

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

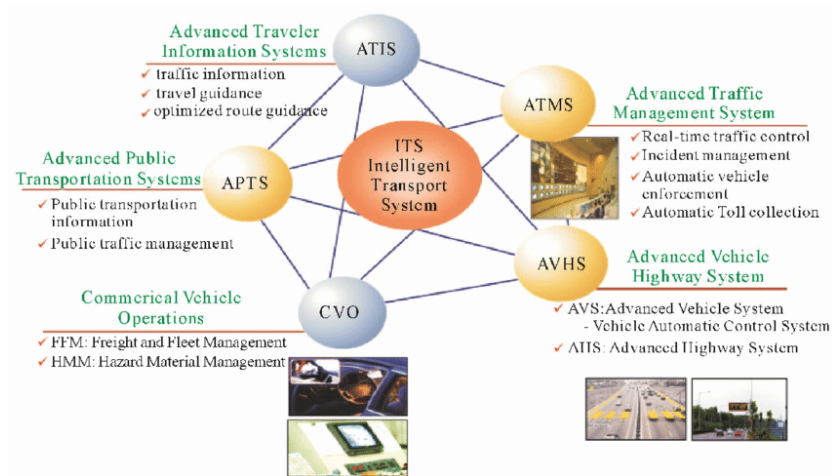
2.1 *Intelligent Transportation System (ITS)*

Intelligent Transportation System pada prinsipnya adalah penerapan teknologi maju di bidang elektronika, komputer dan telekomunikasi yang dipadu dengan prinsip manajemen strategi untuk meningkatkan fungsi transportasi secara keseluruhan. Sistem ini mampu memberikan informasi kepada pengendara atau penumpang sedemikian sehingga proses transportasi dapat berjalan secara efektif dan efisien. Selain itu, ITS juga mampu memberikan informasi yang *real-time* [4]. *Intelligent Transportation System* (ITS) merupakan teknologi yang baru berkembang beberapa tahun terakhir untuk mengatasi kemacetan lalu lintas di beberapa negara maju [5]. Teknologi ITS muncul sebagai teknologi yang memungkinkan penyebaran aplikasi yang beragam, terkait dengan keselamatan jalan dan efisiensi lalu lintas [9]. Penerapan sistem ITS untuk mengendalikan dan mengelola lalu lintas kendaraan, distribusi kendaraan dan infrastruktur untuk mencapai sistem transportasi yang lebih aman dan teratur. Perguliran waktu *traffic light* dalam ITS sifatnya fleksibel karena disesuaikan dengan jumlah kendaraan di lalu lintas. Untuk mendapatkan waktu perguliran *traffic light* yang efisien bergantung pada keakuratan perhitungan jumlah kendaraan [10].

ITS memfasilitasi sistem multi-modal transportasi nasional yang terhubung pada seluruh kendaraan dari semua jenis infrastruktur, dan membawa perangkat penumpang untuk memberikan layanan publik dengan memanfaatkan teknologi untuk memaksimalkan keamanan, mobilitas, dan kinerja lingkungan. ITS mencakup semua moda transportasi dan menganggap semua elemen transportasi baik sistem kendaraan, infrastruktur, pengemudi maupun pengguna untuk berinteraksi bersama-sama secara dinamis. Fungsi keseluruhan ITS adalah untuk meningkatkan pengambilan keputusan secara *real-time* dengan pengendali jaringan transportasi dan pengguna lain sehingga meningkatkan operasi keseluruhan sistem transportasi. Teknologi ITS menggunakan teknik dan pendekatan melalui aplikasi teknologi baik berdiri

sendiri atau perangkat tambahan seperti sensor untuk strategi transportasi. ITS meliputi berbagai informasi tergantung pada kebutuhan dan mengintegrasikan kedalam satu sistem untuk mendapatkan informasi struktur lingkungan sebagai bahan perencanaan, pengendalian, manajemen lalu lintas serta meningkatkan efektivitas sistem[15].

