

Perancangan ulang konfigurasi baterai pada sepeda motor konversi listrik

Muhammad Syarif Jayeng Hendrawan,^{1*} Yanuar Herlambang,² Bintang Nugraha³

^{1,2,3} Program Studi Desain Produk, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia

Abstract

Electric motorcycle conversion programs in Indonesia face multiple challenges, including suboptimal battery configuration systems that compromise safety, comfort, and spatial efficiency. This study aims to redesign the battery configuration system of the Yamaha Mio Xeon GT 125 converted electric motorcycle using a user-centered Design Thinking approach. Key issues identified include poor battery ergonomics, safety risks due to inadequate ventilation, and disruption of the motorcycle's aesthetic integrity. The design process follows five stages: empathizing with users, problem definition, ideation, digital 3D prototyping, and simulation-based testing using CAD software. The outcome is a new battery housing concept relocated to the center deck, utilizing steel plate, rubber, and ABS materials for protection. Evaluation results demonstrate improved vehicle stability and more accessible charging without sacrificing visual coherence. In conclusion, the optimized design effectively addresses technical and ergonomic shortcomings and has the potential to enhance user safety and comfort in daily electric motorcycle use.

Keywords: electric vehicle, converted motorcycle, battery system, vehicle safety, design thinking, ergonomic design

Abstrak

Program konversi sepeda motor listrik di Indonesia menghadapi berbagai tantangan, termasuk sistem konfigurasi baterai yang kurang optimal sehingga mempengaruhi keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi ruang. Studi ini bertujuan untuk mendesain ulang sistem konfigurasi baterai sepeda motor listrik Yamaha Mio Xeon GT 125 yang dikonversi menggunakan pendekatan Design Thinking yang berpusat pada pengguna. Isu-isu utama yang teridentifikasi meliputi ergonomi baterai yang buruk, risiko keselamatan akibat ventilasi yang tidak memadai, dan gangguan integritas estetika sepeda motor. Proses desain mengikuti lima tahap: empati terhadap pengguna, perumusan masalah, ideasi, pembuatan prototipe digital 3D, dan pengujian melalui simulasi CAD. Hasilnya adalah konsep wadah baterai baru yang ditempatkan di dek tengah dengan perlindungan material dari plat besi, karet, dan ABS. Evaluasi menunjukkan peningkatan kestabilan kendaraan dan kemudahan akses pengisian daya tanpa mengorbankan estetika. Kesimpulannya, rancangan yang dioptimalkan secara efektif mengatasi kekurangan teknis dan ergonomis serta berpotensi meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna dalam penggunaan sepeda motor listrik harian.

Kata kunci: kendaraan listrik, motor konversi, sistem baterai, keamanan kendaraan, *design thinking*, desain ergonomis

1. Pendahuluan

Terdapat peningkatan kesadaran global akan isu perubahan iklim yang telah banyak menyumbang emisi karbon gas rumah kaca. Pengaruh pemanasan dari gas rumah kaca yang dihasilkan manusia telah meningkat sebesar 1,1 W/m², sebesar 80% dari peningkatan tersebut disumbang oleh gas CO₂ (Irma et al., 2024). Di Indonesia, berdasarkan prakiraan kebutuhan energi, penggunaan energi tertinggi berasal dari sub sektor transportasi darat. Hampir seluruh penggunaan energi di sektor transportasi sekitar 97% dari total sektor

transportasi menggunakan bahan bakar minyak. Besarnya volume kendaraan sepeda motor yang menggunakan bahan bakar minyak turut memperburuk kualitas udara perkotaan dan menyumbang porsi besar dalam total emisi nasional (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022). Dalam konteks ini, kendaraan listrik atau *electric vehicle* (EV) muncul sebagai salah satu solusi teknologi yang paling menjanjikan. Pengembangan mobil listrik dan sepeda motor listrik memiliki potensi menurunkan emisi polusi udara (CO, NO_x, HC, SO₂, dan PM) yang cukup signifikan (Sudjoko, 2021).

