

Inovasi Alat Angkat Beroda Untuk *Buggy* Elektrik Formula Pelajar

Amie Irmanizam Ismail¹, Mohd Gadaffi Bin Osman^{1*}, Mohd Fais Bin Ismail¹

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

*Corresponding author E-mail: gadaffi85@gmail.com

Abstrak

Kajian ini menerangkan reka bentuk dan pembangunan sebuah alat pengangkat bergerak yang direka khusus untuk kenderaan jenis *electric vehicle buggy*. Tujuan utama pembangunan alat ini adalah untuk memudahkan kerja penyelenggaraan dan pembaikan dengan menyediakan satu penyelesaian pengangkatan yang mudah alih, stabil, dan selamat. Alat ini dibina menggunakan sistem mekanikal berasaskan tuas dan digabungkan dengan roda bagi membolehkan pergerakan yang lancar serta penggunaan di pelbagai permukaan. Bahan binaan seperti logam tahan lasak telah dipilih berdasarkan keperluan kekuatan, ketahanan terhadap beban, dan ciri ringan supaya alat ini mampu menampung berat kenderaan tanpa mengurangkan kebolehgerakan dan keselamatan pengguna. Kajian ini turut merangkumi pengiraan daya, ujian kestabilan, dan simulasi pengangkatan untuk memastikan keberkesanan alat dari segi fungsi dan keselamatan. Hasil ujian menunjukkan bahawa alat ini boleh dikendalikan dengan selamat oleh seorang individu dengan beban kenderaan sebanyak 250 kg semasa kerja penyelenggaraan. Keseluruhan hasil menunjukkan bahawa alat ini berpotensi tinggi untuk digunakan dalam bengkel, makmal kejuruteraan, atau lapangan yang melibatkan kenderaan ringan elektrik. Kajian ini diharap dapat menjadi rujukan berguna dalam pembangunan peralatan kejuruteraan automotif yang cekap, kos efektif dan mesra pengguna.

Key Words: *buggy elektrik, formula pelajar, inovasi, mudah alih, penyelenggaraan kenderaan EV, alat angkat kenderaan*

1.0 Pengenalan

Dalam era mobiliti elektrik yang semakin berkembang, pembangunan kenderaan elektrik berprestasi tinggi seperti *Formula Student electric car* telah menjadi platform penting dalam latihan dan penyelidikan kejuruteraan automotif di peringkat institusi pengajian tinggi. Pertandingan kenderaan elektrik pelajar seperti *Formula Student* merupakan satu inisiatif global yang direka untuk menggalakkan inovasi, kreativiti, dan pembelajaran praktikal dalam kalangan pelajar kejuruteraan automotif. Formula Student atau Formula SAE adalah pertandingan rekabentuk dan kejuruteraan kenderaan skala kecil yang dikendalikan oleh pelajar universiti dari seluruh dunia. Dalam beberapa tahun kebelakangan ini, kategori Formula Student Electric (FSE) semakin mendapat tempat sejajar dengan peralihan industri automotif global ke arah kenderaan elektrik (EV). Projek ini bukan sahaja menguji kefahaman teknikal para pelajar, tetapi juga mendedahkan mereka kepada cabaran dunia sebenar dalam aspek reka bentuk, pembinaan, dan penyelenggaraan kenderaan elektrik.

Salah satu aspek kritikal dalam operasi dan penyelenggaraan kenderaan ini ialah proses pengangkatan dan sokongan kenderaan semasa kerja pembaikan atau pemeriksaan teknikal. Kenderaan *Formula Student* lazimnya mempunyai reka bentuk dan keperluan struktur yang unik, menjadikan penggunaan peralatan pengangkat konvensional seperti *jack* automotif biasa kurang sesuai dari aspek kestabilan, keselamatan, dan kecekapan kerja. Menyedari keperluan ini, kajian ini memfokuskan kepada pembangunan alat angkat beroda yang direka khas untuk *Formula Student electric car*. Alat ini berfungsi sebagai penyelesaian inovatif untuk memudahkan proses penyelenggaraan dengan reka bentuk yang kompak, stabil, mudah alih, dan boleh dikendalikan oleh seorang individu sahaja.