2.1.1 Teknologi *Intelligent Transport System (ITS)*



Gambar 2.1 Teknologi ITS[17]

1. *Advanced Traffic Manajement System (ATMS)*

ATMS adalah bagian mendasar dari sistem transportasi cerdas yang digunakan untuk meningkatkan kualitas layanan lalu lintas. ATMS beroperasi dengan serangkaian video dan mendeteksi *roadway loop*, sinyal suatu jaringan dan strategi pengendalian kejadian dari pusat lokasi untuk merespon kondisi lalu lintas secara real time[16].

Tiga unsur utama pendukung ATMS[17]:

1. Pengumpulan data melalui monitoring kondisi lalu lintas.
2. Pendukung sistem berupa bantuan operator untuk mengelola dan mengontrol lalu lintas secara real time.
3. Sistem kontrol lalu lintas menggunakan informasi yang diberikan sebelumnya, mengirim pesan ke *display* elektronik dan kontrol akses jalan raya.

2. *Advanced Traveller Information System (ATIS)*

Teknologi ATIS menyediakan informasi lalu lintas *real time* ke pengguna transportasi. Informasi berupa kondisi lalu lintas untuk mengurangi kemacetan, mengoptimalkan arus lalu lintas dan mengurangi polusi. Dengan sistem ini, pengguna dapat memutuskan jalan yang paling optimal untuk mencapai tujuan. Informasi ini dapat diberikan melalui panel elektronik, sistem portabel yang terhubung ke Internet (menawarkan keragaman informasi, seperti, angkutan umum, jalan raya alternatif, pompa bensin, parkir dan hotel), sistem radio pada sistem kendaraan yang menampilkan peta dengan informasi dari lokasi[16].

Tiga unsur utama pendukung ATIS[17]:

1. *Traffic Information*
2. *Travel Guidance*
3. *Optimized Route Guidance*

3. *Advanced Public Transportation Systems (APTS)*

APTS merupakan sistem yang menggunakan teknologi elektronik untuk meningkatkan operasi dan efisiensi pekerjaan. Sistem ini mampu mengontrol, rencana dan meningkatkan pelayanan armada serta meramalkan layanan yang lebih fleksibel, dengan efisiensi dan keamanan, untuk menjamin kepuasan pelanggan dan kontrol perjalanan biaya. Dalam APTS juga terdapat sistem pembayaran otomatis, melalui penggunaan beberapa kartu pintar yang menyediakan fungsi seperti kredit yang tersimpan atau menangkap otomatis informasi penumpang dan *profil* perjalanan. Untuk meningkatkan keamanan, sistem menggunakan kamera yang memungkinkan pengemudi dan pusat informasi untuk mendeteksi dan bereaksi terhadap setiap aktivitas yang mencurigakan[16].

Unsur utama pendukung APTS[17] :

1. *Public Transportation Information*
2. *Public Traffic Management*

4. *Advanced Vehicle Control Systems (AVCS)*

AVCS menggabungkan antara sensor, komputer dan sistem kontrol untuk membantu memberi peringatan kepada pengemudi dan mengambil bagian dari pengemudi kendaraan. Dengan sensor di dalam kendaraan, pengemudi dapat menerima informasi visual dan mendengar tentang lalu lintas, bahaya dan semua situasi kendaraan. Di sisi lain, kontrol otomatis memungkinkan untuk bereaksi dalam situasi bahaya dengan cara yang lebih cepat dan efektif, seperti menggerakkan pengereman atau percepatan sistem, yang berguna untuk pengemudi lanjut usia atau pengemudi yang kurang pengalaman[17].

5. *Commercial Vehicle Operations (CVO)*

Sistem CVO menggunakan berbagai teknologi ITS untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi kendaraan komersial dan armada. Teknologi ITS meningkatkan kecepatan pengiriman barang, transportasi pasien dan pengurangan biaya operasi. Sistem berat otomatis juga dapat diimplementasikan, dengan tingkat keselamatan yang tinggi dan efisiensi[17].