* Corresponding author e-mail: muh.syarifjay@gmail.com

Tren inovatif konversi sepeda motor konvensional berbahan bakar minyak menjadi sepeda motor listrik adalah salah satu pendekatan menuju sistem transportasi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Kristyadi & Lani, 2022; Derisman et al, 2024). Fenomena ini muncul di tengah pertumbuhan pasar unit sepeda motor listrik baru, terutama bagi segmen masyarakat yang menganggap harga unit sepeda motor listrik baru masih relatif tinggi atau bagi mereka yang ingin mempertahankan kendaraan lama namun dengan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Keberhasilan konversi sepeda motor konvensional menjadi sepeda motor listrik sangat bergantung pada komponen inti yaitu sistem baterai sebagai pengganti bahan bakar minyak. Teknologi baterai yang digunakan tidak hanya menjadi penentu utama sejauh mana sepeda motor listrik dapat menempuh jarak dalam sekali pengisian baterai, tetapi juga mempengaruhi performa akselerasi dan kapabilitas daya kendaraan (Maka Motors, 2022).

Perlu diperhatikan bahwa, implementasi praktik di bengkel konversi motor menunjukkan bahwa sistem konfigurasi baterai pada sebagian besar proyek konversi sepeda motor listrik saat ini seringkali belum atau kurang terstandarisasi dan seringkali belum mencapai tingkat optimalisasi yang diharapkan. Berdasarkan observasi yang dilakukan, kondisi ini memunculkan serangkaian permasalahan krusial seperti optimalisasi bentuk paket baterai yang belum maksimal, Penempatan baterai yang berpengaruh terhadap keseimbangan (*center of gravity*) dan karakteristik pengendalian (*handling*) sepeda motor. Di sisi lain, peletakan komponen yang ada berpengaruh terhadap *center of gravity* dimana seluruh seluruh bobot mobil terpusat dalam satu titik temu (Zainuri et al., 2020). Dengan adanya potensi risiko keamanan seperti panas berlebih yang dihasilkan dari baterai akibat ventilasi yang buruk, dan kurangnya proteksi fisik baterai terhadap benturan menjadi nyata akibat penempatan serta susunan sel baterai yang tidak diperhitungkan secara matang dari sisi teknis maupun regulasi keselamatan. Ditambah oleh estetika keseluruhan kendaraan menjadi terganggu karena konfigurasi baterai yang dirancang secara terpisah dan gagal terintegrasi secara harmonis dengan desain serta garis bentuk asli sepeda motor. Berbagai keterbatasan ini menggarisbawahi adanya urgensi akan pengembangan pendekatan perancangan sistem konfigurasi baterai yang lebih sistematis, aman, efisien, dan adaptif.

Dari pemaparan permasalahan di atas, penelitian ini mengusulkan sebuah "Perancangan Ulang Sistem Konfigurasi Baterai" untuk diaplikasikan pada sepeda



Gambar 1. Yamaha Mio Xeon GT 125 (atas). Sistem konfigurasi baterai pada *product existing* (bawah)

motor hasil konversi listrik. Penelitian ini akan menggunakan *product existing* yaitu motor Yamaha Mio Xeon GT 125 yang sudah dikonversi menjadi motor listrik yang mempunyai permasalahan sistem konfigurasi baterai yang kurang optimal (Gambar 1). Tujuan dari perancangan ulang ini adalah untuk mengembangkan sistem konfigurasi baterai dari sepeda motor konversi listrik yang tidak hanya mampu memaksimalkan utilisasi ruang pada beragam jenis rangka sepeda motor konvensional yang ada, tetapi juga dengan mempertimbangkan kenyamanan pengguna saat berkendara sepeda motor hasil konversi listrik. Lebih lanjut, peningkatan aspek keamanan menjadi fokus sentral melalui desain tata letak baterai yang tahan akan benturan dari guncangan pemakaian sepeda motor, dan potensi integrasi sistem ventilasi yang lebih efektif untuk mencegah panas berlebih.

