Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 13, No. 3, Tahun 2025
Online: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm

DESAIN DAN PEMILIHAN SPESIFIKASI KENDARAAN LISTRIK RODA TIGA UNTUK MOBILITAS PERKOTAAN

***Yuko Gracena Januardy[1], Djoeli Satrijo[2], Ojo Kurdi[2]**
[1]Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
[2]Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059
*E-mail: ygracena@gmail.com

Abstrak

Kendaraan roda tiga listrik adalah kendaraan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat perkotaan, seperti memperbaiki kualitas udara, mengurangi tingkat kebisingan, serta meningkatkan efisiensi energi dalam pergerakan mobilitas di lingkungan perkotaan. Berat dari kendaraan ini yaitu 250 kg dengan 2 penumpang dengan 210 kg. Dalam upaya untuk menigkatkan efisiensi, penelitian ini berfokus pada kekuatan rangka yang digunakan dan juga pemilihan spesifikasi kendaraan yang cocok dan mumpuni untuk kendaraan roda tiga listrik dalam penelitian ini. Pada penelitian ini mengacu pada referensi desain zbee dan e-trike dengan panjang kendaraan 2614 mm, lebar 1250, dan tinggi 1500 menggunakan bahan rangka *ladder frame* hollow aluminum 6061 50 x 25 x 4 mm. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan rangka dengan beban statis, mengatahui spesifikasi yang cocok pada kendaraan, dan mengetahui hasil dari perhitungan aspek safety, performa, gaya hambat, stabilitas, dan kenyamanan
Kata Kunci: *finite element method*; kendaraan roda tiga; rangka; *spesifikasi*

Abstract

Electric tricycles are vehicles that can provide benefits to urban communities, such as improving air quality, reducing noise levels, and increasing energy efficiency in mobility movements in urban environments. The weight of this vehicle is 250 kg with 2 passengers with 210 kg. In an effort to increase efficiency, this study focuses on the strength of the frame used and also the selection of suitable and qualified vehicle specifications for electric tricycles in this study. This study refers to the zbee and e-trike design references with a vehicle length of 2614 mm, a width of 1250, and a height of 1500 using a ladder frame hollow aluminum 6061 50 x 25 x 4 mm frame material. This study aims to analyze the strength of the frame with static loads, find out the specifications that are suitable for the vehicle, and find out the results of calculating safety, performance, drag, stability, and comfort aspects.
Keywords: *finite element method*; *frame*; *specifications*; *three-wheeled vehicle*

1. Pendahuluan

Teknologi ramah lingkungan menjadi tren penting di masa depan, terutama bagi perusahaan multinasional yang berinvestasi dalam inovasi hijau. Masalah lingkungan seperti perubahan iklim dan polusi menuntut solusi energi terbarukan, salah satunya kendaraan listrik (EV) yang dapat mengurangi emisi dan meningkatkan kualitas udara di kota-kota. Transportasi perkotaan, sebagai tulang punggung ekonomi, juga menjadi sumber polusi dan kemacetan yang serius. EV menawarkan solusi dengan mengurangi emisi langsung dan memindahkan dampak ke sumber listrik yang lebih bersih. Bajaj, kendaraan roda tiga populer di Asia, memiliki potensi untuk dikonversi menjadi EV, yang dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi polusi. Penelitian ini bertujuan merancang bajaj listrik yang kuat namun ringan untuk mendukung mobilitas berkelanjutan di perkotaan.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui spesifikasi yang cocok untuk kendaraan, Mengatahui apakah rangka yang dibuat kuat untuk menahan beban yang ada, dan Mengetahui hasil perhitungan aspek safety, performa, aerodinamika, handling dan stabilitas, dan kenyamanan.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Pada penelitian ini tahap pertama yang dilakukan yaitu studi literatur dengan mengumpulkan sumber dan referensi baik dari buku, tugas akhir, artikel di internet, dan jurnal

Dalam penyusunan tugas akhir,terdapat beberapa sumber buku yang digunakan sebagai acuan. Berikut judul buku yang menjadi acuan buku tersebut berjudul Theory of Ground Vehicle dari J. Y. Wong. Penelitian ini dilakukan untuk memodelkan dan menganalisis frame chassis menggunakan metode elemen hingga dan faktor keamanan yang cukup memadai dan juga memperhitungkan spesifikasi yang cocok untuk kendaraan pada penelitian ini.