2.1.2 Karakteristik dan Tantangan *Intelligent Transportation System (ITS)*

Meskipun ITS akan memiliki potensi besar dalam waktu dekat, ada banyak tantangan penelitian terbuka dan isu-isu yang perlu ditangani dalam rangka untuk menyebarkan efektif dan keamanan pada aplikasi ITS. Desain aplikasi ITS memerlukan perhatian khusus dan ditandai dengan fitur utama sebagai berikut[9]:

1. Kapasitas yang kuat: Stasiun ITS (yaitu, RSUs, Obus) yang kuat dalam hal energi, lokalisasi, perhitungan, penyimpanan dan kapasitas yang kuat serta kemampuan *data rate*[9].
2. Mobilitas tinggi: ITS melibatkan sejumlah besar node yang berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain, dengan kecepatan yang berbeda dan arah, sehingga membuat prediksi posisi node sangat sulit dan memerlukan node perlindungan[9].

3. Topologi jaringan dinamis: tergantung pada lokasi dan kecepatan mereka, stasiun ITS dapat bergabung dan / atau meninggalkan jaringan yang sangat cepat sehingga menghasilkan topologi jaringan yang sangat dinamis[9].
4. Waktu sensitivitas: Informasi keselamatan harus disampaikan ke node dalam waktu singkat (misalnya, 100-ms delay untuk pesan yang terkait dengan keselamatan), sehingga membuat latency salah satu kualitas yang paling penting dari layanan (QoS) keterbatasan untuk jenis-jenis jaringan[9].
5. Energi yang cukup: tidak seperti jaringan sensor nirkabel (WSN), di mana node memiliki sumber daya dan seumur hidup baterai kecil terbatas, entitas ITS dianggap sebagai perangkat yang kaya sumber daya (yaitu, energi, penyimpanan dan komputasi) sehingga memungkinkan implementasi algoritma kompleks untuk mencapai throughput yang lebih tinggi dalam lingkungan kendaraan[9].
6. Perlindungan fisik yang baik: dalam setiap entitas ITS, perlindungan fisik dapat dipastikan, memberikan kekebalan jaringan terhadap serangan fisik[9].
7. Ukuran jaringan tak terbatas: ITS dapat diimplementasikan di wilayah geografis yang kecil, atau di kota-kota, atau bahkan di beberapa Negara, yang berarti bahwa ukuran jaringan ITS tidak terbatas pada wilayah geografis spesifik[9].
8. Komunikasi nirkabel: entitas ITS berkomunikasi satu sama lainnya dan melakukan pertukaran informasi melalui koneksi nirkabel sehingga beberapa langkah-langkah keamanan dan protokol harus digunakan untuk memastikan komunikasi yang aman dan dilindungi[9].
9. Teknologi komunikasi heterogen V2X: kendaraan mengeksplorasi berbagai jenis mode komunikasi, seperti multi-hop V2V, point-to-point

V2I, rentang pendek/panjang V2I, dll. Selain itu mode komunikasi suatu kendaraan yang terhubung mendukung berbagai teknologi komunikasi, seperti IEEE 802.11p, Wi-Fi, Bluetooth, 3G / LTE, dll[9].

10. Lingkungan yang heterogen: kendaraan beroperasi di berbagai lingkungan, seperti *indoor*, *outdoor*, kepadatan jaringan yang tinggi maupun rendah[9].
11. Keamanan dan privasi: keamanan dan privasi merupakan hal yang sangat penting. Adanya penyerang bertujuan untuk mempengaruhi otentikasi, integritas dan bahkan ketersediaan jaringan. Dalam konteks ini, protokol keamanan harus dilaksanakan dengan *overhead* komunikasi rendah karena kendala waktu dan kompleksitas komputasi rendah untuk menukar informasi yang cepat dan aman[9].

