

Sistem Panduan Pengemudi Di Jalan Tol Jakarta-Cikampek Berbasis Website

Website-Based Driver Guidance System on Jakarta-Cikampek Toll Road

Ananda Natasya Winta¹, Arifah Novinda Kusuma Wandani², Hasna Nafisah³

^{1,2,3}Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Kota Tegal, Indonesia

¹anandawinta@gmail.com, ²arifah.novinda@gmail.com, ³hasnanafisah1701@gmail.com

Abstrak

Sistem Panduan Pengemudi di Jalan Tol Jakarta-Cikampek merupakan upaya modernisasi untuk mendukung keselamatan dan efisiensi pengemudi pada ruas jalan tol Jakarta-Cikampek. Sistem panduan pengemudi di jalan tol telah diimplementasikan melalui pemasangan kamera pemantau kecepatan (speed cameras) dan rambu pembatas kecepatan sebagai upaya menekan angka kecelakaan lalu lintas. Sistem bertujuan untuk memberi arahan kepada pengemudi dalam berkendara khususnya di jalan tol Jakarta-Cikampek dengan implementasi sistem panduan berbasis teknologi informasi seperti CCTV, Variable Message Sign (VMS), serta integrasi melalui aplikasi navigasi. Penulis berargumen bahwa sistem ini dapat bekerja secara maksimal dalam memberi arahan dalam mengemudi di jalan tol. Metode yang digunakan dalam sistem panduan pengemudi ini menggunakan metode Waterfall. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem panduan telah meningkatkan kesadaran pengemudi terhadap kondisi lalu lintas serta rambu-rambu lalu lintas secara real-time, mengurangi kemacetan di beberapa titik rawan, dan membantu mengambil keputusan rute secara cepat dan tepat. Sistem panduan pengemudi masih terkendala dalam hal keterbatasan jangkauan teknologi serta integrasi data antar lembaga. Sistem merekomendasikan terkait sistem aplikasi navigasi dengan konteks di dalamnya yang lebih mendukung untuk memandu pengemudi melalui navigasi suara.

Kata kunci: Jalan Tol, Keselamatan Berkendara, Rambu Pembatas Kecepatan, Aplikasi Navigasi

Abstract

The Driver Guidance System on the Jakarta-Cikampek Toll Road is a modernization effort to support driver safety and efficiency on the Jakarta-Cikampek Toll Road. The driver guidance system on toll roads has been implemented through the installation of speed cameras and speed limiter signs as an effort to reduce the number of traffic accidents. This system aims to provide direction to drivers in driving, especially on the Jakarta-Cikampek toll road, with the implementation of information technology-based guidance systems such as CCTV, Variable Message Sign (VMS), and integration through applications. The author argues that this system can work optimally in giving directions while driving on the toll road. The method used in this driver guidance system is the Waterfall method. The analysis results show that the guidance system has increased driver awareness of traffic conditions and traffic signs in real time, reduced congestion at several critical points, and helped make quick and accurate route decisions. The driver guidance system still faces limitations in terms of technology reach and data integration across institutions. The system recommends a navigation application with a more supportive context to guide drivers through voice navigation.

Keywords: Toll Road, Driving Safety, Speed Limit Sign, Navigation Application

1. Pendahuluan

Bertambahnya jumlah kendaraan di berbagai ruas jalan di Indonesia turut berkontribusi terhadap peningkatan angka kecelakaan lalu lintas, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan langkah-langkah keselamatan jalan. Angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, dengan ratusan ribu kecelakaan yang melibatkan kendaraan pribadi maupun angkutan umum [1]. Peningkatan angka pertumbuhan lalu lintas yang terus meningkat setiap tahunnya yang tidak sebanding dengan peningkatan jumlah sarana transportasi menyebabkan kemacetan yang tidak dapat dihindari terutama di wilayah Jabodetabek dan wilayah kawasan industri [2]. Adanya peningkatan tersebut diperlukannya sistem sebagai pemandu bagi pengemudi yang berkendara di ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek.

Permasalahan utama yang mendasari pengembangan sistem panduan pengemudi ini, tingginya volume kendaraan yang tidak sebanding dengan kapasitas jalan, sehingga menimbulkan kemacetan lalu lintas dan berpotensi meningkatkan kecelakaan. Upaya konvensional seperti pemasangan CCTV dan rambu pembatas kecepatan dinilai belum mampu memberikan panduan berkendara secara *real-time* dan adaptif terhadap dinamika kondisi lalu lintas. Keterbatasan teknologi serta kurangnya koneksi antar instansi menyebabkan informasi yang disampaikan kepada pengguna jalan kerap terlambat dan tidak akurat. Ketidadaan sistem yang dapat memberikan navigasi suara, peringatan keselamatan, serta rekomendasi rute berbasis kondisi aktual menjadikan pengemudi kesulitan dalam

mengambil keputusan secara cepat dan tepat. Pengembangan sistem panduan pengemudi berbasis website yang terintegrasi dengan teknologi digital seperti CCTV, *Variable Message Sign* (VMS), dan peta digital interaktif, guna menyediakan informasi lalu lintas yang akurat, terkini, serta mendukung keselamatan dan efisiensi berkendara di ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek.