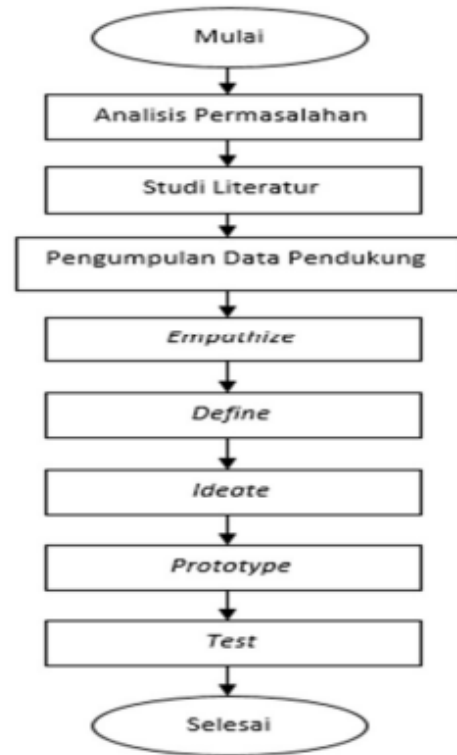
Desain yang diusulkan juga memperhatikan unsur estetika tanpa mengubah tema awal *product existing*. Untuk mencapai tujuan komprehensif ini, penelitian ini akan mengadopsi metodologi *design thinking*, yang memfasilitasi pemahaman mendalam terhadap kebutuhan pengguna dan kepentingan serta mendorong pendekatan iteratif dalam pencarian dan pengembangan solusi inovatif.

2. Metode

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif sebagai landasan utama. Pemilihan metode ini didasarkan pada fokus penelitian yang spesifik, yaitu "Perancangan Ulang Sistem Konfigurasi Baterai pada Sepeda Motor Konversi Listrik," yang memungkinkan dilakukannya kajian mendalam dan komprehensif terhadap data terkait kebutuhan, peluang dan tantangan dari penelitian. Metode kualitatif, sebagaimana dijelaskan oleh Creswell & Poth (2018), menyediakan prosedur untuk memahami fenomena sosial berdasarkan pandangan partisipan dan menghasilkan data deskriptif yang kaya, sangat sesuai untuk menggali pemahaman mendalam mengenai pengalaman pengguna sepeda motor konversi dan praktisi di bengkel terkait sistem konfigurasi baterai yang ada saat ini. Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung di bengkel konversi serta wawancara semi-terstruktur dengan total 5 partisipan yang terdiri dari 4 pengguna motor dan 1 mekanik. Selain itu, hasil rancangan diuji dengan mensimulasikan dalam aplikasi perangkat lunak berbasis CAD (Computer Aided Design).

Dalam proses perancangan, solusi untuk permasalahan yang telah diidentifikasi untuk penelitian ini adalah dengan menerapkan metode *Design Thinking*. Pendekatan ini dipilih karena kemampuannya dalam menawarkan kerangka kerja untuk inovasi yang berpusat pada pengguna yaitu manusia, dengan fokus pada pemahaman mendalam terhadap pengguna dan pengembangan solusi secara kreatif dan iteratif untuk mengatasi masalah-masalah kompleks (Dorst, 2011). *Design Thinking* menekankan pada penciptaan solusi yang tidak hanya fungsional tetapi juga diinginkan oleh pengguna.