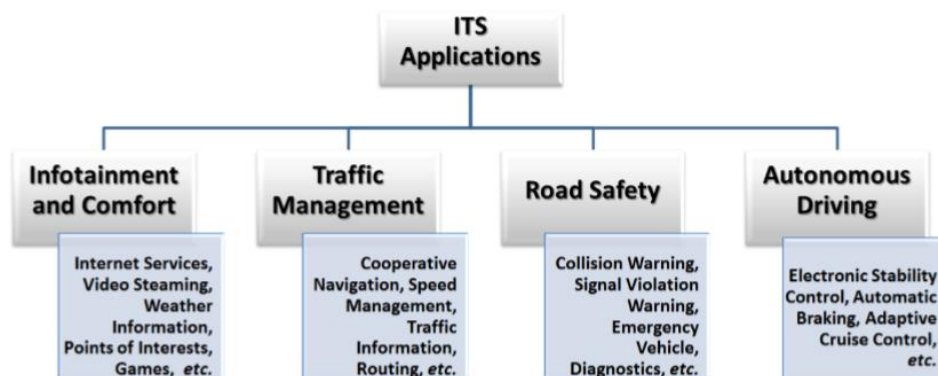
Sebuah analisis yang cermat dari karakteristik di atas mengungkapkan bahwa tantangan desain ITS kadang-kadang bertentangan. Di satu sisi, komunikasi kendaraan harus yang efisien dan memberikan kinerja *real-time*, tapi di sisi lain, tambahan pengolahan dan pesan *overhead* diperlukan untuk menjamin keamanan dan privasi komunikasi ini. Oleh karena itu, perlu untuk mencapai optimal *trade-off* antara dua isu ini dalam rangka memenuhi persyaratan QoS dari segi keamanan dan kepraktisan aplikasi ITS[9].

2.2 Aplikasi dan Penerapan *Intelligent Transport System (ITS)*

Berdasarkan jenis informasi yang diperoleh terdapat empat kategori pada penginderaan kendaraan yang kemudian disebarkan dengan berbagai cara untuk aplikasi yang berbeda[18]. Aplikasi ITS memanfaatkan data yang dikumpulkan dari kendaraan untuk meningkatkan penggunaan kendaraan, keamanan dan kenyamanan pengemudi dan untuk merasionalisasi penggunaan

infrastruktur

umum[9].



Gambar 2.2 Klasifikasi Aplikasi ITS [9]

Terdapat empat kategori utama aplikasi ITS, antara lain :

1. Aplikasi Keselamatan Perjalanan

Aplikasi keselamatan jalan menggunakan komunikasi V2X nirkabel antara entitas ITS sekitarnya (misalnya, kendaraan, infrastruktur jalan, dll) untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas serta melindungi driver dan pejalan kaki dari berbagai bahaya infrastruktur jalan[9].

Informasi mengenai lalu lintas dapat diperoleh dengan input data manusia bersama data sensorik yang tersedia untuk kemudian dikumpulkan, dikomunikasikan ke server pengolahan data menggunakan ponsel pintar tanpa sensor khusus atau perangkat komunikasi yang kompleks baik didalam kendaraan maupun disepanjang jalan[19].

Smartphone dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi sinyal lalu lintas dengan menggunakan kamera melalui pengaturan jadwal sinyal lalu lintas[8]. Dengan menambahkan fungsi wifi pada *smartphone* sebuah aplikasi juga dapat mendeteksi kendaraan di sekitarnya dalam kemacetan lalu lintas, untuk bersama-sama menghitung panjang dari antrian lalu lintas[20].

Pengimplementasian kemampuan sensor pada *smartphone* untuk mendeteksi kecelakaan lalu lintas dengan memberikan informasi ke server merupakan pendekatan efektif yang diterapkan untuk mengurangi korban

jiwa pada kecelakaan lalu lintas dengan mengurangi waktu *delay* antara kecelakaan dengan notifikasi dan respon pertama dari pihak terkait. Wreckwatch menyediakan fungsi mirip dengan perekam data kecelakaan melalui rekaman jalan, kecepatan, kekuatan percepatan pada kendaraan menjelang dan selama kecelakaan[21].

