

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Konsep Dasar Sistem Monitoring Kendaraan

Sistem monitoring kendaraan merupakan suatu sistem yang dirancang untuk memantau kondisi dan aktivitas operasional kendaraan secara *real-time*. Sistem ini digunakan untuk mendukung proses diagnostik, pengawasan, serta peningkatan efisiensi penggunaan kendaraan. Dengan memanfaatkan sensor internal kendaraan serta teknologi komunikasi data, sistem monitoring mampu mengumpulkan berbagai parameter penting seperti kecepatan kendaraan, putaran mesin, suhu mesin, konsumsi bahan bakar, dan parameter operasional lainnya. Data yang diperoleh kemudian diproses dan disajikan kepada pengguna melalui antarmuka atau *dashboard* agar dapat dipahami dengan mudah.

Pada kendaraan modern, sistem monitoring memiliki peran penting dalam menjaga performa dan keandalan kendaraan. Pemantauan dilakukan secara berkelanjutan untuk memastikan kendaraan beroperasi dalam kondisi optimal serta untuk mencegah terjadinya kerusakan serius yang dapat berdampak pada keselamatan dan biaya perawatan. Oleh karena itu, sistem monitoring tidak hanya berfungsi sebagai alat pengawasan, tetapi juga sebagai sumber informasi pendukung dalam pengambilan keputusan perawatan kendaraan.

Secara umum, sistem monitoring kendaraan mengamati sejumlah parameter utama yang merepresentasikan kondisi operasional kendaraan. Parameter yang umum dimonitor meliputi suhu mesin, kecepatan kendaraan, putaran mesin, konsumsi bahan bakar, tekanan oli, status aki, level cairan pendingin, serta jarak tempuh kendaraan. Setiap parameter tersebut memiliki peran yang saling berkaitan dalam menjaga performa dan keselamatan kendaraan.

Beberapa parameter penting yang umumnya diamati dalam sistem monitoring kendaraan antara lain:

- Suhu Mesin: Menunjukkan temperatur kerja mesin. Suhu mesin yang stabil diperlukan untuk mencegah terjadinya *overheating* serta menjaga efisiensi pembakaran.
- Kecepatan Kendaraan: Menyediakan informasi mengenai kecepatan aktual

kendaraan yang dapat digunakan untuk analisis efisiensi maupun perilaku berkendara.

- Kecepatan Mesin (RPM): Menunjukkan jumlah putaran poros engkol mesin per menit (*Revolutions Per Minute*). Parameter ini penting untuk menilai beban kerja mesin, performa transmisi, dan efisiensi operasi mesin.
- Konsumsi Bahan Bakar: Menggambarkan jumlah bahan bakar yang digunakan selama kendaraan beroperasi, sehingga dapat digunakan untuk evaluasi efisiensi dan pola penggunaan kendaraan.
- Tekanan Oli: Menunjukkan tekanan sistem pelumasan mesin. Tekanan oli yang memadai memastikan komponen mesin terlumasi dengan baik dan mengurangi keausan.
- Odometer (Jarak Tempuh): Menyatakan total jarak yang telah ditempuh kendaraan dan menjadi acuan utama dalam penentuan jadwal perawatan berkala.
- Status Aki (Baterai): Menggambarkan kondisi sumber daya listrik kendaraan agar sistem kelistrikan dapat beroperasi dengan stabil.
- Level Cairan Pendingin: Menunjukkan ketersediaan cairan pendingin untuk menjaga suhu mesin tetap dalam batas kerja normal.

Parameter-parameter tersebut diperoleh melalui sensor dan unit kontrol elektronik yang terhubung pada jaringan komunikasi kendaraan, seperti CAN Bus, sehingga data dapat dikumpulkan dan ditampilkan secara *real-time* untuk mendukung proses pemantauan dan perawatan kendaraan [8].

Implementasi sistem monitoring kendaraan memberikan manfaat signifikan terhadap efektivitas perawatan kendaraan. Dengan pemantauan kondisi kendaraan secara langsung, sistem ini memungkinkan deteksi dini terhadap penurunan performa atau gangguan pada komponen kendaraan sehingga tindakan perawatan dapat dilakukan sebelum kerusakan berkembang menjadi lebih serius. Pendekatan ini membantu mengurangi biaya perbaikan, memperpanjang umur kendaraan, serta meningkatkan keandalan operasional kendaraan secara keseluruhan [8, 9, 10].

Selain itu, sistem monitoring juga berkontribusi terhadap peningkatan keselamatan dan aspek lingkungan. Pemantauan parameter kendaraan secara kontinu memungkinkan kendaraan dirawat pada kondisi yang tepat, sehingga emisi

gas buang dapat ditekan dan efisiensi pembakaran meningkat. Dengan demikian, sistem monitoring mendukung upaya pengurangan polusi udara serta pengelolaan kendaraan yang lebih berkelanjutan [11, 12].