Sebagai prasarana jalan berbayar, jalan tol harus memiliki tingkat pelayanan dan keamanan yang lebih baik dari jalan umum sebagaimana diatur pada standar pelayanan minimum [3]. Jalan tol harus memberikan rasa aman bagi pengguna jalan salah satunya dengan mengembangkan sistem panduan bagi pengemudi yang akan melewati ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek. Peraturan Pemerintah No. 4/1978, pada 1 Maret 1978 Pemerintah mendirikan PT Jasa Marga (Persero) Tbk., yang mana tugas utama dari Jasa Marga yaitu merencanakan, membangun, mengoperasikan dan memelihara jalan tol dan fasilitas pendukungnya sehingga jalan tol dapat memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan jalan umum bebas tol [4].

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di wilayah Jabodetabek yang terus meningkat setiap tahunnya telah memberikan pengaruh besar pada infrastruktur transportasi, khususnya di jalan tol. Jalan tol sebagai jalan bebas hambatan memberikan perbedaan yang nyata dengan jalan biasa [5]. Jalan tol merupakan jalan yang dirancang secara khusus untuk mempersingkat waktu perjalanan dari satu tempat ke tempat lainnya, terutama pada jalur dengan tingkat kepadatan yang cukup padat [6]. Jalan Tol Jakarta-Cikampek merupakan jalur transportasi utama yang menghubungkan ibu kota dengan wilayah timur Pulau Jawa, dimana jalur tersebut merupakan jalur dengan tingkat kepadatan tertinggi di Indonesia. Ketidakseimbangan jumlah kendaraan yang terus meningkat setiap tahun bila dibandingkan dengan panjang ruas jalan yang pertumbuhannya tetap, menyebabkan kemacetan lalu lintas [6]. Pembangunan jalan tol diperlukan untuk mengurangi kemacetan yang terjadi di ruas jalan non-tol. Jalan tol Jakarta-Cikampek menjadi salah satu infrastruktur penting Nasional dan menjadi urat nadi transportasi yang penting menghubungkan dari wilayah Tangerang menuju Cikampek serta kota-kota lain di Pantai Utara Jawa (Pantura) [7].

Sistem Panduan Pengemudi terinspirasi dengan aplikasi yang berasal dari negara Shanghai, China yang bernama Baidu. Sistem ini menemukan bahwa Baidu memiliki keunggulan kompetitif dari segi layanan sesuai karakter masyarakat lokal, menawarkan manfaat, keunikan produksi, elemen perusahaan yang saling melengkapi, dan kesinambungan tujuan [8]. Kecanggihan sistem ini meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengemudi saat berkendara, terutama di jalan tol. Jalan tol memiliki zona darurat, area istirahat, dan pengawasan melalui CCTV serta sensor lalu lintas [9]. Pembuatan sistem ini juga mencakup penggunaan CCTV yang akan mempermudah layanan di jalan tol. CCTV berfungsi untuk merekam aktivitas di sepanjang jalan tol dan memberikan gambaran *real-time* kepada petugas untuk memantau kondisi lalu lintas. Walaupun penggunaan CCTV telah diterapkan di berbagai jalan tol, pengawasan secara manual seringkali terbatas dalam cakupan dan kecepatan respons terhadap kejadian yang terjadi. Sistem CCTV tradisional memerlukan pemantauan yang terus-menerus oleh petugas dan sangat bergantung pada pengamatan manusia yang rentan terhadap kelelahan atau kesalahan dalam mendeteksi kejadian yang kritis [10].

Penanganan daerah rawan kecelakaan tidak cukup hanya melalui perbaikan infrastruktur, tetapi juga perlu dilengkapi dengan pendekatan edukatif dan penegakan hukum [11]. Digitalisasi hadir sebagai solusi strategis untuk meningkatkan kinerja pelayanan, mempercepat akses informasi, mengoptimalkan operasional, serta memperbaiki pengalaman pengguna [12]. Pada sistem Panduan Pengemudi, CCTV dibuat dengan mengembangkan CCTV berbasis kecerdasan buatan (AI) guna mempermudah pemrosesan data. Sistem ini berfungsi untuk menganalisis gambar dan video secara otomatis, serta mendeteksi kejadian di ruas jalan yang berpotensi menimbulkan kemacetan maupun penutupan jalan sementara. Keberadaan sistem ini memungkinkan petugas mengambil tindakan dengan lebih cepat. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan *Variable Message Sign* (VMS) yang mempermudah pengemudi dalam menentukan rute yang tepat saat berkendara di jalan tol. Dengan vitur-vitur VMS serta rambu-rambu yang lengkap menggunakan perangkat pendukung *Voice Navigation* mampu membuat sistem ini menjadi sangat berguna bagi para pengemudi.

