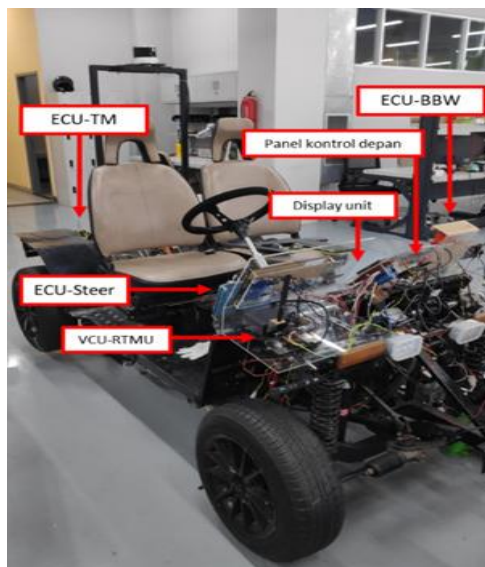


BAB I

PENDAHULUAN

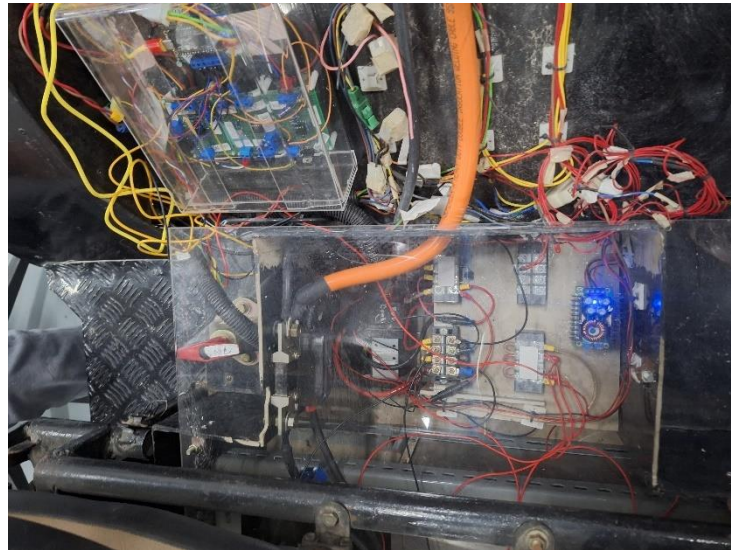
1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan keterbatasan bahan bakar fosil dan tingginya kebutuhan bahan bakar fosil, kendaraan listrik menjadi solusi yang ideal untuk menangani permasalahan keterbatasan bahan bakar fosil mengingat kendaraan listrik tidak menggunakan bahan bakar fosil dan tidak menghasilkan emisi bahan bakar[1][2][3]. Komponen penggerak kendaraan listrik umumnya menggunakan motor DC seri. Motor ini dikenal dengan torsi awal yang sangat tinggi, kemudahan dalam mengatur kecepatan, serta kemampuannya dalam menganani penambahan beban secara mendadak, namun kelemahan pada penggerak ini adalah pada biaya perawatannya yang disebabkan oleh penggunaan sikat (*brushes*)[4]. Motor traksi untuk kendaraan otomotif membutuhkan tingkat kepadatan daya yang tinggi, kemampuan untuk beroperasi pada berbagai kecepatan, dan harus memiliki keandalan dan efisiensi yang sangat baik[3]. Modul pengendali elektronik motor traksi atau *Electronic Control Unit – Traction Motor* (ECU – TM) memainkan peran penting dalam mengendalikan kinerja motor traksi secara efisien. Untuk saat ini, prototipe ECU – TM pada Mobil Golf Otonom (MGO) masih dalam pengembangan dan masih menghasilkan *noise* yang cukup besar, sehingga diperlukan metode tambahan untuk reduksi *noise*.



