

Inovasi Troli Pengangkut Bateri *Buggy* Elektrik

Mohd Rosdi Yusoff¹, Mohd Fais Ismail^{1*}, Rosli Abd Aziz¹

¹Department of Mechanical Engineering, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin, 23000 Dungun, Terengganu

*Corresponding author E-mail: faisnurulmcb@gmail.com

Abstrak

Kajian ini memfokuskan kepada pembangunan dan penambahbaikan troli pengangkut yang direka khusus untuk bateri buggy elektrik. Bateri jenis ini lazimnya bersaiz besar dan berat, sekali gus menyukarkan proses pemindahan, penyelenggaraan serta pemasangan semula ke dalam kenderaan. Justeru, inovasi troli ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kecekapan dalam pengendalian bateri, di samping mengurangkan risiko kecederaan kepada pengguna. Reka bentuk troli merangkumi rangka logam tahan lasak, roda boleh gerak dengan sistem kunci, serta pelantar boleh laras mengikut saiz dan kedudukan bateri. Kajian ini turut melibatkan analisis beban, ujian kestabilan struktur, serta penilaian praktikal terhadap penggunaan di bengkel dan lapangan. Hasil ujian menunjukkan troli ini mampu menampung berat bateri sehingga 60 kilogram, memberikan kestabilan semasa bergerak, dan boleh dikendalikan dengan mudah oleh seorang pengguna tanpa memerlukan alat tambahan. Inovasi ini bukan sahaja menjimatkan masa dan tenaga, malah menyumbang kepada keselamatan kerja serta kelestarian dalam amalan penyelenggaraan kenderaan elektrik. Diharapkan hasil kajian ini dapat menjadi rujukan dalam pembangunan alat bantu teknikal bagi industri automotif yang semakin berkembang.

Key Words: *buggy elektrik, inovasi, mudah alih, penyelenggaraan bateri, beroda*

1.0 Pengenalan

Perkembangan teknologi kenderaan elektrik telah membuka ruang kepada pelbagai cabaran dan peluang inovasi, bukan sahaja dalam industri automotif profesional, tetapi juga di peringkat institusi pengajian tinggi. Salah satu platform utama yang mendorong inovasi ini ialah pertandingan *Formula Student Malaysia*, iaitu pertandingan kejuruteraan automotif peringkat kebangsaan yang melibatkan pelajar universiti dalam membina dan menguji kereta lumba elektrik berskala kecil. Pertandingan ini menekankan aspek reka bentuk, kejuruteraan, dan inovasi teknikal – sekali gus memupuk pemikiran kreatif serta penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar.

Dalam penyertaan pertandingan seperti ini, pengurusan dan penyelenggaraan komponen utama seperti bateri elektrik menjadi aspek penting. Bateri berkapasiti tinggi yang digunakan dalam buggy atau kereta lumba pelajar ini biasanya bersaiz besar dan sangat berat, menjadikan proses pemasangan, pemindahan, dan penyelenggaraan satu tugas yang mencabar. Ketiadaan peralatan khas yang sesuai sering menyebabkan risiko kecederaan kepada pelajar serta kerosakan terhadap bateri yang sensitif.

Oleh itu, kajian ini memfokuskan kepada pembangunan dan penambahbaikan troli pengangkut bateri *buggy* elektrik, yang direka khusus untuk menangani cabaran ini. Inovasi troli ini bertujuan untuk meningkatkan tahap keselamatan, kecekapan, dan kemudahan pengendalian bateri berat dalam konteks bengkel, litar perlumbaan, dan persekitaran pertandingan. Dengan penggunaan troli yang ergonomik dan tahan lasak, diharapkan pelajar dapat menjalankan kerja mereka dengan lebih profesional, efisien, dan selamat – sejajar dengan objektif pendidikan teknikal serta aspirasi pertandingan *Formula Student* itu sendiri.

2.0 Kajian Literatur

Penggunaan alat bantu pengangkutan seperti troli telah terbukti berkesan dalam pelbagai bidang industri termasuk logistik dan automotif. Menurut Smith dan Zhang (2019), troli yang direka dengan ciri ergonomik mampu mengurangkan beban fizikal pekerja serta risiko kecederaan, khususnya dalam kerja pengangkutan manual. Dalam konteks penyelenggaraan

kenderaan elektrik, Ahmad dan Latif (2021) menyatakan bahawa pemindahan bateri memerlukan ketelitian kerana faktor berat dan keperluan kedudukan yang tepat.