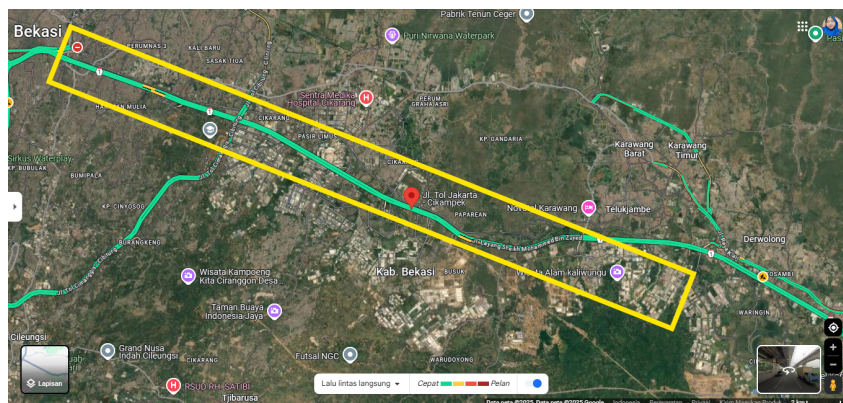
Jalan Tol Jakarta-Cikampek merupakan pintu awal untuk Trans Jawa. Setiap harinya rata-rata sebanyak 150.000 kendaraan melewati Jalan Tol Jakarta-Cikampek. Jalan Tol Jakarta Cikampek memiliki 3 lajur dan 2 jalur dimana normalnya hanya dilalui oleh 35.000 kendaraan/hari. Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan menghubungkan wilayah Jatiasih Bekasi dengan Sadang di Purwakarta. Tol Jakarta-Cikampek dilengkapi dengan 7 (tujuh) buah Gerbang Tol (GT) yakni, GT Jati Asih, GT Bantar Gebang, GT Setu, GT Sukaragam, GT Taman Mekar, GT Kutanegara, dan GT Sadang [13]. Mendukung kelancaran arus informasi kepada pengguna jalan, sistem informasi dan komunikasi di ruas Jalan Tol mencakup CCTV pada titik-titik strategis, spanduk informasi, *Variable Message Sign* (VMS), dan media komunikasi lainnya [14]. Pemasangan CCTV berbasis kecerdasan buatan (AI) di titik-titik ruas jalan tol yang diperlukan. Dengan pengaplikasian CCTV tersebut nantinya akan mempermudah petugas dalam memberi pantauan terkait aplikasi yang akan disambungkan ke dalam sistem pemandu bagi para pengemudi.

Sistem transportasi yang aman tidak hanya berkontribusi dalam kelancaran mobilitas masyarakat, tetapi juga mendukung pertumbuhan ekonomi serta kesejahteraan penduduk [15]. Transportasi memainkan peran penting dalam menunjang mobilitas dan pergerakan manusia yang semakin tinggi [16]. Proyek infrastruktur, terutama yang terkait dengan transportasi seperti jalan tol, dapat memiliki implikasi lingkungan dan sosial yang signifikan [17]. Tata kelola digital menjadi sarana yang penting untuk adaptasi terhadap lingkungan yang semakin dinamis dengan adanya transformasi digital [18].

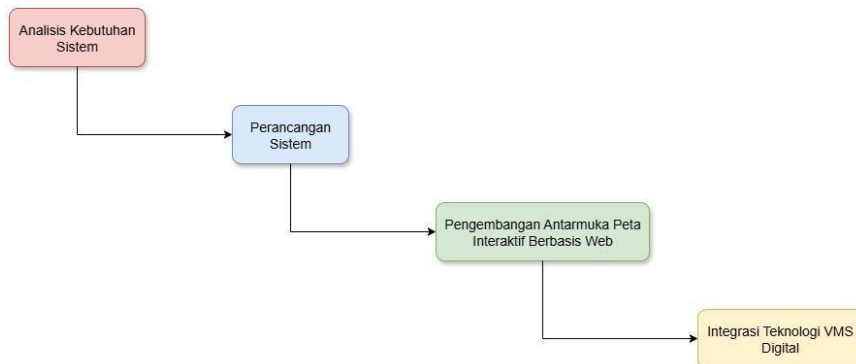
Dukungan CCTV pintar, pemasangan *Variable Message Sign* (VMS), serta penerapan *Voice Navigation* membentuk suatu sistem yang dirancang untuk membantu pengemudi saat berkendara di jalan tol. Penerapan sistem navigasi peta dalam bentuk rute GPS yang lebih akurat dan canggih [19]. Sistem *Assistance* merupakan sistem yang dirancang untuk memberikan bantuan kepada pengguna dalam menyelesaikan suatu tugas atau mencapai suatu tujuan. Sistem Panduan Pengemudi menampilkan informasi kondisi lalu lintas secara langsung, baik terkait kemacetan maupun penutupan jalan [20]. Sistem ini memperoleh data dari VMS dan mengintegrasikannya untuk memperbarui rute tercepat, membantu pengemudi mematuhi regulasi, serta memberikan peringatan kepada pengguna. Sistem ini akan menyesuaikan rute berdasarkan informasi dari VMS guna meningkatkan pengambilan keputusan rute oleh pengemudi. Dalam sistem ini dapat menampilkan peringatan darurat seperti adanya cuaca ekstrem ataupun yang lainnya. Sistem ini juga berfungsi untuk mengingatkan pengemudi agar menyesuaikan kecepatan kendaraan saat berkendara di jalan tol.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam pembuatan sistem panduan pengemudi di jalan tol berbasis web ini menggunakan metode waterfall. Beberapa tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, pengumpulan data spasial, pengembangan antarmuka peta interaktif berbasis web, serta integrasi teknologi VMS digital. Tahapan dilakukan secara sistematis agar memastikan sistem berjalan secara *real-time*, akurat, dan responsif disesuaikan untuk penggunaan pada ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek.