Gambar 1. 1 Sistem Kendali Kendaraan Listrik Otonom BRIN

(Sumber: Estiko Rijanto, Sistem Kendali Kendaraan Listrik Otonom Berbasis Baterai, 2024)



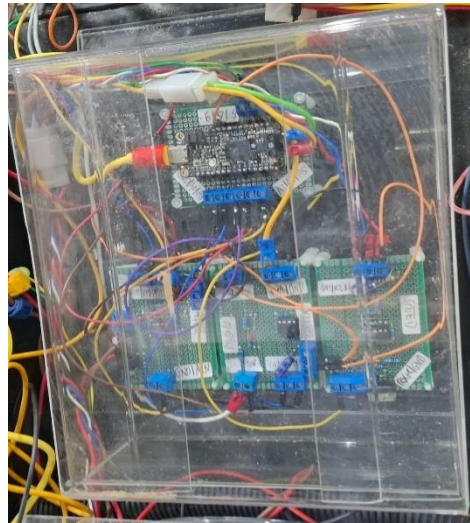
Gambar 1. 2 ECU – TM MGO

(Sumber: Estiko Rijanto, Sistem Kendali Kendaraan Listrik Otonom Berbasis Baterai, 2024)

Dilihat pada gambar 1.2 ukuran dan desain prototipe ECU-TM masih terpisah – pisah seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.2. ECU – TM versi saat ini juga belum menggunakan *Isolated Power Supply*. Hal ini diduga menimbulkan masalah dalam hal *noise* karena adanya potensi terjadi *Ground Loop*. *Ground Loop* adalah sebuah *loop* (putaran) arus listrik yang terbentuk ketika ada banyak komponen yang terhubung ke sebuah ground[5]. Pada ECU-TM saat ini, referensi ground pada ECU sama dengan referensi ground komponen lainnya. *Ground Loop* dapat mengakibatkan derau hingga kerusakan komponen[6].

Untuk menyelesaikan masalah ini, langkah solusi dapat diterapkan yaitu, melakukan isolasi galvanik untuk memisahkan sirkuit utama dengan sirkuit lainnya agar bisa beroperasi dengan tegangan referensi yang berbeda yang mana ini penting untuk menghindari terbentuknya *ground loop* yang berpotensi menghasilkan derau, lalu dapat menjadi proteksi tambahan dari lonjakan tegangan yang tidak

diinginkan[7]. Lalu diperlukan perancangan desain PCB untuk ECU-TM supaya komponen dapat terintegrasi dengan baik.



Gambar 1. 3 ECU – TM Eksisting

(Sumber: Estiko Rijanto, Sistem Kendali Kendaraan Listrik Otonom Berbasis Baterai, 2024)

Desain ECU – TM juga harus mempertimbangkan *Electromagnetic Compatibility* (EMC) – nya untuk memastikan ECU – TM dapat berfungsi dengan optimal. Desain tata letak pada *Printed Circuit Board* (PCB) harus dirancang dengan sedemikian rupa untuk meningkatkan EMC[8]. Menggunakan lapisan *ground* yang solid akan meminimalisir induktansi yang menyebabkan *voltage drops* yang berpotensi menghasilkan radiasi yang dapat menyebabkan *noise*[9].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana mengembangkan ECU – TM dengan *noise* yang lebih rendah?
2. Bagaimana efektivitas penerapan isolasi galvanik dan optimalisasi tata letak PCB dalam mereduksi *noise* ?

1.3 Tujuan

Bagian ini menjelaskan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Berikut tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir tersebut.

1. Untuk mengembangkan ECU – TM yang memiliki *noise* yang lebih rendah.

2. Untuk mengetahui efektivitas isolasi galvanik dan tata letak PCB untuk mereduksi *noise*.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat praktis, antara lain:

