis dokumentasi dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan ATCS memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan efisiensi arus lalu lintas di beberapa persimpangan utama. Namun demikian, keterbatasan infrastruktur dan sumber daya manusia masih menjadi tantangan yang perlu diatasi. Oleh karena itu, pengembangan berkelanjutan dan peningkatan kapasitas teknis diperlukan agar sistem ini dapat dioptimalkan secara maksimal serta mendukung pencapaian visi kota pintar (smart city).

1. Pendahuluan

Permasalahan lalu lintas menjadi tantangan utama dalam pembangunan kota modern, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Pertumbuhan kendaraan bermotor, khususnya kendaraan pribadi, terus meningkat dari tahun ke tahun. Sayangnya, pertumbuhan ini tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas dan kualitas infrastruktur jalan. Akibatnya, kemacetan menjadi fenomena harian yang sulit dihindari, terutama di wilayah pusat aktivitas seperti kawasan bisnis, pendidikan, dan wisata.

Kemacetan yang kronis tidak hanya berdampak pada waktu tempuh dan kenyamanan pengguna jalan, tetapi juga menimbulkan beban ekonomi yang signifikan, seperti meningkatnya konsumsi bahan bakar, polusi udara, stres pengemudi, serta menurunnya produktivitas masyarakat. Jika tidak ditangani dengan tepat, permasalahan ini dapat memperburuk kualitas hidup masyarakat kota dan menurunkan daya saing wilayah tersebut. Salah satu akar dari ketidakefisienan sistem lalu lintas di Indonesia adalah masih dominannya penggunaan sistem pengaturan lalu lintas konvensional. Sebagian besar lampu lalu lintas masih menggunakan pengaturan waktu tetap (fixed-time), tanpa mempertimbangkan kondisi lalu lintas yang sesungguhnya di lapangan. Hal ini menyebabkan sistem menjadi tidak adaptif dan tidak mampu merespons fluktuasi volume kendaraan secara real-time.

Untuk menjawab tantangan ini, dibutuhkan pendekatan modern melalui penerapan Sistem Transportasi Cerdas (Intelligent Transportation System/ITS). ITS merupakan integrasi teknologi komunikasi, sensor, pemrosesan data, dan kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan kenyamanan lalu lintas. Kunci utama dari sistem ini terletak pada pemanfaatan data real-time, yaitu data lalu lintas yang dikumpulkan dan diproses secara langsung dari lapangan, guna mendukung pengambilan keputusan yang cepat, tepat, dan berbasis fakta aktual.

Data real-time dapat diperoleh melalui berbagai sumber, seperti kamera CCTV, sensor kendaraan, GPS, dan aplikasi navigasi digital. Data ini kemudian dianalisis untuk memetakan kondisi lalu lintas terkini, memprediksi kemacetan, mengatur durasi lampu lalu lintas secara dinamis, serta memberikan peringatan dini terhadap potensi kecelakaan atau kepadatan. Dengan sistem ini, manajemen lalu lintas tidak lagi bersifat reaktif, tetapi dapat menjadi proaktif dan prediktif.

Beberapa kota besar di dunia, seperti Tokyo, Seoul, dan Singapura telah membuktikan efektivitas sistem cerdas berbasis data real-time dalam meningkatkan efisiensi lalu lintas. Di Indonesia, kota seperti Jakarta, Bandung, dan Surabaya telah mengembangkan platform ITS masing-masing, meskipun tingkat integrasinya masih bervariasi [3][5].

Surakarta sebagai kota budaya dan pariwisata, kini menghadapi peningkatan signifikan dalam mobilitas kendaraan, khususnya pada simpang-simpang utama seperti Gladag, Gading, dan Jalan Slamet Riyadi. Meski tergolong kota menengah, kebutuhan akan sistem manajemen lalu lintas yang adaptif menjadi semakin mendesak. Pemerintah Kota Surakarta telah memulai beberapa inisiatif, seperti pemasangan CCTV, sistem e-parking, dan integrasi dengan aplikasi navigasi. Namun demikian, upaya-upaya ini masih bersifat terfragmentasi dan belum membentuk satu kesatuan sistem berbasis data real-time yang terkoordinasi secara optimal.