Implementasi metode *Design Thinking* dalam penelitian ini akan melalui serangkaian tahapan inti yang sistematis dan bersifat iteratif, yang umumnya mencakup pemahaman mendalam terhadap pengguna, pendefinisian masalah, penciptaan ide, pembuatan prototipe, dan pengujian (Razzouk & Shute, 2012). Metode ini dipilih untuk memastikan bahwa solusi yang dikembangkan benar-benar menjawab dari



Gambar 2. Metode *Design Thinking*
(Sumber: Jurnal Perancangan Lemari Aksesoris Otomotif Pada Garasi Rumah Dengan Sistem Modular)

permasalahan yang ada secara efektif.

Tahap pertama adalah *Emphatize*, di mana peneliti akan berupaya memahami secara mendalam kebutuhan, kesulitan, dan perspektif pengguna sepeda motor konversi serta pihak bengkel mengenai sistem baterai. Tahap kedua yaitu *Define*, melibatkan analisis temuan observasi dari tahap *Emphatize* untuk merumuskan secara jelas permasalahan inti terkait keterbatasan konfigurasi baterai yang ada. Selanjutnya, tahap *Ideate*, akan fokus pada penggalian dan pengembangan beragam gagasan serta solusi kreatif dan inovatif untuk sistem konfigurasi baterai yang lebih optimal. Ide-ide yang dipilih kemudian akan divisualisasikan dalam tahap *Prototype*, di mana model atau purwarupa dari konsep desain sistem konfigurasi baterai dikembangkan dalam bentuk visualisasi digital 3D. Tahap terakhir, *Test* akan melibatkan pengujian dan evaluasi terhadap purwarupa tersebut untuk mendapatkan umpan balik guna validasi dan penyempurnaan desain solusi sistem konfigurasi baterai yang diusulkan (Gambar 2).

3. Hasil dan pembahasan

Penelitian mengenai perancangan ulang sistem konfigurasi baterai ini sejalan dengan studi-studi

sebelumnya yang menekankan pentingnya desain keamanan baterai yang optimal untuk kendaraan listrik. Desain sistem konfigurasi baterai tidak hanya berfungsi sebagai proteksi fisik dari benturan dan kontaminasi lingkungan, tetapi juga memiliki peran krusial dalam pengendalian suhu dan keamanan struktural kendaraan secara keseluruhan. Keamanan kendaraan sangat bergantung pada keamanan paket baterai yang pada gilirannya bergantung pada fitur mekanisnya, seperti kemampuan menahan deformasi dan guncangan getaran (Shui et. al., 2018). Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengaplikasikan prinsip-prinsip tersebut dalam konteks spesifik sepeda motor hasil konversi.

Dalam konteks perancangan produk, desain diartikan sebagai sebuah proses pemecahan masalah yang sistematis dan iteratif, yang bertujuan untuk mengubah ide atau kebutuhan menjadi sebuah produk atau sistem yang fungsional, dapat diproduksi, dan digunakan oleh pengguna. Proses ini melibatkan serangkaian kegiatan mulai dari konseptualisasi,

analisis, sintesis, hingga evaluasi untuk mencapai solusi yang optimal. Oleh karena itu, perancangan ulang diterapkan sebagai sebuah penerapan metode terstruktur pada pengembangan produk juga memudahkan studi dan peningkatan keberhasilan pengembangan (Ulrich & Eppinger, 1995). Perancangan ulang adalah sebuah pendekatan rekayasa untuk meningkatkan secara signifikan aspek-aspek fundamental dari *product existing*, seperti fungsi, performa, keamanan, dan efisiensi. Dalam kasus sepeda motor konversi ini, perancangan ulang diterapkan untuk mengubah sistem konfigurasi baterai yang masih kurang optimal menjadi sebuah sistem yang terintegrasi, aman, dan berorientasi pada pengguna berdasarkan data dan analisis permasalahan yang ditemukan di lapangan.