Penerapan lain dari aplikasi keselamatan jalan meliputi peringatan darurat elektronik seperti lampu rem, indikasi kendaraan stasioner, peringatan perbaikan jalan, menghindari persimpangan tabrakan, perubahan jalur peringatan dan banyak lainnya[9].

2. Aplikasi Manajemen Lalu Lintas

Aplikasi manajemen lalu lintas mewakili kedua kelas utama aplikasi ITS, yang tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan manajemen dan alur koordinasi lalu lintas dan untuk menyediakan berbagai layanan navigasi untuk pengemudi[9].

Data lalu lintas yang diperoleh umumnya dikirim ke pusat data secara nirkabel untuk analisis data lebih lanjut dan pengolahan. Data yang dikumpulkan meliputi informasi kontekstual dan berbasis lokasi yang berhubungan dengan kendaraan, pengemudi dan *road event*. Setelah data terkumpul diolah dan diterjemahkan menjadi informasi yang bermakna, dikirim kembali ke pengemudi melalui penyedia layanan untuk memberitahu tentang keadaan saat ini dan / atau daerah padat di masa depan, merekomendasikan perjalanan, petunjuk navigasi dan notifikasi batas kecepatan[9].

3. Aplikasi Hiburan dan Kenyamanan

Aplikasi hiburan dan kenyamanan bertujuan untuk meningkatkan pengalaman berkendara dengan menyediakan pengemudi berbagai layanan nilai tambah. Layanan ini biasanya ditawarkan oleh penyedia layanan terpercaya sesuai aplikasi dan layanan yang diinstal pada *Vehicle Application Units (AUs)*[9].

Aplikasi lain terdiri dari penyediaan akses Internet global untuk penumpang kendaraan untuk memungkinkan berbagai layanan kenyamanan, termasuk *game online*, *video streaming*, informasi cuaca dan banyak lainnya dengan mengandalkan komunikasi V2I (*Vehicle to Infrastructure*)[9].

4. Aplikasi Mengemudi Otomatis

Aplikasi Mengemudi Otomatis mewakili lompatan besar dalam teknologi transportasi manusia, yang diharapkan akan dikerahkan pada tahun 2020 dan berfungsi penuh pada tahun 2030. Teknologi baru ini akan bergantung pada penginderaan otomatisasi kendaraan dan fungsi mengemudi, berdasarkan enam tingkat otomatisasi dimana manusia tidak lagi dibutuhkan sebagai pengemudi melainkan sebagai penumpang[9].

2.3 Android



Gambar 2.3 Logo Android[11]

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* yang menyertakan *middleware*(*virtual machine*) dan sejumlah aplikasi utama. Android merupakan modifikasi dari kernel *linux*. Pada awalnya sistem operasi ini dikembangkan oleh sebuah perusahaan bernama *Android Inc*. Dari sinilah awal muncul nama Android muncul. *Android Inc*. adalah sebuah perusahaan *start-up* kecil yang berlokasi di Palo Alto, California, Amerika Serikat yang didirikan oleh Andy Rubin bersama Rixh Miner, Nick Sears, dan Chris White. Pada bulan Juli 2005, perusahaan tersebut diakuisisi oleh Google dan para

pendiriannya bergabung ke Google, Andy Rubin sendiri kemudian diangkat menjadi Wakil Presiden divisi *Mobile* dari *Google* [11].

Tujuan pembuatan sistem operasi ini adalah untuk menyediakan *platform* yang terbuka, yang memudahkan orang mengakses internet menggunakan telepon seluler. Android juga dirancang untuk memudahkan pengembangan aplikasi membuat aplikasi dengan batasan yang minim sehingga kreatifitas pengembangan menjadi lebih berkembang [11].