Melalui penelitian ini, penulis melakukan analisis terhadap penerapan sistem cerdas berbasis data real-time di Kota Surakarta, dengan menyoroti potensi, tantangan, serta langkah strategis yang dapat dilakukan untuk mewujudkan sistem lalu lintas yang lebih efisien, responsif, dan mendukung transformasi menuju smart city.

2. Kajian Literatur dan Hipotesis

Kajian literatur mengenai penerapan sistem transportasi cerdas (Intelligent Transportation System/ITS) menunjukkan bahwa teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan lalu lintas di perkotaan. Maulana dan Dewi (2021) menjelaskan bahwa pemanfaatan kecerdasan buatan dalam manajemen lalu lintas dapat memberikan respons adaptif terhadap dinamika kendaraan, sementara Susanti dan Nugroho (2020) menekankan pentingnya ITS sebagai salah satu pilar dalam implementasi konsep smart city. Selanjutnya, Yuliana dan Hidayat (2021) menemukan bahwa penggunaan perangkat berbasis IoT dalam monitoring lalu lintas memungkinkan tersedianya data real-time yang akurat untuk perencanaan transportasi. Hal ini diperkuat oleh penelitian Saputra dan Kurniawan (2020) yang menunjukkan bahwa pengelolaan lalu lintas berbasis data real-time meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan, khususnya dalam pengaturan sinyal lalu lintas. Penelitian lain oleh Nugroho dan Rahmadani (2020) membuktikan efektivitas Command Center dalam memperbaiki koordinasi dan

pengawasan lalu lintas, sementara Widodo (2021) menunjukkan bahwa penerapan sistem e-parking digital mampu mengurangi parkir liar dan meningkatkan efisiensi pengelolaan parkir di kawasan perkotaan.

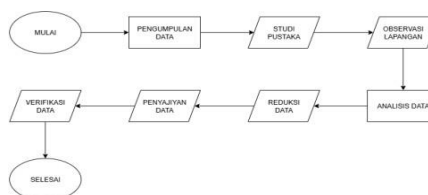
Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini merumuskan hipotesis bahwa penerapan sistem cerdas berbasis data real-time berpengaruh positif terhadap peningkatan efisiensi manajemen lalu lintas di Kota Surakarta. Selain itu, diasumsikan pula bahwa keterbatasan infrastruktur, pendanaan, serta partisipasi masyarakat berpengaruh signifikan terhadap optimalisasi penerapan sistem cerdas dalam mendukung manajemen lalu lintas yang efektif.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif dengan metode studi kasus untuk menganalisis penerapan sistem cerdas dalam manajemen lalu lintas berbasis data real-time di Kota Surakarta. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memahami secara mendalam bagaimana teknologi diterapkan dalam konteks lokal, termasuk kesiapan infrastruktur, efektivitas sistem, dan respon pengguna jalan.

Jenis dan Pendekatan Penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif, di mana data dikumpulkan secara naturalistik dan dianalisis secara induktif. Tujuannya bukan untuk menguji hipotesis tertentu, tetapi untuk memperoleh pemahaman mendalam terhadap fenomena penerapan sistem cerdas dalam lalu lintas kota.