A Perbedaan Sistem Monitoring Kendaraan Bawaan dan Sistem Eksternal

Sistem monitoring kendaraan dapat dibedakan menjadi sistem monitoring bawaan kendaraan dan sistem monitoring eksternal. Sistem monitoring bawaan merupakan sistem yang telah terintegrasi secara langsung oleh pabrikan kendaraan dan umumnya ditampilkan melalui panel instrumen atau *dashboard* kendaraan. Sistem ini menyajikan informasi dasar seperti kecepatan, RPM, indikator bahan bakar, dan peringatan kesalahan tertentu dalam bentuk lampu indikator.

Meskipun sistem monitoring bawaan memiliki tingkat keandalan yang tinggi karena terintegrasi langsung dengan ECU kendaraan, informasi yang ditampilkan kepada pengguna cenderung terbatas. Data yang disajikan telah melalui proses penyaringan oleh pabrikan sehingga pengguna tidak memiliki akses terhadap data mentah atau parameter diagnostik secara menyeluruh. Untuk memperoleh informasi yang lebih detail, seperti data historis atau nilai sensor spesifik, umumnya dibutuhkan peralatan khusus dan tenaga profesional [1, 13].

Sebaliknya, sistem monitoring eksternal dikembangkan sebagai solusi tambahan yang memanfaatkan antarmuka standar seperti OBD-II untuk mengakses data kendaraan melalui jaringan komunikasi internal. Sistem ini memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam pengambilan dan penyajian data, baik dalam bentuk *real-time* maupun data historis. Selain itu, sistem monitoring eksternal dapat dikembangkan secara modular dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna atau penelitian [8].

2.1.2 Komunikasi Data Kendaraan

Teknologi komunikasi data dalam sistem otomotif berperan penting dalam menghubungkan berbagai *Electronic Control Unit* (ECU) yang mengendalikan fungsi kendaraan. Pada kendaraan modern, jumlah ECU dapat mencapai puluhan unit yang saling bertukar data melalui protokol komunikasi khusus yang dirancang untuk memenuhi tuntutan lingkungan otomotif, seperti keandalan tinggi, toleransi kesalahan, dan kemampuan komunikasi *real-time* [14].

Beberapa protokol komunikasi yang umum digunakan dalam kendaraan

antara lain CAN, LIN, FlexRay, MOST, dan *Automotive Ethernet* [14, 15, 16]. Di antara berbagai protokol tersebut, CAN Bus merupakan protokol yang paling banyak digunakan dalam sistem kendaraan modern karena karakteristiknya yang sederhana, andal, dan efisien.

A Controller Area Network (CAN Bus)

Controller Area Network (CAN) dikembangkan oleh Robert Bosch GmbH pada awal 1980-an untuk mengatasi kompleksitas sistem kabel kendaraan dan memungkinkan komunikasi multiplex antar ECU. Sejak diperkenalkan secara resmi pada tahun 1986 dan distandarisasi melalui ISO 11898, CAN berkembang menjadi protokol komunikasi utama dalam sistem otomotif [17].

CAN beroperasi pada lapisan fisik dan lapisan tautan data model OSI dengan menggunakan sinyal diferensial dua kabel yang tahan terhadap gangguan elektromagnetik. Setiap pesan CAN dikirim dalam bentuk *frame* yang berisi *CAN Identifier* sebagai penanda prioritas dan jenis data, serta *payload* yang memuat nilai parameter kendaraan. Mekanisme arbitrase non-destruktif memungkinkan pesan dengan prioritas lebih tinggi mengakses bus tanpa menimbulkan tabrakan data [18, 19].

Keandalan, efisiensi komunikasi, serta toleransi kesalahan yang kuat menjadikan CAN sebagai solusi komunikasi yang ideal untuk sistem kendaraan modern. Protokol ini mampu mengurangi kompleksitas kabel dan mendukung komunikasi deterministik yang sangat dibutuhkan oleh sistem kontrol kendaraan [17, 20].

B Peran CAN Bus dalam Sistem Monitoring Kendaraan

Dalam sistem monitoring kendaraan, CAN Bus berfungsi sebagai media utama penyedia data operasional kendaraan. Seluruh ECU kendaraan secara periodik mengirimkan pesan CAN yang merepresentasikan kondisi aktual kendaraan, seperti kecepatan, RPM, dan suhu mesin. Sistem monitoring memanfaatkan lalu lintas data ini dengan melakukan pembacaan secara pasif tanpa memengaruhi proses kontrol kendaraan.