Gambar 1. Ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek



Gambar 2. Tabel Tahapan Utama Sistem Panduan Pengemudi di Jalan Tol Jakarta-Cikampek

2.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahapan pertama dengan menganalisis kebutuhan sistem. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan pengguna jalan tol, operator jalan tol, serta kebutuhan teknis dari sistem navigasi. Data diperoleh dengan

memeriksa informasi dari Badan Usaha Jalan Tol (BUJT). Kebutuhan yang didapat mencakup kondisi lalu lintas, kecepatan rata-rata kendaraan, posisi pemasangan kamera CCTV, titik-titik kemacetan, serta lokasi pemasangan VMS.

Kondisi lalu lintas Ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek saat ini terpantau ramai lancar, dengan beberapa titik kepadatan terutama di ruas Karawang Barat Km 43-Km 49 arah Cikampek, berdasarkan informasi dari Jasa Marga. Contraflow masih diberlakukan di beberapa titik untuk mengurai kepadatan [21]. Kendaraan pribadi dapat melaju antara 60-80 km/jam di jalur kanan, sementara kendaraan besar seperti truk memiliki pembatasan kecepatan dan jenis kendaraan yang boleh melintas (kumparan BISNIS, 2019). Posisi pemasangan kamera CCTV di Jalan Tol Jakarta-Cikampek, tersebar di beberapa titik kilometer (KM) dan arah (A atau B). Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) memasang kamera CCTV untuk memantau kondisi lalu lintas dan membantu dalam penegakan hukum seperti Electronic Traffic Law Enforcement (ETLE) [22].

2.2. Perancangan Sistem

Tahap kedua proses perancangan sistem. Tahap ini mencakup perancangan struktur menggunakan sistem manajemen basis data (DBMS) MySQL, serta skema rute navigasi kendaraan. Perancangan dilakukan menggunakan model Entity Relationship Diagram (ERD) untuk database dan diagram alur (flowchart) untuk menggambarkan proses interaksi pengguna dengan sistem. Sistem panduan pengemudi ini didesain juga lokasi strategis untuk pemasangan VMS digital yang nantinya akan terhubung langsung dengan data lalu lintas yang diperbarui secara *real-time*.

Pada tahap ini dilakukan pengolahan basis data menggunakan bahasa pemrograman PHP. Pendekatan ini memanfaatkan struktur data array PHP untuk menyimpan informasi rute dan rambu-rambu dalam bentuk multidimensi, yang kemudian diolah menggunakan perulangan untuk menghasilkan elemen-elemen HTML secara dinamis. Pengaplikasian ini menunjukkan koordinasi antara data lalu lintas dan informasi rambu secara *real-time* yang dipetakan dalam komponen HTML interaktif, mendukung pengembangan antarmuka sistem manajemen informasi jalan tol yang responsif dan interaktif.

2.3. Pengembangan Antarmuka Peta Interaktif Berbasis Web

Tahap ketiga pengembangan antarmuka peta interaktif berbasis web. Sistem Panduan Pengemudi dibangun menggunakan teknologi Javascript. Pengemudi akan dapat melihat posisi mereka secara *real-time*, memantau informasi VMS digital, serta memilih rute tercepat. VMS ditampilkan dalam bentuk notifikasi pada layar peta dan diprogram untuk memberikan informasi peringatan dalam bentuk suara maupun teks, batas kecepatan, serta kondisi lalu lintas yang padat.

2.4. Integrasi Teknologi VMS Digital

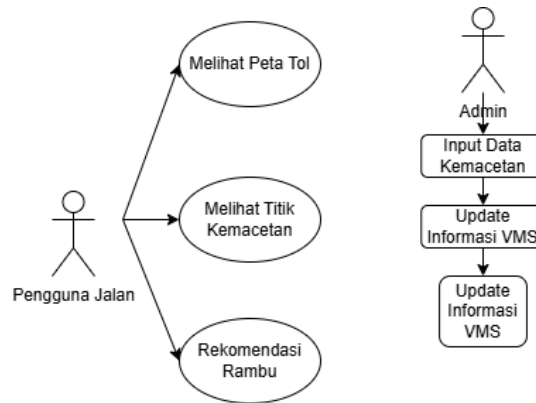
Selanjutnya, integrasi VMS berbasis *Internet of Things* (IoT) dilakukan ke dalam sistem. Sistem Panduan Pengemudi dikembangkan dalam bentuk antarmuka web yang memungkinkan pengguna melihat posisi kendaraan, kondisi lalu lintas, serta rekomendasi rute. Rambu dan elemen lalu lintas digital lainnya ditampilkan secara visual. Sistem ini memungkinkan operator tol memperbarui isi pesan VMS secara langsung melalui dasbor web. Pesan yang ditampilkan juga dapat disesuaikan secara otomatis berdasarkan analisis data lalu lintas menggunakan algoritma prediksi kemacetan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari Sistem Panduan Pengemudi berbasis website pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek mengintegrasikan beberapa teknologi informasi untuk mendukung keselamatan dan efisiensi lalu lintas khususnya pada ruas jalan tol. Sistem Panduan Pengemudi berbasis website ini dibuat untuk ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek yang menghasilkan sebuah platform interaktif yang berfokus pada sistem informasi lalu lintas *real-time*, dan *Variable Message Sign* (VMS) berbasis *Internet of Things* (IoT). Di dalam sistem ini menampilkan posisi kendaraan secara *real-time*, informasi lalu lintas terkini, serta tarif dan fasilitas yang ada pada tol Jakarta-Cikampek.