Pertama dilakukan yaitu mengamati desain – desain yang mirip dengan kendaraan roda tiga pada penelitian ini, seperti zbee dan juga e-trike. Lalu dilakukan *weight desicions matiks* untuk mendapatkan spesifikasi yang ingin

digunakan. Setelah itu dilakukan pemodelan geometri kendaraan untuk penelitian ini dengan solidworks 2023. Data material yang digunakan yaitu aluminum 6061 T6

Selanjutnya melakukan analisis pada rangka menggunakan ansys 2022R. Pada analisis ini dilakukan *meshing* dengan ukuran 5 mm dan melakukan konfigurasi pembebanan .

Lalu dilakukan analisis yaitu melakukan perhitungan terhadap spesifikasi yang akan digunakan. Setelah didapat perhitungan yang sesuai didapatkan hasil akhir berupa spesifikasi kendaraan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Spesifikasi Komponen

Komponen yang digunakan dengan *weight desicions matriks* pada kendaraan roda tiga pada penelitian ini yaitu tenaga penggerak Motor BLDC, profil rangka hollow, pengereman menggunakan disk brake, sasis ladder frame, body FRP, dan baterai LiFePo.

3.2 Simulasi Rangka

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada rangka kendaraan, pada pembebanan statis vertikal terbesar didapat *total deformation* 1,1914 mm, *equivalent stress* 68,086 Mpa, dan *safety factor* 3,8069.

Lalu pada pembebanan belok didapat *total deformation* 1,9535 mm, *equivalent stress* 93,493 MPa, dan *safety factor* 2,7724. Beban rem depan *total deformation* 1,4786 mm, *equivalent stress* 86,509 MPa, dan *safety factor* 2,9962. Beban rem belakang *total deformation* 1,1401 mm, *equivalent stress* 78,762 MPa, dan *safety factor* 3,2909.
Pada beban gaya torsi *total deformation* 1,6867 mm, *equivalent stress* 101,84 MPa, dan *safety factor* 2,5453.

3.4 Pengereman

Setelah dilakukan perhitungan, didapat gaya yang dibutuhkan pengereman untuk menghentikan kendaraan yaitu minimum 3.513 N dan maksimumnya 4.855,95 N.

Lalu digunakan rem yang ada di pasaran yaitu rem tromol Honda Supra X dengan gaya rem total 4.857 N.

3.5 Torsi

Setelah dilakukan perhitungan dengan rumus $Tp = Fr \times R$ didapat torsi minimum agar kendaraan berjalan yaitu 74,18 Nm.

3.6 Daya

Daya yang dibutuhkan dari perhitungan dengan rumus $Pr = Fr \times Vmax$ hingga kecepatan 45 km/h yaitu 5.616 W.

3.7 Transmisi

Transmisi yang digunakan pada kendaraan ini kit gardan motor listrik yang ada di pasaran dengan memodifikasi motor dan rasio transmisi agar mendapatkan torsi yang diinginkan. Didapat rasio transimisi x gardan yang diinginkan yaitu 1 : 3.28 dan rpmnya turun menjadi 1.338 rpm.

3.8 Gaya Hambat Aerodinamika

Perhitungan dilakukan dengan rumus $Ra = \frac{1}{2}$ x $\rho \times Cd \times Af \times Va^2$. Didapat gaya hambat aerodinamika yaitu 73,37 N.

3.9 Gaya Hambat Rolling

Didapat gaya hambat rolling dengan koefisien rolling 0,010 dengan massa 550 kg dengan rumus $Rr = fr \times$ W didapat gayanya adalah 53,95 N.

3.10 Gaya Hambat Tanjakan

Setelah perhitungan dengan rumus $Rg = Wsin\Theta$ dan maksimum tanjakan 3,43 ◦ didapat gaya hambat tanjakannya yaitu 322 N.

3.11 Sudut Belok

Digunakan radius belok 3 meter dikarenakan rata – rata kendaraan roda tiga seperti bajaj memiliki radius belok 3 meter. Didapat sudut belok pada kecepatan maksimum yaitu 31,36 ◦.

3.12 Sudut Slip

Didapat sudut slip depan yaitu 8,39◦ dan sudut slip belakang 18.93.

3.13 *Inddex Understeer*

Kus yang didapat yaitu -0.03465 makan kendaraan oversteer.