Tata letak komponen sepeda motor

Struktur dasar dari sebuah sepeda motor konvensional dirancang dengan sangat presisi untuk menampung serangkaian komponen mekanis dan elektrik dalam satu kesatuan yang harmonis. Komponen-komponen vital seperti mesin pembakaran internal, sistem transmisi (CVT), tangki bahan bakar, dan sistem kelistrikan (aki) ditempatkan secara strategis untuk mencapai distribusi berat yang seimbang, penting untuk keseimbangan dan dinamika berkendara. Rangka (*frame*) motor, sebagai komponen utama, berfungsi sebagai pondasi yang tidak hanya menopang seluruh beban tetapi juga menentukan geometri dan karakteristik pengendalian (*handling*) kendaraan. Kelenturan rangka dan mobilitas pasif pengendara dapat secara signifikan mempengaruhi kestabilan kendaraan roda dua (Cossalter et al., 2007).

Pada sepeda motor Yamaha Mio Xeon GT 125 yang menjadi studi kasus, struktur rangkanya yang berjenis *underbone* secara inheren menciptakan batasan ruang yang signifikan (Gambar 3). Mesin dan transmisi ditempatkan di belakang bagian bawah, sementara tangki bahan bakar dan kompartemen bagasi berada di bawah jok. Tata letak ini meninggalkan ruang di dek tengah yang relatif terbuka, yang pada desain aslinya berfungsi untuk memberikan keleluasaan gerak bagi kaki pengendara. Pemahaman mendalam terhadap struktur sepeda motor ini menjadi kunci untuk mengidentifikasi area potensial sekaligus tantangan dalam upaya integrasi sistem baterai yang memiliki ukuran dan bobot yang besar.

Sepeda motor konversi listrik

Sepeda motor konversi listrik dapat didefinisikan sebagai transformasi teknologi dari sebuah sepeda motor konvensional, di mana sistem energi penggerak utamanya digantikan dari mesin pembakaran internal



Gambar 3. Rangka sepeda motor Yamaha Xeon GT 125



Gambar 4. Tata letak komponen sistem konfigurasi baterai

menjadi motor penggerak bertenaga listrik. Transformasi ini melibatkan penggantian komponen secara besar-besaran seperti mesin, knalpot, dan sistem bahan bakar dihilangkan, lalu digantikan oleh tiga komponen inti baru, yaitu motor listrik atau dinamo sebagai penggerak, *controller* sebagai unit pengatur daya, dan paket baterai sebagai sumber energi. Perubahan ini secara fundamental mengubah arsitektur dan dinamika kendaraan.

Dalam struktur baru ini, sistem konfigurasi baterai memegang peranan paling sentral dan kritis. Tidak seperti tangki bensin yang hanya berfungsi sebagai wadah, paket baterai pada motor listrik adalah sebuah sistem elektrokimia yang kompleks dan sensitif terhadap suhu, getaran, dan benturan. Oleh karena itu, penempatannya tidak hanya menyangkut masalah ruang, tetapi juga secara langsung berdampak pada distribusi berat, pusat massa kendaraan, keamanan kelistrikan, manajemen termal, dan kemudahan interaksi pengguna (seperti pengisian daya dan penggantian). Kegagalan dalam merancang sistem konfigurasi baterai yang baik akan berimplikasi langsung pada keselamatan dan keandalan sepeda motor konversi tersebut.

Sistem Konfigurasi Baterai

Sistem konfigurasi baterai pada kendaraan listrik konversi adalah sebuah rancangan terintegrasi yang mencakup beberapa subsistem (Gambar 4). Ini meliputi desain mekanis wadah atau selubung baterai, tata letak fisik paket baterai di dalam rangka, sistem manajemen kelistrikan termasuk jalur kabel dan proteksi sirkuit, antarmuka untuk pengisian daya, serta pertimbangan ergonomis untuk interaksi pengguna seperti kemudahan inspeksi, perawatan, atau mekanisme pertukaran (*swap*) baterai. Sistem yang ideal harus mampu menyeimbangkan antara keamanan ruang penyimpanan baterai dan kemudahan penggunaan. Ruang penyimpanan baterai dikategorikan sebagai *hazardous area* karena proses *charge* dan *discharge* pada baterai menghasilkan gas H_2 yang berbahaya. Oleh karena itu, ruang penyimpanan baterai harus memiliki sirkulasi udara yang baik dan aliran udara menuju atmosfer dengan menjaga suhu ruang penyimpanan baterai stabil di 25OC