Pengembangan sistem ini dirancang fleksibel tinggi dari sisi operator. Operator jalan tol dapat memperbarui isi pesan pada VMS melalui dashboard web yang terhubung dengan sistem. Sistem mampu menyesuaikan isi pesan berdasarkan data lalu lintas yang terus diperbarui, memungkinkan informasi yang disampaikan bersifat dinamis dan sesuai dengan kondisi lapangan. Sistem ini berperan aktif sebagai *traffic assistance system* yang mengutamakan pada efisiensi dan keselamatan.

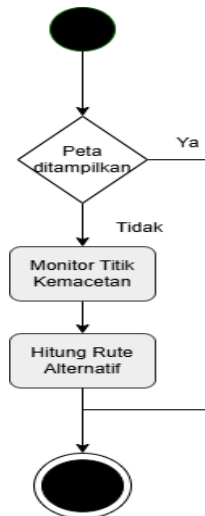
3.1. Hasil



Gambar 3. Table Usecase Diagram

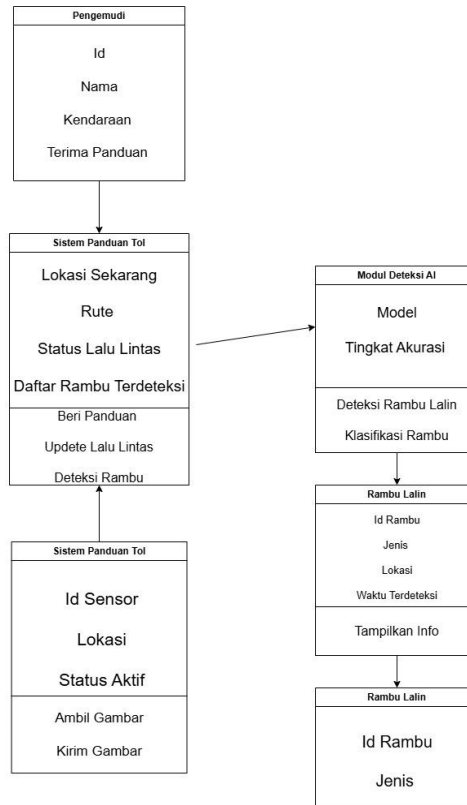
Pada bagian ini sistem panduan dirancang untuk melibatkan dua aktor utama, yaitu pengguna jalan dan admin. Sistem menyediakan antarmuka interaktif berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi visual mengetahui lokasi titik-titik kemacetan secara *real-time*, serta memperoleh rekomendasi rambu lalu lintas berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Tiga aktivitas ini dirancang untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi berkendara dengan menyajikan data yang relevan dan mudah dipahami oleh pengguna.

Admin berperan sebagai pengelola sistem yang bertanggung jawab dalam melakukan *input data kemacetan*, kemudian memperbarui informasi pada *Variable Message Sign (VMS)*. Proses pembaruan dilakukan secara berjenjang, admin terlebih dahulu mengumpulkan dan memverifikasi data lalu lintas, lalu menginput informasi tersebut ke dalam sistem, ditampilkan secara otomatis pada VMS untuk disampaikan kepada pengguna jalan. Diagram ini merepresentasikan pendekatan berbasis teknologi informasi yang responsif terhadap dinamika lalu lintas di jalan tol.