3.14 Sudut Caster

Dengan mengacu pada sudut caster pada roda tiga seperti bajaj yaitu 3 ◦ dan juga ban modern 2 – 6 ◦, digunakan rumus $\Theta = \tan{-1}(\frac{d}{h})$ sehingga didapat h = 100 mm dan d = 5,24 mm.

3.15 Frekuensi Natural

Frekuensi natural pitch nya 1,69 Hz dan bounce nya 1,28 Hz menggunakan *shock* bagian depan 10,79 kN/m dan bagian belakang 11,72 kN/m di dua bagian belakang.

3.16 Hasil Spesifikasi Kendaraan

Setelah dilakukan perhitungan – perhitungan dengan rumus, didapat spesifikasi kendaraan untuk kendaraan roda tiga yang cocok untuk perkotaan ini yaitu untuk *general* total massa 250 kg, massa dengan beban 550 kg, panjang total 2072,5 mm, lebar total 1250 mm, tinggi 1500 mm, ukuran ban 135/70 R13, *wheelbase* 2196 mm, kapasitas penumpang 2, sistem steering *handlebar*, radius belok 3 m, kemampuan menanjak 3,43°, sudut belok maksimum 31,37 °, sudut caster 3 °, Ixx 154 kg.m^2, Iyy 277 kg.m^2, Izz 342 kg.m^2.

Untuk spesifikasi performa yaitu konsumsinya 4,36 kWh/100 km dan kecepatan maksimumnya yaitu 45 km/h. Selanjutnya Spesifikasi motornya dengan tipe BLDC daya maksimum 6544 W, torsi maksimum 28,2 Nm, efisiensi maksimum 91%, efisiensi rata-rata 88%, transmisi otomatis, dan rasio 1:3,28 dan Untuk rem digunakan yaitu tromol milik Honda Supra X.

Untuk spesifikasi baterai yaitu tipe LiFePo dengan kapasitas 80 Ah dan dengan voltase 48 V. Lalu untuk suspensinya menggunakan shock absorber dengan bagian depan 10,79 kN/m dan belakangnya 11,72 kN/m.

4. Kesimpulan

1. 1 Spesifikasi yang digunakan pada kendaraan yaitu tenaga penggerak menggunakan motor bldc, profil rangka hollow, pengereman tromol, sasis *ladder frame,* body frp, dan baterai LiFePo.
2. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada rangka kendaraan, pada pembebanan statis vertikal terbesar didapat *total deformation* 1,1914 mm, *equivalent stress* 68,086 Mpa, dan *safety factor* 3,8069. Lalu pada pembebanan belok depan didapat *total deformation* 1,9535 mm, *equivalent stress* 93,493 MPa, dan *safety factor* 2,7724. Beban rem depan *total deformation* 1,4786 mm, *equivalent stress* 86,509 MPa, dan *safety factor* 2,9962. Beban rem belakang *total deformation* 1,1401 mm, *equivalent stress* 78,762 MPa, dan *safety factor* 3,2909. Beban gaya torsi *total deformation* 1,6867 mm, *equivalent stress* 101,84 MPa, dan *safety factor* 2,5453.
3. Berdasarkan hasil perhitungan, untuk gaya pengereman minimum untuk tiap remnya digunakan rem yang ada di pasaran yaitu dengan gaya pengereman 1619 N. Lalu untuk aspek performa didapat torsi minimum yang dibutuhkan yaitu 74,18, daya minimum 5,6165 KW, dan transmisi yang digunakan yaitu kit gardan motor listrik yang ada di pasaran dengan memodifikasi rasionya menjadi 1:3,28. Lalu untuk aspek aerodinamika gaya hambat aerodinamika didapat 73,37 N, gaya hambat rolling 53,95 N, dan gaya hambat tanjakan 322 N sehingga gaya hambat total pada kecepatan 45 km/h 449,32 N. Lalu untuk aspek stabilitas dan handling didapat sudut belok dengan radius belok 3 m yaitu 31.36 ◦, sudut slip depan 8,39◦ sudut slip belakang 18.93◦, dan sudut caster 3 dengan d = 0,0524 dan h = 100 mm.
4. Berdasarkan hasil simulasi, didapat bahwa beban penumpang, supir, dan barang rata - rata yang dapat diterima rangka dari safety factor yaitu total 210 kg dan masih aman
5. Dari aspek stabilitas handling, dapat dinyatakan kendaraan oversteer namun masih aman dikarenakan kecepatan kritisnya masih jauh dari kecepatan maksimum.
6. Dari hasil simulasi gaya lateral dengan kecepatan rata – rata yaitu 8 km/h saat berbelok dengan radius 3 m dari hasil *safety factor* dapat dinyatakan rangka masih aman.
7. Dari hasil simulasi gaya pengereman dengan gaya pengereman maksimum rangka masih aman karena masih dalam standar *safety factor*.
8. Dari hasil simulasi gaya traksi, rangka dinilai aman karena masih dalam *safety factor* sesuai standar yang ada.