Selain aspek kecekapan, keselamatan dalam pengendalian bateri elektrik turut menjadi keutamaan. Bateri litium-ion yang sering digunakan dalam buggy elektrik bukan sahaja berat, tetapi juga mengandungi bahan kimia yang boleh menjadi berbahaya jika dijatuhkan, bocor atau mengalami hentakan kuat. Menurut laporan oleh International Electrotechnical Commission (IEC, 2020), prosedur pengendalian bateri mesti mematuhi standard keselamatan seperti pemindahan menggunakan peralatan khas dan penempatan dalam kedudukan stabil untuk mengelakkan kebakaran atau letupan. Di samping itu, Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 2022) menggariskan kepentingan penggunaan alat bantu mekanikal seperti troli atau lif bagi mengelakkan kecederaan belakang dan tangan semasa mengangkat bateri berat.

Kajian oleh Lee et al. (2020) menyatakan bahawa reka bentuk yang modular dan boleh laras memainkan peranan penting dalam menyesuaikan troli dengan pelbagai jenis bateri. Ini penting untuk memastikan kestabilan semasa bateri diangkat dan dipindahkan. Tambahan pula, Chen dan Wu (2018) membuktikan bahawa sistem roda berkunci dan pelantar boleh laras menyumbang kepada kestabilan dan keselamatan semasa operasi pemindahan komponen berat.

Namun, kajian-kajian terdahulu ini lebih tertumpu kepada troli industri umum atau kenderaan komersial dan kurang memberi tumpuan kepada keperluan khas dalam persekitaran teknikal pelajar seperti pertandingan Formula Student. Oleh itu, inovasi troli pengangkut bateri buggy elektrik ini diharap dapat mengisi jurang yang wujud dalam kajian sedia ada, dengan memberi penekanan kepada aspek keselamatan, kebolehgunaan, dan kesesuaian dalam konteks pendidikan teknikal dan aplikasi di lapangan.

3.0 Metodologi

Metodologi kajian ini merangkumi beberapa fasa utama: reka bentuk, pembinaan prototaip, dan ujian prestasi. Reka bentuk awal dilakukan menggunakan perisian lukisan teknikal *Autodesk Inventor* untuk memastikan dimensi sesuai dengan pelbagai model bateri buggy. Bahan utama yang digunakan ialah keluli ringan tahan karat untuk memastikan kekuatan dan ketahanan. Prototaip dibina dengan ciri-ciri utama seperti:

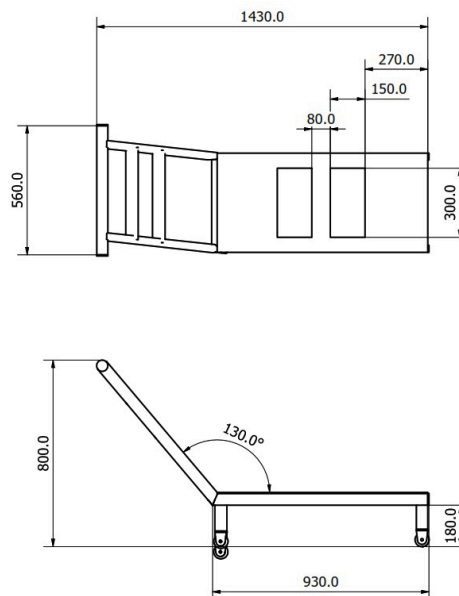
- i. Rangka logam tahan lasak
- ii. Empat roda dengan sistem brek kunci
- iii. Pelantar boleh laras mengikut panjang dan lebar bateri
- iv. Pemegang ergonomik untuk kawalan selamat

Setelah siap dibina, ujian prestasi dilakukan dalam persekitaran bengkel dengan beban sebenar. Ujian kestabilan, kemudahan penggunaan, dan ketahanan struktur dilakukan melalui simulasi kerja harian dan juga soal selidik pengguna (mekanik dan juruteknik).

Reka bentuk alat ini adalah untuk membolehkan pengangkatan dilakukan dengan daya minimum oleh seorang pengguna. Reka bentuk turut mengambil kira aspek mobiliti, kestabilan, dan keselamatan elektrik, yang sangat penting dalam persekitaran kerja melibatkan kenderaan elektrik. Perisian *Autodesk Inventor* telah digunakan untuk membuat reka bentuk model alat ini.