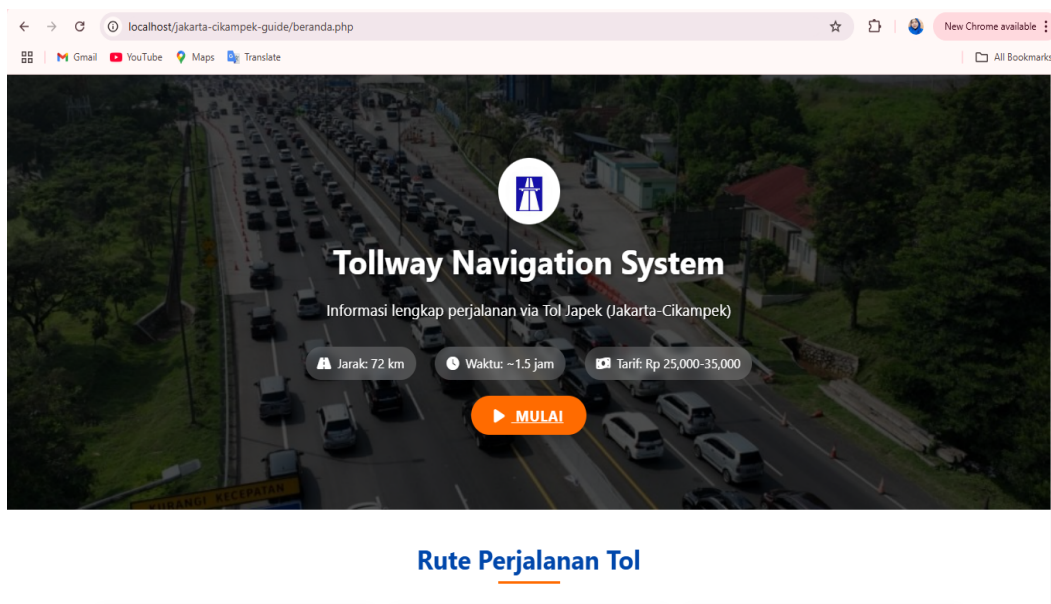
Gambar 4. Table Activity Diagram

Diagram ini menggambarkan alur aktivitas dari sistem panduan pengemudi di dalam proses pemantauan lalu lintas dan perhitungan rute alternatif. Proses diawali dengan kondisi sistem yang aktif, sistem akan mengecek apakah peta digital telah berhasil ditampilkan kepada pengguna. Jika berhasil, maka sistem akan terus berada dalam kondisi siap tanpa melakukan perubahan proses, sebaliknya jika tidak berhasil maka sistem akan melanjutkan ke tahap berikutnya, memantau titik-titik kemacetan secara *real-time* berdasarkan data lalu lintas melalui sensor. Sistem akan menghitung rute alternatif yang lebih efisien untuk dilalui oleh pengemudi jika adanya kemacetan. Proses ini selesai ketika sistem akan kembali ke kondisi akhir dari proses aktivitas. Penyajian diagram ini mendukung pengambilan keputusan cepat dan tepat bagi pengguna jalan tol, sesuai dengan tujuan utama dari sistem panduan pengemudi di Jalan Tol Jakarta-Cikampek.

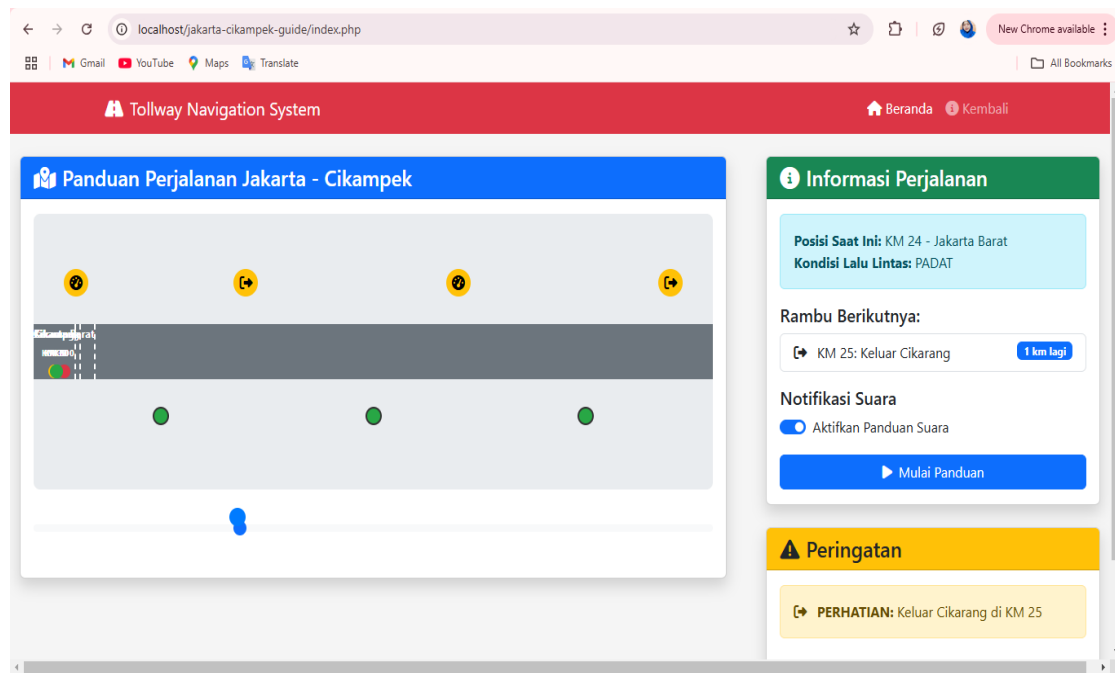


Gambar 6. Table Class Diagram

Gambar tabel ini menyajikan sistem secara terstruktur dan terintegrasi. Kelas pengemudi menjadi titik awal dalam interaksi pengguna dengan sistem. Kelas terhubung langsung dengan kelas Sistem Panduan Tol, yang menjadi pusat pengelolaan informasi rute dan lalu lintas. Sistem bekerja secara *real-time* dengan dukungan dari kelas sensor. Data dari sensor dikirimkan ke sistem dan diproses lebih lanjut oleh model deteksi ai. Informasi yang berhasil dikenali akan diolah dalam kelas Rambu Lalin. Class diagram ini menunjukkan alur komunikasi dan pemrosesan data antar komponen sistem, dari sensor, modul kecerdasan buatan, hingga ke antarmuka pengguna, sehingga menghasilkan sistem panduan yang bersifat cerdas dan adaptif. Pemodelan basis ini sistem mampu mendeteksi kondisi jalan secara otomatis dan menyampaikan informasi rambu serta rekomendasi rute secara kontekstual kepada pengemudi.