5. Daftar Pustaka

[1] Aditya, R. & Golwa, G. V., 2023. ANALISIS PENGARUH JARAK SUMBU RODA TERHADAP RADIUS BELOK.

[2] Aditya, R. & Villany Golwa, G., 2023. *ANALISIS PENGARUH JARAK SUMBU RODA TERHADAP RADIUS BELOK,* s.l.: s.n.

[3] Budi Kusuma Yoga, N. & Sutantra, N. I., 2019. Desain dan Analisis Sistem Tenaga dan Transmisi. *JURNAL TEKNIK ITS.*
[4]] Darmana, T., Handayani, O. & Rusjdi, H., 2018. ANALISA PERBANDINGAN UNJUK KERJA PEMAKAIAN BAHAN BAKAR.
[5] ERHUNMWUN & IKPONMWOSA, 2017. Review on Finite Element Method.
[6] Fatkhurrozak, F., 2016. INSTALASI WIRING CONTROLLER MOBIL LISTRIK TUXUCI.
[7] Hannan, M. A., Azidin, F. A. & Mohamed, A., 2014. Hybrid electric vehicles and their challenges: Areview.
[8] Ikhsan, M. et al., 2022. PENGARUH PEMBEBANAN DAN PENGATURAN KECEPATAN.
[9] Madane, P., Pande, K., Gote, P. & Dongare, P., 2020. Study and Overview of Aerodynamic Active Rear Wing of High speed.
[10] Malik Pohan, R., 2016. RANCANG BANGUN RANGKA MOBIL SISTEM.
[11] Maulana Putra, D., 2019. *ANALISIS SUSPENSI SHOCKABSORBERPADA HASIL RESTORASI,* s.l.: s.n.
[12] R, S. & Rajagopa1, K., 2016. *An Insight into Motor and Battery Selections for,* s.l.: s.n.
[13] Saleque , A. M., Khan, S. H., Khan, A. M. A. & Hoque, S., 2017. *Drivetrain Design and Feasibility Analysis of Electric Three-Wheeler,* s.l.: s.n.
[14] Satria, D., 2014. Dasar-Dasar Perancangan Mesin..
[15] Setiawan, R., Sugiyanto, D. & Daryus, A., 2022. ANALISIS SIMULASI KEKUATAN DAN PEMBUATAN RANGKA. Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur..
[16] Suryady, S. & Dwi Sapto, A., 2024. Analisis Pembebanan Statis terhadap Rangka Mesin Alat Pengaduk untuk.
[17] Susila, R. Y., 2015. *Sistem Monitoring Arus dan Tegangan Pada Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler Atemga16,* s.l.: s.n.
[18] Tahir, A., Setiawan, D. & I., 2022. Perancangan Mesin Pemipil Jagung dengan Penggerak Motor Listrik.
[19] Taiebat, M. & Xu, M., 2019. Synergies of four emerging technologies for accelerated adoption of electric vehicles: Shared mobility, wireless charging, vehicle-to-grid, and vehicle automation.
[20] Ustaoğlu, M. & Yıldız, B., 2012. Innovative Green Technology in Turkey: Electric Vehicles Future and Forecasting Market Share.
[21] Veryanto Hutagaol, J., Setiawan, D. & Eteruddin, H., 2022. Perancangan Sistem Monitoring Kendaraan Listrik.
[22] Wanggur Mboi, W., N., Surya Akbar Gumilang, Y. & Dewi Jayanti Kartika Sari, R., 2021. Sistem Monitoring dan Pengisian Daya Baterai Pada Sepeda.
[23] Wong, J., n.d. Theory Of Ground Vehicles Third Edition.
[24] Zebua, D., 2023. ANALISIS DISPLACEMENT STRUKTUR BETON BERTULANG.