1. Teknik Pengumpulan Data: Penelitian ini menggabungkan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

a. Studi Pustaka (*Literature Review*)

Studi pustaka dilakukan dengan menelaah berbagai jurnal ilmiah, laporan pemerintah, dokumen perencanaan transportasi, artikel berita, dan publikasi akademik terkait penerapan Intelligent Transportation System (ITS). Kajian ini membantu peneliti memahami konsep-konsep dasar ITS, contoh implementasi di kota lain, serta best practices yang relevan dengan konteks lokal [10], [11].

b. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan secara langsung di beberapa titik lalu lintas padat di Kota Surakarta, seperti: Simpang Gladag, pusat akses wisata dan perdagangan, Simpang Purwosari, jalur utama Solo–Yogyakarta, Jalan Slamet Riyadi, koridor utama kota, Pasar Klewer.

Pengamatan difokuskan pada keberadaan dan kondisi perangkat teknologi seperti CCTV, lampu lalu lintas adaptif, sistem parkir elektronik, serta perilaku pengguna jalan dalam merespons teknologi tersebut [12].

2. Teknik Analisis Data: Data yang terkumpul dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman yang terdiri dari tiga tahap utama [13] :
 - a. Reduksi Data
Proses memilih, memfokuskan, dan menyederhanakan data mentah dari hasil observasi, dokumentasi, dan wawancara untuk menemukan tema utama seperti manfaat teknologi, hambatan, dan persepsi masyarakat.
 - b. Penyajian Data
Penyajian dilakukan dalam bentuk tabel, narasi tematik, dan peta visualisasi untuk menggambarkan kondisi lalu lintas dan distribusi sistem cerdas di kota.
 - c. Penarikan Kesimpulan dan Verifikasi
Setelah data dianalisis, kesimpulan ditarik secara induktif. Validasi dilakukan dengan triangulasi sumber, yaitu membandingkan informasi dari dokumen, observasi, dan wawancara.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kondisi Eksisting Lalu Lintas Kota Surakarta

Kota Surakarta merupakan salah satu kota berkembang dengan intensitas mobilitas masyarakat yang tinggi. Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Surakarta tahun 2023, jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi di wilayah ini telah mencapai lebih dari 450.000 unit, yang didominasi oleh sepeda motor (68%) dan mobil pribadi (22%) [12].

Beberapa simpang utama seperti Simpang Gladag, Simpang Purwosari, Jalan Slamet Riyadi, dan Pasar Klewer kerap menjadi titik kemacetan, terutama pada jam-jam sibuk, akhir pekan, dan saat berlangsungnya acara besar seperti Solo Batik Carnival. Pengaturan lalu lintas di kota ini sebagian besar masih dilakukan secara manual atau berbasis siklus tetap, sehingga kurang mampu menyesuaikan dengan dinamika lalu lintas secara real-time.

4.2 Implementasi Teknologi Sistem Cerdas

Untuk merespons kebutuhan manajemen lalu lintas yang lebih efisien dan adaptif, Pemerintah Kota Surakarta telah mulai menerapkan berbagai komponen dari Intelligent Transportation System (ITS). Beberapa teknologi yang telah diterapkan antara lain :

1. CCTV dan Command Center
Lebih dari 80 unit CCTV aktif dipasang di simpang-simpang utama. Sistem ini terintegrasi ke Command Center Dishub Surakarta, memudahkan pemantauan real-time dan respons cepat terhadap insiden lalu lintas.
2. Sistem E-Parking Digital
Sistem e-parking telah diterapkan di beberapa ruas padat, seperti Jalan Gatot Subroto dan kawasan Pasar Gede. Sistem ini memanfaatkan pembayaran non-tunai berbasis QRIS dan telah menurunkan tingkat parkir liar di kawasan tersebut
3. Integrasi Aplikasi Navigasi
4. Walaupun bukan inisiatif langsung pemerintah, aplikasi seperti Google Maps, Waze, dan Grab telah mendukung pengemudi dalam memilih jalur tercepat berdasarkan data kemacetan yang diperoleh secara real-time dari pengguna lain.