Karakteristik CAN yang berbasis pesan memungkinkan sistem monitoring menerima data secara *real-time* dengan latensi rendah. Setiap pesan dapat diidentifikasi melalui *CAN ID* yang berfungsi sebagai penanda jenis parameter.

Dengan pendekatan ini, sistem monitoring dapat memperoleh data mentah kendaraan secara kontinu dan non-invasif [20].

C On-Board Diagnostics (OBD-II)

On-Board Diagnostics generasi kedua (OBD-II) merupakan sistem diagnostik terstandarisasi yang memungkinkan akses ke data kendaraan melalui konektor khusus. OBD-II dikembangkan untuk mendukung pemantauan emisi serta mempermudah proses diagnostik kendaraan modern [21].

OBD-II menyediakan antarmuka standar berbasis *Parameter ID* (PID) yang memungkinkan pembacaan berbagai parameter kendaraan seperti RPM, kecepatan, suhu pendingin, dan konsumsi bahan bakar [1]. Standarisasi ini menjadikan OBD-II kompatibel lintas merek dan model kendaraan, sehingga banyak dimanfaatkan dalam sistem monitoring eksternal dan penelitian berbasis data kendaraan.

D OBD-II sebagai Gerbang Akses Data Kendaraan

Dalam sistem monitoring, OBD-II berperan sebagai gerbang akses data yang menghubungkan jaringan CAN internal kendaraan dengan perangkat eksternal. Melalui port OBD-II, sistem monitoring dapat mengakses data kendaraan tanpa perlu modifikasi langsung pada sistem kelistrikan kendaraan [13].

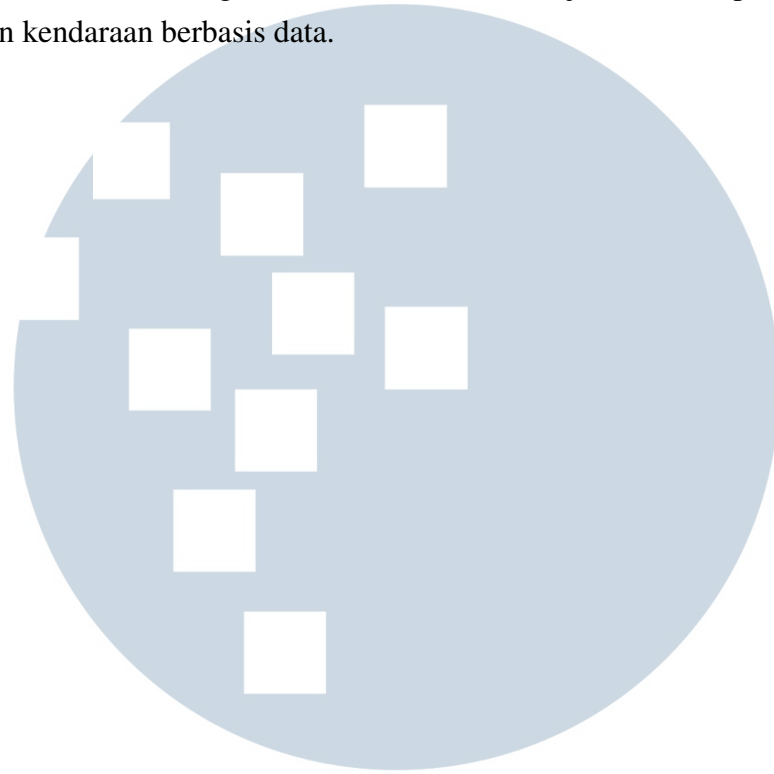
Meskipun memberikan kemudahan akses, OBD-II memiliki keterbatasan pada parameter yang dapat diakses, terutama untuk data non-standar yang bersifat proprietary. Oleh karena itu, pemanfaatan OBD-II dalam sistem monitoring perlu mempertimbangkan ketersediaan data serta fokus pada parameter standar yang relevan untuk tujuan pemantauan kendaraan.

2.1.3 Monitoring dan Visualisasi Data Kendaraan

Monitoring dan visualisasi data kendaraan merupakan komponen penting dalam sistem diagnostik modern. Pemantauan data secara *real-time* memungkinkan pendeteksian dini terhadap anomali operasional sebelum berkembang menjadi kerusakan serius. Visualisasi data berperan dalam menyederhanakan informasi mentah agar mudah dipahami oleh pengguna maupun teknisi [22].

Melalui *dashboard* dan grafik *real-time*, pengguna dapat mengamati tren perubahan parameter kendaraan seperti peningkatan suhu mesin atau penurunan efisiensi bahan bakar. Pendekatan ini membantu meningkatkan efektivitas

pemantauan, efisiensi operasional, serta keselamatan kendaraan [23]. Dengan demikian, sistem monitoring dan visualisasi data menjadi fondasi penting dalam pengelolaan kendaraan berbasis data.