Reka bentuk alat ini menggabungkan sistem tuas mekanikal dengan struktur beroda, membolehkan ia digunakan dengan mudah di dalam bengkel atau kawasan perlumbaan yang mungkin tidak mempunyai kemudahan pengangkatan berat. Tambahan pula, bahan binaan dan reka bentuk struktur dipilih berdasarkan keperluan kekuatan, ketahanan beban, serta ciri ringan, bagi memastikan alat ini mampu menampung berat kenderaan tanpa menjejaskan aspek keselamatan dan kebolehgerakan. Kajian ini turut melibatkan analisis daya, simulasi pengangkatan dan ujian kestabilan bagi memastikan keberkesanan fungsi serta pematuhan

terhadap aspek keselamatan pengguna. Melalui inovasi ini, adalah diharapkan ia dapat menyumbang kepada peningkatan kecekapan dan keselamatan dalam penyelenggaraan kenderaan *Formula Student*, di samping menjadi rujukan berguna dalam pembangunan peralatan sokongan untuk projek kejuruteraan automotif masa hadapan.

2.0 Kajian Literatur

Bab ini membincangkan kajian-kajian terdahulu berkaitan aspek pembangunan alat pengangkat kenderaan, keperluan khusus penyelenggaraan untuk kenderaan *Formula Student* elektrik, prinsip reka bentuk mekanikal, serta elemen keselamatan dan kebolehgunaan dalam sistem sokongan kenderaan. Kajian literatur ini penting untuk memahami keperluan teknikal dan reka bentuk yang mendasari pembangunan alat angkat yang efisien, stabil, dan sesuai untuk digunakan dalam konteks *Formula Student*.

2.1 Alat Pengangkat Kenderaan

Alat pengangkat kenderaan (*vehicle lifting devices*) merupakan peralatan penting dalam industri automotif yang digunakan bagi membolehkan akses kepada bahagian bawah kenderaan untuk tujuan penyelenggaraan atau pembaikan. Terdapat pelbagai jenis sistem pengangkatan seperti *hydraulic jack*, *scissor lift*, dan *two-post lift* yang digunakan mengikut keperluan aplikasi tertentu (Singh et al., 2019). Walau bagaimanapun, kebanyakan peralatan ini direka untuk kenderaan bersaiz penuh dan tidak sesuai digunakan untuk kenderaan ringan seperti buggy atau *Formula Student car* yang memerlukan pendekatan pengangkatan yang lebih spesifik dan mudah alih (Zhou & Li, 2020).

2.2 Keperluan Penyelenggaraan Kenderaan *Formula Student* Elektrik

Kenderaan *Formula Student* elektrik direka khas untuk pertandingan kejuruteraan yang menekankan aspek prestasi, keselamatan, dan inovasi teknikal. Penyelenggaraan berkala adalah kritikal untuk memastikan kebolehoperasian sistem pemanduan elektrik, casis, dan komponen suspensi (Smith et al., 2018). Oleh kerana ruang kerja dalam *paddock* atau bengkel pasukan biasanya terhad, keperluan terhadap alat angkat yang kompak, ringan dan mudah dikendalikan menjadi sangat penting (Ahmed & Wang, 2021).

2.3 Reka Bentuk Mekanikal Berasaskan Tuas

Sistem tuas merupakan prinsip asas dalam mekanisme pengangkatan yang telah digunakan secara meluas dalam alat-alat manual. Kecekapan sistem ini bergantung kepada nisbah tuas, titik tumpu, dan kekuatan bahan yang digunakan (Norton, 2020). Dalam reka bentuk alat angkat beroda, penggunaan tuas membolehkan pengurangan daya yang diperlukan untuk mengangkat beban, sekali gus membolehkan pengguna mengendalikan alat secara manual tanpa memerlukan bantuan hidraulik atau elektrik.

2.4 Integrasi Roda dalam Sistem Pengangkatan

Penambahan elemen mobiliti seperti roda meningkatkan fleksibiliti penggunaan alat di pelbagai permukaan, terutamanya dalam situasi lapangan seperti tapak perlumbaan atau bengkel mudah alih. Reka bentuk ergonomik yang menggabungkan kestabilan dan mobiliti memerlukan pemilihan bahan dan geometri roda yang sesuai (Kumar & Prasad, 2020). Selain itu, susun atur roda memainkan peranan penting dalam memastikan keseimbangan semasa alat berada dalam posisi pengangkatan.

