

INTISARI

Kendaraan listrik, bahkan yang paling sederhana sekalipun seperti untuk utilitas kawasan terbatas, terdiri atas berbagai subsistem kompleks yang memerlukan kendali terkoordinasi agar dapat beroperasi dengan optimal. Jaringan komunikasi untuk mawadahi sistem kendali terjaring sangat penting diimplementasikan tidak hanya untuk fungsionalitas dasar, tetapi juga untuk memungkinkan otomasi kendaraan di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *Main Control Unit* (MCU) berbasis *Controller Area Network* (CAN) untuk mengkoordinasikan lima fungsi dasar kendaraan listrik sederhana, yaitu sensor pedal, tampilan pengemudi, kendali arah maju/mundur, tingkat eksitasi medan untuk pengaturan torsi, dan kendali kecepatan.

Penelitian ini mencakup perancangan, implementasi, dan pengujian purwarupa MCU serta sistem *node* terjaring menggunakan CAN Bus dengan pesat bit 500 kbps. Fokus penelitian secara spesifik adalah merancang koordinasi kendali berbasis CAN untuk semua fungsi dasar kendaraan, dan menentukan serta memvalidasi protokol CAN untuk memastikan kinerja sistem yang deterministik melalui analisis beban bus, pengukuran latensi, dan uji integritas isyarat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa purwarupa sistem kendali yang terintegrasi penuh dapat berfungsi dengan benar, baik pada tingkat komunikasi maupun logika. Fungsionalitas utama yang tervalidasi meliputi keberhasilan koordinasi pengaturan kecepatan menggunakan data pedal, aktivasi *field weakening* otomatis berbasis kecepatan kendaraan, implementasi kendali arah dengan mekanisme *interlock* keamanan, serta operasional tampilan informasi bagi pengemudi.

Validasi performa jaringan menunjukkan pewaktuan jaringan yang sangat stabil, dengan pergeseran periode transmisi rerata kurang dari 0,01% dan *jitter* maksimal sebesar 0,13 ms. Latensi rata-rata pemrosesan data kecepatan menjadi perintah torsi tercatat sebesar 103 ms, sedangkan latensi total masukan-keluaran untuk kendali arah sebesar 300 ms. Penggunaan beban bus aktual tercatat sangat rendah pada angka 0,58% (dengan skenario teoretis terburuk 0,636%), yang mengindikasikan ketersediaan kapasitas yang memadai untuk ekspansi sistem. Sistem juga terbukti tangguh terhadap interferensi elektromagnetik, beroperasi tanpa galat data di lingkungan bertegangan 220 V menggunakan kabel UTP.

Penelitian ini menghasilkan platform MCU berbasis CAN bus yang teruji, andal, dan *scalable* untuk kendaraan listrik utilitas kawasan terbatas. Purwarupa ini dapat menggantikan arsitektur pengkabelan *point-to-point* konvensional dengan sistem kendali terjaring yang deterministik sehingga dapat menjadi fondasi praktis untuk integrasi fitur tambahan serta pengembangan kapabilitas otonom di masa depan.

Kata kunci : *Main Control Unit*, *Controller Area Network*, sistem kendali terjaring, kendaraan listrik

ABSTRACT

This work presents the design and implementation of a CAN bus-based main control unit (MCU) for utility electric vehicles. Existing systems often rely on point-to-point wiring, which limits scalability and prevents advanced control strategies. The proposed system integrates five essential vehicle functions through a hierarchical networked control architecture with four nodes communicating over a 500 kbps CAN bus as a solution between speed, data rate, and wire length in an electric vehicle.

A custom SAE J1939-inspired protocol ensures deterministic communication with low bus load. Experimental results demonstrate successful coordination of all functions, including automatic field weakening and safety-interlocked gear control, with stable network performance: mean message period shift below 0.01 percent, maximum jitter of 0.13 milliseconds, with average latency of 103 milliseconds for speed-based field weakening control and 300 milliseconds for direction changes, both suitable for utility vehicle operation. The actual bus load is only 0.58 percent, leaving over 99 percent of bandwidth available for system expansion. This work provides a validated, scalable platform for modernizing simple electric vehicles and enabling future autonomous features.

Keywords : *Main Control Unit, Controller Area Network, networked control systems, electric vehicle*