Android menyediakan *platform* terbuka (*open sources*) bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh berbagai macam piranti bergerak. Awalnya, *Google Inc.* membeli *Android Inc.*, pendatang baru yang membuat piranti lunak untuk ponsel. Kemudian *Google Inc* mengembangkannya dengan cara membentuk *Open Handset Alliance* (OHA), konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk *Google*, *HTC*, *Intel*, *LG*, *Motorola*, *Qualcomm*, *T-Mobile*, *Samsung* dan *Nvidia* [11].

Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari *Google* atau *Google Mobile Services* (GMS) dan yang kedua adalah yang benar-benar bebas distribusinya tanpa dukungan langsung *Google*. Keputusan *Google Inc.* mengembangkan Android dengan cara membentuk *Open Handset Distribution* dinilai sangat tepat karena melalui hal tersebut saat ini Android telah berhasil menjadi salah satu sistem operasi paling populer. Saking populernya Android pun dapat mengalahkan sistem operasi lain seperti iOS, *Windows Phone*, dan *Blackberry* [11].

Pengembangan aplikasi pada platform Android menggunakan bahasa pemrograman Java. Serangkaian aplikasi inti Android antara lain klien email, program SMS, kalender, peta, browser, kontak, dan lain-lain. Android bergantung pada versi Linux 2.6 untuk layanan sistem inti seperti keamanan, manajemen memori, manajemen proses, *network stack*, dan model driver. Kernel juga bertindak sebagai lapisan abstraksi antara hardware dan seluruh *software stack* [11].

Dengan sistem distribusi open sources yang digunakan Android, memungkinkan para pengembang untuk menciptakan berbagai macam aplikasi

menarik yang dapat dinikmati oleh para penggunanya, seperti *game*, *chatting* dan lain-lain, hal ini pulalah yang membuat smartphone berbasis Android ini lebih murah dibanding *gadget* sejenisnya[11].

2.4 Peralatan untuk Pengembangan *Intelligent Transportation System (ITS)*

Tabel 2.1 Peralatan untuk Pengembangan ITS

Peralatan	Deskripsi
Arduino Mega 2560[22]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 2. Memiliki 54 pin input dari output digital 3. Memiliki 14 pin input yang digunakan sebagai output PWM 4. Memiliki 16 pin input analog 5. 4 URT (port serial perangkat keras) 6. Clock Speed 16 MHz 7. Tegangan Supply 5V 8. Tegangan Input 7-12V (rekomendasi) 9. Tegangan Input 6-20V (limits)[22].
Raspberry Pi 3 Model B[23]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prosesor berbasis <i>System-On-Chip (Soc)</i> dari Broadcom BCM2837 dengan prosesor berperforma tinggi ARM Cortex-A53 dan berkecepatan 1.2 GHz 2. Kapasitas RAM 1GB 3. Memiliki WiFi and <i>Bluetooth Low Energy (BLE)</i> 4. Dilengkapi dengan 4 slot USB dan sebuah slot RJ45 untuk koneksi internet FO 5. Memiliki konektor 40-pin Extended GPI 6. Memiliki micro HDMI untuk menampilkan gambar di TV/Monitor HDMI 7. Penyimpanan menggunakan <i>External Microsd Card</i>[23]
Akselerometer MPU 6050[24]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdiri dari 3-axis giroskop dan 3-axis akselerometer 2. Akselerometer Range : $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, $\pm 16g$ 3. Giroskop Range : ± 250, ± 500, ± 1000, $\pm 2000^\circ/\text{sec}$ 4. Tegangan supply berkisar 3-5V 5. Chip built-in 16 bit AD converter 6. Silicon Chip dengan <i>Digital Motion Processor (DMP)</i> 7. Kecepatan Maksimum 400 kHz[24]
Sensor Suara FC04[25]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Operating Voltage 3.3-5v 2. Model Output : <i>Digital Switch Outputs (0</i>