5. Lampu Lalu-lintas Semi Adaptive

Sebagian lampu lalu lintas di Surakarta mulai menggunakan sistem semi-adaptif yang mengandalkan kamera dan sensor arus kendaraan. Uji coba awal telah dilakukan di persimpangan Jalan Slamet Riyadi dan Jalan Adi Sucipto, meskipun penerapannya masih terbatas karena keterbatasan jaringan dan perangkat.

4.3 Manfaat dan Dampak Teknologi Cerdas

Hasil observasi dan konfirmasi lapangan menunjukkan manfaat nyata dari sistem cerdas yang diterapkan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 Hasil Observasi Sistem Cerdas

ASPEK	MANFAAT
Efisiensi pengawasan	CCTV memungkinkan pemantauan kondisi lalu lintas secara cepat dan akurat, mempermudah deteksi kecelakaan atau kemacetan
Ketertiban	Sistem e-parking menurunkan pelanggaran parkir liar dan meningkatkan pendapatan retribusi parkir secara transparan
Informasi lalu lintas	Aplikasi navigasi memberikan panduan rute tercepat dan estimasi waktu tempuh berbasis kondisi nyata
Modernisasi pelayanan	Penggunaan sistem digital menciptakan tata kelola lalu lintas yang lebih profesional dan berbasis data

4.4 Manfaat dan Dampak Teknologi Cerdas

Penerapan ITS di Surakarta tidak lepas dari berbagai tantangan, yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 2 Pengelompokan Hambatan

KATEGORI	DESKRIPSI HAMBATAN
Infrastruktur	Belum semua simpang dilengkapi sensor; jaringan internet masih tidak stabil di beberapa lokasi
Pendanaan	Keterbatasan APBD dalam menyediakan dan memelihara perangkat ITS modern seperti AI-based traffic signal
SDM dan teknis	Kebutuhan pelatihan SDM untuk mengoperasikan dashboard ITS dan membaca analitik data
Integrasi sistem	Belum ada platform terpadu yang menggabungkan data dari CCTV, e-parking, dan laporan warga

Partisipasi publik	Kurangnya edukasi kepada masyarakat tentang manfaat ITS menyebabkan resistensi terhadap sistem baru
--------------------	---

4.5 Perbandingan dengan Kota Lain

Sebagai perbandingan, Kota Bandung telah mengembangkan Bandung Command Center dengan integrasi sistem pelaporan masyarakat dan data lalu lintas. Surabaya juga meluncurkan sistem ITS dengan lampu lalu lintas adaptif berbasis AI. Dibandingkan dua kota besar tersebut, Surakarta masih dalam tahap awal, namun memiliki arah perkembangan yang positif melalui berbagai pilot project dan inisiatif digitalisasi.

4.6 Implikasi Terhadap Manajemen Transportasi Kota

Implementasi ITS di Surakarta memiliki potensi besar dalam: Mengurangi kemacetan, melalui data real-time yang mendorong pengambilan keputusan cepat, Meningkatkan keselamatan, dengan respon lebih cepat terhadap kecelakaan atau pelanggaran, Mendorong smart governance, melalui transparansi layanan publik dan pelaporan digital. Ke depan, integrasi antar sistem serta partisipasi publik menjadi kunci dalam mewujudkan tata kelola lalu lintas yang lebih cerdas dan berkelanjutan

5. Kesimpulan dan Saran

Penerapan sistem cerdas dalam manajemen lalu lintas di Kota Surakarta sudah mulai terlihat melalui penggunaan teknologi seperti CCTV, sistem e-parking, integrasi aplikasi navigasi, dan uji coba lampu lalu lintas semi-adaptif. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah kota mulai mengarah ke pengelolaan lalu lintas berbasis teknologi digital. Manfaat seperti peningkatan pengawasan, pengurangan pelanggaran parkir, serta akses informasi lalu lintas secara real-time sudah mulai dirasakan oleh masyarakat. Namun demikian, proses ini masih menghadapi berbagai tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, minimnya anggaran, belum optimalnya integrasi sistem, serta kurangnya literasi dan partisipasi masyarakat terhadap teknologi yang digunakan.