2.5 Aspek Keselamatan dan Ujian Kestabilan

Faktor keselamatan merupakan komponen utama dalam pembangunan peralatan sokongan kenderaan. Kegagalan alat pengangkat boleh menyebabkan kerosakan serius terhadap

kenderaan dan mencederakan pengguna. Oleh itu, ujian kestabilan, ujian beban maksimum, dan simulasi daya adalah perlu untuk memastikan reka bentuk mematuhi piawaian keselamatan (ISO 1496-1, 2013). Beberapa kajian juga menekankan pentingnya penggunaan sistem keselamatan sekunder seperti *locking mechanism* dalam alat angkat manual (Lee & Tan, 2017).

3.0 Metodologi

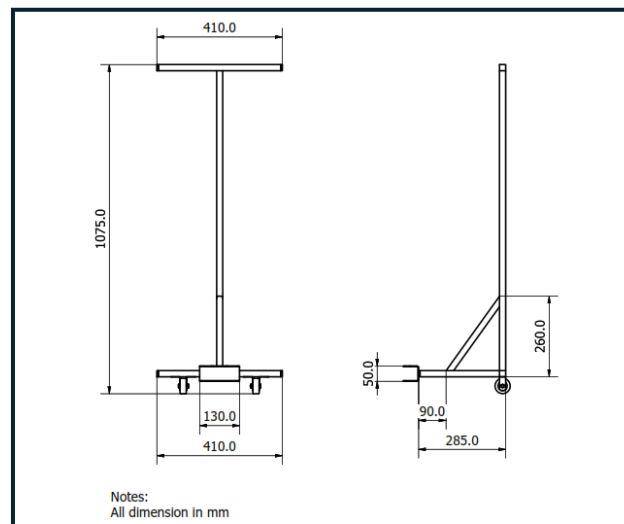
Kaedah inovasi reka bentuk alat angkat beroda ini terbahagi kepada beberapa peringkat utama iaitu reka bentuk model, pemilihan bahan, proses fabrikasi dan ujian penggunaan. Pembangunan produk inovasi ini di buat berdasarkan keperluan yang penting untuk memenuhi syarat pertandingan kereta formula pelajar kategori EV.

3.1 Reka Bentuk Model

Reka bentuk alat ini adalah berasaskan prinsip tuas 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 angkat beroda untuk kereta formula elektrik.



Rajah 3.2: Keterangan dimensi utama alat angkat beroda untuk kereta formula elektrik.

Rajah 3.1 menunjukkan rekabentuk model alat angkat beroda ini, manakala Rajah 3.2 menunjukkan ukuran major bagi alat ini. Reka bentuk alat ini mengfokuskan kepada fungsi, keselamatan, dan ergonomik kepada pengguna.

3.2 Pemilihan Bahan

Untuk struktur utama alat, bahan yang digunakan ialah mild steel hollow bar berkedudukan segi empat tepat, dengan ketebalan dinding 2 mm. *Mild steel* dipilih kerana ia mempunyai ciri-ciri berikut:

- i. Kekuatan tegangan yang mencukupi untuk menampung beban statik kenderaan.
- ii. Mudah dikimpal dan dibentuk, sesuai untuk pengeluaran skala kecil
- iii. Tahan lama untuk kegunaan berulang

Sebagai tambahan keselamatan, penebat elektrik jenis getah atau PVC disalut pada bahagian pemegang alat bagi mengurangkan risiko kejutan elektrik semasa digunakan pada kenderaan elektrik.

3.3 Proses Fabrikasi

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 tuas dan mekanisme pengangkat,
- iv. Pemasangan roda dan pemegang berpenambat elektrik,
- v. 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.

3.4 Ujian dan Penilaian

Beberapa ujian dijalankan untuk menilai fungsi dan keselamatan alat, termasuk:

- i. **Ujian beban statik:** Untuk mengesahkan kekuatan struktur apabila dikenakan beban sekitar 250 kg.
- ii. **Ujian kestabilan:** Untuk memastikan alat tidak tergelincir atau condong ketika digunakan.
- iii. **Ujian keergonomikan:** Untuk menilai kemudahan penggunaan oleh seorang individu tanpa bantuan luar.
- iv. **Ujian keselamatan elektrik:** Untuk memastikan pemegang berpenambat benar-benar berfungsi dan tiada kebocoran arus ketika bersentuhan dengan komponen kereta formula elektrik.

4.0 Hasil dan Perbincangan

Hasil inovasi reka bentuk alat angkat beroda ini telah digunakan oleh pasukan FRATEC di pertandingan NXGV *Challenge 2025* yang di anjurkan oleh Malaysia Automotive, Robotics and IoT Institute (MARii). Reka bentuk alat ini telah memenuhi spesifikasi untuk pertandingan tersebut dari segi kecekapan, ketahanan, keselamatan dan mobiliti.