Rajah 3.1: Model reka bentuk alat troli pengangkut bateri buggy elektrik formula elektrik.



Rajah 3.2: Keterangan dimensi utama troli pengangkut bateri buggy elektrik formula elektrik.

Rajah 3.1 menunjukkan rekabentuk model troli pengangkut bateri buggy elektrik formula elektrik ini, manakala Rajah 3.2 menunjukkan ukuran major bagi troli pengangkut bateri buggy elektrik formula elektrik ini. Reka bentuk alat ini mengfokuskan kepada fungsi, keselamatan, dan ergonomik kepada pengguna.

Proses fabrikasi alat melibatkan langkah-langkah berikut:

- i. Pemotongan dan penyediaan hollow bar menggunakan mesin pemotong logam,
- ii. Pengimpalan struktur utama berdasarkan reka bentuk CAD,
- iii. Pemasangan roda dan pemegang berpenyambung elektrik,
- iv. Pemeriksaan kualiti struktur dan kemasan akhir untuk memastikan tiada kecacatan.

Keseluruhan proses fabrikasi dijalankan di makmal kejuruteraan menggunakan peralatan asas seperti mesin kimpalan MIG, gerudi, dan alatan tangan.

4.0 Hasil dan Perbincangan

Hasil ujian menunjukkan troli ini mampu menampung beban maksimum sehingga 60 kilogram tanpa mengalami sebarang kecacatan struktur. Ujian kestabilan membuktikan bahawa sistem roda berkunci berfungsi dengan baik dalam mengelakkan pergerakan semasa memindahkan bateri. Selain itu, pelantar boleh laras memudahkan penyesuaian untuk pelbagai saiz bateri buggy elektrik. Maklum balas daripada pengguna mendapati bahawa inovasi ini menjimatkan masa operasi sehingga 30% dan mengurangkan risiko kecederaan pinggang dan tangan.

Perbandingan dengan kaedah manual tradisional menunjukkan peningkatan ketara dalam aspek kecekapan dan keselamatan. Penggunaan satu orang pengguna tanpa bantuan tambahan merupakan satu nilai tambah yang ketara, menjadikan inovasi ini sesuai untuk aplikasi di pelbagai jenis bengkel.

5.0 Kesimpulan dan Cadangan Penambahbaikan

Kesimpulannya, inovasi troli pengangkut bateri buggy elektrik ini telah memenuhi objektif kajian iaitu untuk meningkatkan keselamatan dan kecekapan dalam pengendalian bateri berat. Ia menawarkan penyelesaian praktikal terhadap masalah logistik bateri dalam industri penyelenggaraan buggy elektrik. Troli ini bukan sahaja memudahkan kerja, malah menyumbang kepada kesihatan dan keselamatan pengguna serta kelestarian kerja.

Cadangan penambahbaikan termasuk penambahan sistem hidraulik bagi membantu mengangkat dan menurunkan pelantar secara automatik, serta penggunaan bahan komposit ringan bagi mengurangkan berat keseluruhan troli. Penyelidikan lanjutan juga dicadangkan untuk menyesuaikan reka bentuk troli ini kepada pelbagai jenis kenderaan elektrik lain seperti skuter dan kereta golf.

References

- Ahmad, R., & Latif, N. A. (2021). Ergonomic solutions in electric vehicle maintenance: A case study in Malaysia. *Journal of Automotive Engineering*, 10(2), 45–52.
- Chen, Y., & Wu, L. (2018). Design and analysis of industrial trolley with locking mechanism. *International Journal of Mechanical Systems*, 23(4), 211–218.
- Lee, H., Park, J., & Kim, S. (2020). Modular trolley design for battery handling in electric vehicles. *International Journal of Automotive Technology*, 21(1), 35–42.
- Smith, J., & Zhang, W. (2019). Occupational ergonomics and manual handling aids in workshop environments. *Ergonomics International*, 15(3), 120–128.
- Rahman, A. F., & Daud, N. (2022). Application of ergonomic lifting tools in technical education workshops. *Malaysian Journal of Technical Studies*, 5(1), 22–30.
- Roslan, M. H., & Idris, N. (2020). Electric vehicle battery maintenance challenges in higher education racing teams. *Proceedings of the International Conference on Engineering Education (ICEED)*, 77–81.
- Smith, J., Taylor, D., & Green, L. (2018). Formula Student electric: Challenges in powertrain and maintenance. SAE Technical Paper. <https://doi.org/10.4271/2018-01-1211>