Agar sistem ini bisa berjalan lebih maksimal, pemerintah perlu meningkatkan jumlah dan kualitas infrastruktur teknologi, khususnya pada titik-titik rawan kemacetan. Selain itu, pelatihan bagi petugas dan peningkatan literasi masyarakat terhadap teknologi lalu lintas juga penting untuk dilakukan. Ke depannya, akan lebih baik jika semua sistem dapat diintegrasikan dalam satu platform pintar yang memudahkan monitoring dan pengambilan keputusan. Kolaborasi antara pemerintah, pihak swasta, dan masyarakat juga menjadi kunci untuk membangun manajemen lalu lintas yang lebih efisien dan berkelanjutan di Kota Surakarta.

Daftar Pustaka

1. DINAS PERHUBUNGAN KOTA SURAKARTA, Data Jumlah Kendaraan di Kota Surakarta Tahun 2023. Surakarta: Dinas Perhubungan, 2023.
2. MAULANA DAN S. R. DEWI, "Penggunaan Artificial Intelligence dalam Sistem Manajemen Lalu Lintas Perkotaan," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 9, no. 1, pp. 12– 20, 2021.

3. L. SUSANTI DAN R. NUGROHO, "Konsep Smart City dan Tantangan Implementasinya di Indonesia," Jurnal Administrasi Publik, vol. 5, no. 2, pp. 99–107, 2020.
4. Yuliana dan M. F. Hidayat, "Sistem Cerdas Berbasis IoT untuk Monitoring Lalu Lintas Jalan Raya," Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi, vol. 8, no. 2, pp. 45–52, 2021.
5. H. SAPUTRA DAN D. KURNIAWAN, "Analisis Manajemen Lalu Lintas Berbasis Data RealTime Menggunakan Teknologi Sensor," Jurnal Informatika dan Sistem Cerdas, vol. 7, no. 1, pp. 30–38, 2020.
6. S. NUGROHO DAN L. RAHMADANI, "Analisis Efektivitas Command Center terhadap Pengelolaan Lalu Lintas Kota," Jurnal Transportasi dan Infrastruktur Kota, vol. 6, no. 3, pp. 112–120, 2020.
7. R. F. WIDODO, "Pengaruh Sistem E-Parking terhadap Efisiensi Manajemen Parkir di Kawasan Pasar Tradisional," Jurnal Ilmu Administrasi Publik, vol. 7, no. 1, pp. 55–62, 2021.
8. D. R. PRADANA, "Pemanfaatan Google Maps dan Waze sebagai Sumber Data Real-Time Lalu Lintas," Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, vol. 5, no. 1, pp. 20–25, 2022.
9. B. PRASETYO, R. ADITYA, DAN S. FADHILAH, "Implementasi Smart Traffic Management Berbasis IoT untuk Mengurangi Kemacetan di Perkotaan," Jurnal Sistem Informasi dan Komputer, vol. 11, no. 2, pp. 45–52, 2022.
10. H. SUTRISNO DAN D. KURNIAWAN, "Penerapan Sistem Adaptive Traffic Light Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2021.
11. A. KARTIKA DAN E. SANTOSO, "Studi Kasus Penerapan Smart City di Kota Bandung dan Implikasinya terhadap Tata Kelola Kota," Jurnal Smart City Indonesia, vol. 4, no. 2, pp. 73–80, 2020.
12. Pemerintah Kota Surakarta, Perkembangan Infrastruktur Digital Kota Surakarta 2022. Surakarta: Bappeda, 2022.
13. Pratama, S., & Ilpandari, I. (2025). *Sistem Analisis Simpang Tak Bersinyal Berbasis Machine Learning untuk Memprediksi Kepadatan Lalu Lintas*. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 8(3). <https://doi.org/10.32672/jnkti.v8i3.9227>