1. Peningkatan Keandalan : Penelitian ini akan berkontribusi terhadap peningkatan keandalan pada ECU – TM. Karena dengan mengatasi *noise* yang cukup besar pada rangkaian saat ini, maka ECU – TM akan memiliki *output* yang lebih baik
2. Keamanan dan Performa Optimal: Hasil penelitian ini juga akan meningkatkan aspek keamanan pada rangkaian. Dengan mengisolasi rangkaian ECU – TM menggunakan isolasi galvanik, maka rangkaian akan lebih aman dari masalah sehingga daya tahan dan umur ECU – TM lebih panjang. Dengan dilakukannya isolasi dan penanganan *noise*, maka ECU – TM akan memiliki performa yang lebih optimal.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Penelitian dan pengembangan hanya dilakukan pada ECU – TM Mobil Golf Otonom milik BRIN.
2. Penelitian dan pengembangan ini berfokus pada penanganan *noise* dan proteksi tambahan pada ECU – TM Mobil Golf Otonom milik BRIN.
3. Penelitian ini hanya dilakukan untuk Mobil Golf Otonom milik BRIN.
4. Penelitian ini tidak termasuk pembuatan piranti lunak (*software*). Piranti lunak sebatas pada pemakaian untuk merekam data elektronik melalui komunikasi serial antara ECU-TM dengan laptop untuk dokumentasi hasil penelitian.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap awal, dilakukan pengumpulan data dari berbagai literatur ilmiah, jurnal, artikel dan dokumen teknis yang berkaitan dengan perancangan ECU – TM dan penanganan *noise*.

2. Perancangan Sistem ECU – TM

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, langkah selanjutnya adalah merancang desain baru untuk ECU – TM yang lebih baik dalam penangan *noise* dan memiliki proteksi yang baik.

3. Simulasi Kinerja

Setelah selesai melakukan perancangan sistem ECU – TM, kemudian dilakukan pembuatan ECU - TM dan instalasi di MGO.

4. Pengukuran Empirik

Setelah melakukan perancangan dan simulasi ECU – TM, dilakukan pengukuran empirik untuk memverifikasi keandalan dari ECU – TM dari tegangan, arus, hingga *output* primer. Selain itu, dilakukan pengukuran sinyal untuk evaluasi *noise* dan mengukur sinyal dari sensor – sensor untuk kalibrasi variabel – variabel.

5. Implementasi dan Uji Coba

Setelah selesai melakukan pengujian dan verifikasi rancangan ECU – TM, rancangan ECU – TM diimplementasikan langsung pada MGO untuk dilakukan uji coba dengan pengendalian torsi memakai *software* pengendali motor traksi MGO milik PRMC BRIN pada uji statis (roda MGO mengambang) di laboratorium.

6. Analisis Statistik

Data yang telah diperoleh dari pengukuran empirik dan uji lapangan akan dianalisis menggunakan metode statistik. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi keandalan dan efisiensi dari pengembangan yang dilakukan. Hasil dari analisis dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengidentifikasi keberhasilan pengembangan ECU – TM. Analisis dapat dilakukan dengan metode perbandingan kinerja pengendalian motor traksi dengan ECU - TM versi diskrit.

1.7 Proyeksi Pengguna

Hasil penelitian ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan oleh berbagai pihak yang memiliki kepentingan dalam teknologi kendaraan listrik dan sistem kontrol otonom. Beberapa pengguna potensial adalah:

1. Industri Kendaraan Listrik : Industri kendaraan listrik dapat menggunakan hasil penelitian ini untuk meningkatkan daya tahan dan keandalan sistem ECU, terutama pada kendaraan listrik yang beroperasi di luar ruangan. Penerapan teknologi ini juga dapat mengurangi risiko kerusakan serta memperpanjang usia pemakaian kendaraan.
2. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Teknologi : Lembaga riset seperti BRIN dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai pijakan untuk inovasi di bidang teknologi otonom dan sistem elektronik kendaraan. Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut terkait peningkatan ketahanan sistem elektronik terhadap lingkungan yang keras.
3. Universitas dan Lembaga Pendidikan : Institusi akademik, seperti universitas, dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai bahan ajar untuk program-program yang terkait dengan teknik elektro, mekatronika, atau teknologi otomotif. Hasil penelitian ini juga bisa menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan sistem elektronik untuk kendaraan otonom atau aplikasi lain, seperti robotika. Selain itu, ini juga dapat memperkuat kolaborasi antara universitas dan industri dalam mengembangkan teknologi otonom.