	<p>and 1, <i>high or low level</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Terdapat LED indikator power dan indikator suara. 4. Cara kerja merubah besaran gelombang suara menjadi besaran listrik[25]
Modul GPS Neo 6M[26]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Receiver Type 50 Channels GPS L1 frequency, C/A Code SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS. 2. Sensitivity : Tracking & Navigation (-161 dBm) Reacquisition (-160 dBm) Cold Start (-147dBm) Hot Start (-156 dBm) 3. Tegangan Supply maksimum 3.6V [26]

2.5 Perbandingan Penelitian

Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Parameter	Aplikasi	Kategori ITS	Kelebihan	Kekurangan
1	Wisam Al Faqheri [2009] [7]	Angka; karakter; plat nomor kendaraan.	Pendeteksi plat nomor kendaraan.	ATMS (Advanced Traffic Management System)	aplikasi ini mampu mengenali delapan jenis tata letak lisensi yang berbeda dan pencocokan teorema untuk sistem pemrosesan waktu nyata yang akurasi tinggi dan pemrosesan cepat.	terjadi blur pada pelat nomor yang tidak rata; system alat ini tidak dapat bekerja sesuai dengan durasi proses pengenalan pelat kendaraan.
2	Prashanth Mohan [2008][11]	Bunyi, lokasi, gerakan, visual	Nericell; aplikasi pemantau kondisi jalan dan lalu lintas.	ATIS (Advanced Traveller Information System)	Sistem ini menawarkan aplikasi yang lebih kecil dengan biaya yang lebih murah; sistem transit ini menggunakan teknologi its S & D, GIS, dan EFC	Sistem ini belum dilengkapi dengan teknologi AVL, APC dan SP.
3	Juan C. Herrera [2000][12]	Lokasi; kecepatan	Aplikasi Evaluasi Data Traffic	ATIS (Advanced Traveller Information	kelayakan sistem yang diusulkan untuk real-time	sumber daya dan pemantauan infrastruktur, dan

			melalui GPS-berbasis Mobile Phones.	System)	traffic pemantauan, di mana telepon seluler yang diaktifkan GPS dapat digunakan sebagai sensor trafik, menyediakan kecepatan mereka pada poin berbeda di jalan bebas hambatan; sistem hampir tidak ada biaya pemeliharaan dan pemeliharaan. Dengan demikian, sistem pemantauan yang berdasarkan pada GPS-enabled ponsel sangat cocok untuk negara-negara berkembang	penetrasi ponsel di Internet populasi substansial
4	Derick A. Johnson [2011][6]	Kecepatan dan lokasi	Aplikasi pengenalan gaya mengemudi berbasis smartphone.	AVCS (Advanced Vehicle Control System)	Sistem ini secara aktif mendeteksi dan merekam peristiwa yang mencirikan gaya pengemudi, sehingga meningkatkan kesadaran akan tindakan yang berpotensi agresif, dan lebih jauh lagi mempromosikan keselamatan pengemudi	Seiring kemajuan penelitian di bidang pengindraan holistik untuk keselamatan pengemudi dan sistem bantuan mereka belum menerapkan perpaduan teknologi yang berkembang termasuk omnidirectional pemrosesan video, pengenalan suara, dan objek deteksi
5	Elyes Ben Hamida	Kecepatan dan lokasi	Aplikasi keamanan	CVO (Commercial	menganalisis studi kasus aplikasi	masih belum dapat ditangani pada