Gambar 7. Tampilan Depan Website



Gambar 8. Tampilan Dalam Website

Pada gambar tampilan depan berisikan informasi lengkap terkait jalan tol Jakarta-Cikampek. Informasi seperti jarak perjalanan, waktu, dan tarif masuk pada Tol Jakarta-Cikampek. Tampilan ini juga berisikan rute perjalanan tol, tarif tol, fasilitas tol, serta kontak via Tol Jakarta-Cikampek.

Antarmuka peta interaktif berhasil dibangun menggunakan teknologi pemrograman JavaScript yang memungkinkan pengguna melihat posisi aktual kendaraan secara *real-time*, memperoleh informasi rute tercepat, dan menerima kondisi lalu lintas. Sistem ini menampilkan posisi dan arah kendaraan, serta memungkinkan pengguna melihat notifikasi peringatan berupa suara yang dikirim melalui VMS digital. Informasi seperti batas kecepatan, zona rawan kecelakaan, hingga penutupan jalan sementara dapat ditampilkan secara langsung kepada pengemudi.

3.2. Pembahasan

Pada sisi teknis, menyesuaikan data dilakukan menggunakan bahasa pemrograman PHP yang memanfaatkan struktur array multidimensi untuk menyusun informasi spasial dan lalu lintas. Data diproses menjadi elemen HTML yang bersifat dinamis dan interaktif, memberikan pengalaman pengguna yang responsif. Keunggulan lainnya, fleksibilitas dalam memperbarui konten VMS melalui antarmuka dashboard berbasis web. Dengan sistem backend yang terkoneksi langsung ke server, operator tol dapat melakukan input manual atau otomatis berdasarkan algoritma prediksi kemacetan. Sistem tidak hanya berfungsi sebagai pemandu arah, tetapi memiliki peran edukatif dan preventif. Sistem menampilkan pesan peringatan keselamatan, regulasi berkendara, serta informasi kondisi lalu lintas terkini, sistem ini membantu pengemudi untuk mengambil keputusan secara cepat dan tepat. Keberadaan sistem ini dapat menanggulangi tantangan lalu lintas yang padat dan dinamis, serta berpotensi mengurangi tingkat kecelakaan akibat keterlambatan informasi ataupun kesalahan keputusan oleh pengemudi.

4. Simpulan

Sistem Panduan Pengemudi di Jalan Tol Jakarta-Cikampek berbasis website terbukti mampu mengintegrasikan berbagai komponen teknologi digital secara sinergis untuk mendukung keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi lalu lintas. Sistem ini dapat menyampaikan informasi lalu lintas secara *real-time* dan memberikan arahan kontekstual kepada pengguna. Tidak hanya membantu pengemudi dalam menentukan rute tercepat, tetapi juga mampu memberikan peringatan kondisi darurat, pelanggaran kecepatan, dan informasi cuaca, yang semuanya ditampilkan melalui antarmuka web yang ramah pengguna. Adanya pendekatan metodologis yang terstruktur menggunakan metode Waterfall, pengembangan sistem ini berhasil melalui tahap analisis kebutuhan, perancangan, pengumpulan data spasial, pembangunan antarmuka, hingga integrasi sistem secara holistik. Sistem dapat menjadi model yang berpotensi untuk diterapkan di ruas jalan tol lainnya di Indonesia, terutama di kawasan dengan kepadatan lalu lintas tinggi.