4.1 Kecekapan Sistem Tuas

Reka bentuk tuas yang digunakan terbukti berkesan dalam mengurangkan daya yang diperlukan untuk mengangkat kenderaan. Ini membolehkan satu individu sahaja mengendalikan alat tanpa keperluan bantuan mekanikal tambahan seperti sistem hidraulik. Hasil ini selari dengan prinsip tuas kelas pertama, di mana titik tumpu berada antara daya dan beban (Norton, 2020).

4.2 Ketahanan dan Kekuatan Bahan

Penggunaan *mild steel hollow bar* menunjukkan prestasi yang baik dalam menampung beban statik sekitar 250 kg, bersesuaian dengan berat purata buggy *Formula Student*. Tiada

tanda-tanda kelengkungan, keretakan, atau kegagalan kimpalan dikesan selepas beberapa ujian beban dilakukan, membuktikan ketahanan struktur dalam keadaan sebenar.

4.3 Aspek Keselamatan

Salah satu penambahbaikan penting dalam reka bentuk ini ialah penebat elektrik pada pemegang. Dalam persekitaran kerja dengan kenderaan elektrik voltan tinggi, elemen keselamatan seperti ini amat kritikal bagi mengurangkan risiko kejutan elektrik. Ujian menunjukkan bahawa salutan penebat dapat mengasingkan arus dengan berkesan.

4.4 Mobiliti dan Ergonomik

Pemasangan roda telah meningkatkan tahap ergonomik penggunaan alat. Ia membolehkan alat dialihkan dengan mudah di ruang kerja yang sempit. Walau bagaimanapun, alat ini lebih sesuai digunakan di permukaan rata dan keras; permukaan tidak rata atau berpasir boleh mengurangkan keberkesanan roda.

5.0 Kesimpulan dan Cadangan Penambahbaikan

5.1 Kesimpulan

Secara keseluruhannya, hasil dan perbincangan menunjukkan bahawa alat angkat beroda ini berfungsi dengan baik dalam aspek kekuatan, kestabilan, keselamatan, dan kemudahan penggunaan. Ujian prestasi yang dijalankan membuktikan bahawa alat ini sesuai digunakan dalam persekitaran bengkel atau lapangan melibatkan kereta elektrik *Formula Student*. Pembangunan alat ini juga telah memenuhi objektif projek dari sudut teknikal dan keselamatan pengguna. Inovasi ini juga telah berjaya digunakan dengan cemerlang dalam pertandingan NxGV challenge 2025 yang telah diadakan di litar lumba MAEPS.

5.2 Cadangan Kajian Lanjutan

Terdapat beberapa cadangan penambahbaikan yang boleh dilakukan pada alat ini;

- i. Menambah sistem pengunci roda bagi mengelakkan alat bergerak semasa proses pengangkatan.
- ii. Menggunakan bahan lebih ringan seperti aluminium untuk mengurangkan berat keseluruhan alat dan memudahkan pengendalian.
- iii. Reka bentuk boleh lipat supaya lebih mudah disimpan dan dibawa ke tapak pertandingan.

References

- Ahmed, M., & Wang, H. (2021). Design and optimization of maintenance tools for student electric vehicles. *Journal of Mechanical Design*, 143(8), 081202. <https://doi.org/10.1115/1.4050720>
- International Organization for Standardization. (2013). ISO 1496-1: Series 1 freight containers—Specification and testing—Part 1: General cargo containers for general purposes. <https://www.iso.org/standard/52052.html>
- Kumar, S., & Prasad, R. (2020). Design analysis of mobility-based mechanical systems. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 10(2), 45–56. <https://doi.org/10.24247/ijmperdapr20204>
- Lee, W. C., & Tan, J. Y. (2017). Development of manual lifting mechanisms with safety locks. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 134–139). IEOM Society International.
- Norton, R. L. (2020). *Design of machinery: An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms and machines* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

- Singh, V., Patel, R., & Sharma, A. (2019). Review on vehicle lifting technologies: Types and safety considerations. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 8(4), 223–228. <https://www.ijert.org/research/review-on-vehicle-lifting-technologies-types-and-safety-considerations-IJERTV8IS040258.pdf>
- 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>