	[2015][9]		dalam sistem transportasi;	Vehicle Operations)	keamanan ITS yang terperinci dalam standar ETSI TC ITS Eropa; menerapkan berbagai tanda tangan digital, tanda eliptik diterapkan dan diberi acuan pada yang berbeda arsitektur perangkat keras	lingkungan perkotaan yang padat, tanpa berdampak pada latensi kritis ITS aplikasi; belum mengadaptasi fitur keamanan, penyiaran pesan keselamatan ITS yang optimal dan interaksi antara keamanan, keamanan dan QoS.
6	Rusmadi Suyuti [2012][5]	Kecepatan dan lokasi	Aplikasi sistem informasi lalu lintas; aplikasi sistem informasi bis; aplikasi sistem informasi lahan parkir; aplikasi pelanggaran lalu lintas; Phyton	ATIS (Advanced Traveller Information System); APTS (Advanced Public Transportation Syatem);	Aplikasinya menjadi sistem informasi kecepatan lalu lintas rata-rata pada suatu ruas jalan. Informasi yang bisa didapat pada sistem GPS adalah data kecepatan, dengan data posisi taksi yang tersebar ke seluruh wilayah kota, maka bisa diperoleh kecepatan rata-rata pada tiap ruas jalan di wilayah kota tersebut; menggunakan ATCS sebagai sistem kendali lalu lintas	input lalu lintas masih berupa manual dan belum melihat kondisi lalu lintas secara real time; Kondisi saat ini sistem tersebut belum terintegrasi satu sama lain. Disamping itu fungsi yang digunakan hanya sebagai kamera pemantau (CCTV) kondisi lalu lintas.
7	Emmanouil Koukoumidis [2011][8]	warna lampu lalu lintas; jarak; gambar	Aplikasi pada ponsel untuk memantau jadwal lalu	ATMS (Advanced Traffic Management	sebuah sistem yang memanfaatkan penginderaan oportunistik pada	fokus hanya pada pelaporan status lalu lintas sinyal saat ini. tidak peduli dengan

			lintas.	System)	smartphone yang dipasang di kaca depan; SignalGuru secara efektif memprediksi jadwal seni sinyal lalu lintas-adaptif lalu lintas	transisi fase dan dengan demikian tidak mengusulkan skema untuk memfilternya, karena tidak mencoba menyusun masa lalu jadwal sinyal lalu lintas untuk prediksi masa depan
8	Irmaya Citra Harwendhani [2016][10]	Warna; tinggi	Sistem pendeteksi jumlah mobil.	ATIS (Advanced Traveller Information System)	Keakuratan pendeteksian sangat baik dalam mendeteksi jumlah mobil dalam kondisi sampel 1 buah mobil	pada penelitian ini belum menambahkan fitur sistem absensi dari Siakad.
9	SASANK REDDY [2010][13]	Lokasi; kecepatan	Aplikasi ponsel untuk mode transportasi.	AVCS (Advanced Vehicle Control System)	klasifikasi mode transportasi menggunakan DT diikuti oleh DHMM, yang membedakan antara diam, berjalan, berlari, bersepeda, dan dalam perjalanan bermotor ketika seseorang berada di luar menggunakan ponsel yang dilengkapi dengan penerima GPS dan akselerometer	fitur WiFi dan GSM menjadi faktor kunci dalam berhasilnya metode ini, karena jenis lingkungan yang akan mempengaruhi kegunaan individu mereka; pekerjaan ini hanya berfokus pada mendeteksi secara efisien ketika seorang individu berada diluar ruangan untuk klasifikasi aktivitas shutdown ketika di dalam ruangan
10	YU ZHENG [2010][14]	warna lampu lalu lintas, jarak, gambar	Aplikasi untuk mode transportasi	AVCS (Advanced Vehicle Control	segmentasi perubahan berbasis poin mengungguli	orang mudah bingung dengan hasil inferensi saat

			berbasis web.	System)	baseline; secara efektif mempartisi lintasan menjadi segmen moda transportasi yang berbeda, sambil mempertahankan satu mode selama mungkin; pendekatan ini lebih memungkinkan untuk memberikan landasan yang lebih baik untuk model inferensi dan mencapai kinerja inferensi lebih tinggi	menjelajah a mode transportasi lintasan; mencocokkan lintasan melawan jaringan jalan tertentu akan membutuhkan banyak upaya komputasi, yang mudah masuk teori tetapi sulit dalam prakteknya
--	--	--	---------------	---------	---	---