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

2.2 Systematic Literature Review

Tabel 2.1. *Systematic Literature Review* Penelitian

No	Referensi	Fokus	Metode	Hasil	Keterbatasan	Relevansi
1	Walrand et al. (2018) – Kajian arsitektur jaringan An Architecture for In-Vehicle elektronik kendaraan modern. Networks	Studi arsitektur CAN, LIN, MOST, FlexRay.	Menjelaskan struktur komunikasi dan peran tiap protokol.	Bersifat konseptual, tanpa implementasi sistem.	Mendukung pemahaman struktur komunikasi untuk desain akuisisi data.	
2	Singh et al. (2020) – Integrasi data CAN untuk Augmenting End-To-End Steering Angle Prediction With CAN Bus data	Eksperimen pembelajaran prediksi mesin pada data kamera + CAN.	CAN meningkatkan akurasi prediksi tanpa perlu sensor mahal.	Fokus pada kendaraan otonom, bukan diagnostik.	Relevan untuk penggunaan CAN sebagai sumber data ML.	
3	Rimpas et al. (2020) – OBD-II Sensor Diagnostics For Monitoring Vehicle Operation and Consumption	Monitoring operasi kendaraan menggunakan sensor OBD-II.	Eksperimen pembacaan PID dan analisis konsumsi.	Menunjukkan OBD-II efektif untuk analisis perilaku kendaraan.	Uji terbatas pada satu Menegaskan bahwa OBD-II dapat menjadi sumber data diagnostik murah.	
4	Khan et al. (2022) – Machine Learning Approach For Driver Identification,	Identifikasi pengemudi dari pola data CAN.	Eksperimen ML pada dataset OCSLab.	Akurasi tinggi pada jumlah pengemudi terbatas.	Dataset kecil dan beragam.	tidak Relevan untuk pemanfaatan data CAN untuk analisis perilaku.
5	Rykala et al. (2023) – Pemodelan konsumsi bahan Modeling Vehicle Fuel Consumption Using A Low-Cost OBD-II Interface,	bahan bakar melalui antarmuka jaringan saraf tiruan.	Regresi multivariat dan OBD-II dapat mendekati akurasi alat uji profesional.	Uji empiris terbatas.	Menunjukkan potensi OBD-II sebagai data source yang valid.	
6	Campos-Ferreira et al. (2023) – Vehicle and Driver Monitoring System Using On-Board and Remote Sensors	Analisis telematika untuk diagnosis kendaraan.	Pengujian sistem berbasis cloud untuk analisis data operasi kendaraan.	Sistem mampu mendeteksi pola anomali secara real-time.	Butuh jaringan stabil untuk performa optimal.	Menjadi dasar integrasi monitoring dan visualisasi data kendaraan.

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa jaringan *Controller Area Network* (CAN Bus) dan antarmuka *On-Board Diagnostics* (OBD-II) memiliki potensi besar sebagai sumber data utama untuk pengembangan sistem monitoring dan analisis kendaraan. Literatur menunjukkan bahwa CAN Bus tidak hanya berperan sebagai tulang punggung komunikasi antar *Electronic Control Unit* (ECU), tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai media akuisisi data yang andal untuk berbagai kebutuhan, mulai dari diagnostik kendaraan, analisis perilaku pengemudi, hingga integrasi dengan sistem berbasis *machine learning*. Sebagian penelitian menegaskan bahwa pendekatan berbasis OBD-II menawarkan solusi yang ekonomis dan mudah diimplementasikan, meskipun masih memiliki keterbatasan pada aspek cakupan data dan skalabilitas pengujian. Namun, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada aspek analisis data atau aplikasi spesifik seperti kendaraan otonom dan identifikasi pengemudi, sehingga masih terbuka ruang penelitian untuk merancang sistem yang menitikberatkan pada proses akuisisi dan transmisi data kendaraan secara menyeluruh.

Dengan demikian, hasil SLR ini memperkuat landasan penelitian bahwa pengembangan sistem akuisisi dan transmisi data kendaraan berbasis CAN Bus menggunakan protokol MQTT merupakan pendekatan yang relevan dan memiliki kontribusi nyata. Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi celah yang ada pada studi sebelumnya, khususnya dalam hal perancangan arsitektur sistem yang terintegrasi mulai dari perangkat keras, mekanisme komunikasi data, hingga penyajian informasi pada aplikasi berbasis web untuk mendukung kebutuhan monitoring kendaraan secara *real-time*.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A