References

- [1] A. I. Pradana, "Deteksi Rambu Lalu Lintas Real-Time di Indonesia dengan Penerapan YOLO v11: Solusi Untuk Keamanan Berkendara," *Algoritma*, vol. 21, pp. 145-155, November 2024.
- [2] S. Nuryati, "SISTEM GANJIL GENAP PADA PINTU TOL TAMBUN TERHADAP KEMACETAN LALU LINTAS DI TOL JAKARTA-CIKAMPEK," *Fropil*, vol. 8, p. 1, 1 Juni 2020.
- [3] E. Oktarinda, "ANALISIS PENGARUH KENDARAAN ODOL TERHADAP TINGKAT KECELAKAAN DI JALAN TOL," *Construction and Material Journal*, vol. 2, no. 1, p. 57, Maret 2020.
- [4] C. Pratiwi, "PERLINDUNGAN KONSUMEN PENGGUNA JALAN TOL JAKARTA-CIKAMPEK TERKAIT BANJIR PADA TAHUN 2021," *REFORMASI HUKUM TRISAKTI*, vol. 3, no. 4, pp. 662-670, November 2021.
- [5] Y. Oktopianto, "Analisis Daerah Lokasi Rawan Kecelakaan Jalan Tol Tangerang-Merak," *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, vol. 8, no. 1, pp. 26-37, 08 Maret 2021.
- [6] Universitas Tarumanagara, "AUDIT KESELAMATAN JALAN UNTUK JALAN TOL YANG OPERASIONAL DI BAWAH 1 TAHUN," *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan*, vol. 5, pp. 391-400, 27 Oktober 2021.
- [7] R. Suyuti, "TEKNOLOGI "REAL TIME TRAFFIC INFORMATION SYSTEM" UNTUK MENGATASI KEMACETAN LALU LINTAS DI JALAN TOL DALAM KOTA JAKARTA," *Jurnal Konstruksi*, vol. 4, pp. 39-45, 2 Juni 2013.
- [8] N. L. Hidayatullah, "Perbandingan Keunggulan Kompetitif Google dan Baidu di tengah Kebijakan the Great Firewall of China," *Journal of Integrative International Relations*, vol. 6, pp. 113-124, November 2021.
- [9] D. KOSWARA, "PENGARUH PENERAPAN APLIKASI SAFETY CULTURE TERHADAP MUTU PELAKSANAAN PEMELIHARAAN JALAN TOL," *UNISSULA Institutional Repository*, 27 Februari 2025.
- [10] S. Bintang, "Pengembangan Sistem Deteksi CCTV Pintar untuk Meningkatkan Keamanan dan Keselamatan Pengguna Jalan Tol," *Repeater: Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, vol. 3, no. 2025, pp. 174-184, 31 Januari 2025.
- [11] F. Berlianindya, "Identifikasi dan Penanganan Daerah Rawan Kecelakaan Pada Ruas Jalan Tol Menggunakan Metode EANDan UCL," *Jurnal Perintis: Pengembangan Riset Inovatif Teknik, Teknologi, dan Sains*, vol. 1, no. 2025, p. 79–82, 22 April 2025.
- [12] J. Siswanto, DIGITALISASI KINERJA PELAYANAN TRANSPORTASI UMUM, Widina Media Utama, 2025.
- [13] A. Hidayat, "ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN TOL JAKARTA-CIKAMPEK II SELATAN (STA 54+300 – 54+800) DENGAN METODE MDP 2017," *Jurnal Teknik Sipil Arsitektur*, vol. 21, pp. 198-203, November 2022.
- [14] A. K. Adelia, "Analisis Penerapan Standar Pelayanan Minimal (SPM) Pada Ruas Jalan Tol SS Waru -Juanda," *Jurnal Perintis: Pengembangan Riset Inovatif Teknik, Teknologi, dan Sains*, vol. 1, no. 2025, p. 109–117, 14 Juni 2025.
- [15] R. Y. Nisak, "Peran Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru Dalam Pembinaan Keselamatan Transportasi," *Jurnal Mahasiswa Pemerintahan*, vol. 2, 16 Maret 2025.
- [16] Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, "Rekomendasi Penanganan Kecelakaan Dalam Penentuan Daerah Rawan Kecelakaan(Studi Kasus:Ruas Jalan Tol Tangerang-Merak)," *Jurnal Abdimas Transjaya (JAT)*, vol. 2, no. 2024, p. 20–28, 31 Mei 2024.
- [17] K. Sanda, "IMPLEMENTASI AUDIT SOSIAL LINGKUNGAN DALAM PROYEK INFRASTRUKTUR: STUDI KASUS JALAN TOL BERBASIS HIJAU," *JICN: Jurnal Intelekt dan Cendekiawan Nusantara*, vol. 1, pp. 9131-9141, 2 Desember 2024.
- [18] R. Fitriati, "Tata Kelola Digital Layanan Lalu Lintas Jalan Tol di Indonesia," *MATRA PEMBARUAN Jurnal Inovasi Kebijakan*, vol. 16, no. 1, pp. 1-16, 31 Mei 2024.
- [19] H. Kurniawan, "Analisis Deskriptif Penerapan Sistem Navigasi Peta Pada Video Gim 'Grand Theft Auto: IV'," *BULLETIN OF COMPUTER SCIENCE RESEARCH*, vol. 4, pp. 282-289, 30 April 2024.
- [20] T. H. Hasanudin, "Perancangan Aplikasi Crosswalk Assistance App For The Visually Impaired Peoples (Caviar) Berbasis Android (Studi Kasus: Di Slb Abc Bina Bangsa Cianjur)," *Seminar Nasional EP AirPro*, vol. 1, no. 2025, p. 31–41, 1 Februari 2025.
- [21] L. R. Hakim, "Situasi Terkini Kepadatan Lalin Tol Jakarta-Cikampek KM 43," 28 Maret 2025. [Online]. Available: https://umj.ac.id/just_info/situasi-terkini-kepadatan-lalin-tol-jakarta-cikampek-km-43/.
- [22] M. A. Dermawan, "Ada 109 Kamera ETLE di Jakarta, Ini Lokasi Lengkapnya," 15 Desember 2022. [Online]. Available: <https://www.seva.id/blog/ada-109-kamera-etle-di-jakarta-ini-lokasi-lengkapnya-122022-bu>.
- [23] kumparan BISNIS, "Jalur Layang Siap Dioperasikan, di Tol Jakarta-Cikampek Bisa Ngacir," 20 September 2019. [Online]. Available: <https://kumparan.com/kumparanbisnis/jalur-layang-siap-dioperasikan-di-tol-jakarta-cikampek-bisa-ngacir-lrtnC2Cbkse>.