Ditemukan banyak proyek konversi *custom* di bengkel konversi motor listrik yang menunjukkan bahwa desain sistem konfigurasi baterai seringkali bersifat *ad-hoc* atau dalam konteks konversi motor listrik berarti menyesuaikan kebutuhan proyek. Hal ini mengacu pada proses konversi yang disesuaikan dengan kondisi dan spesifikasi tertentu, bukan pada

proses standar atau seragam. Di mana prioritas utama konversi motor listrik hanya sebatas membuat kendaraan dapat berjalan, yang bisa menyebabkan aspek-aspek krusial seperti ventilasi udara, proteksi terhadap baterai, dan desain yang ramah pengguna seringkali terabaikan. Kondisi inilah yang menciptakan urgensi akan adanya sebuah konsep perancangan yang lebih sistematis dan terstandarisasi untuk meningkatkan kualitas dan keamanan produk konversi secara keseluruhan.

Survei lapangan

Berdasarkan survei lapangan yang dilakukan terhadap pengguna sepeda motor konversi listrik Yamaha Mio Xeon GT 125, ditemukan beberapa permasalahan utama terkait sistem konfigurasi baterai saat ini. Pertama, pengguna mengalami kesulitan saat hendak melakukan pengisian daya baterai. Hal ini disebabkan oleh penempatan baterai di dalam



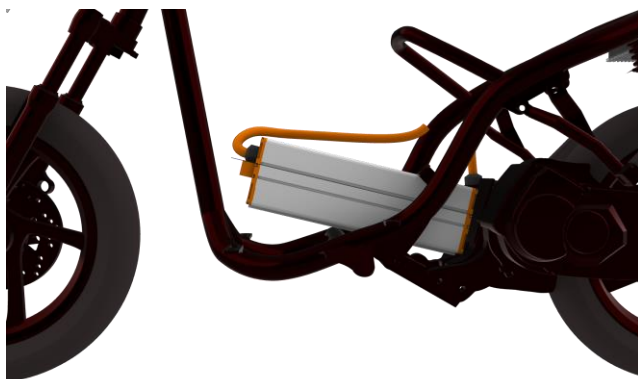
Gambar 5. Sistem konfigurasi baterai pada *product existing*



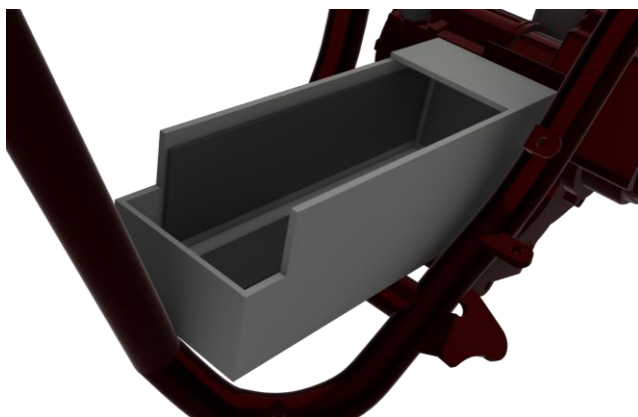
Gambar 6. Wadah baterai pada *product existing*



Gambar 7. Ventilasi pada sistem konfigurasi baterai



Gambar 8. Konsep peletakan baterai



Gambar 9. Perancangan tata letak wadah baterai

kompartemen bagasi di bawah jok, yang mengharuskan pengguna untuk membuka jok dan mengorbankan seluruh fungsi ruang bagasi (Gambar 5). Utilisasi ruang ini menjadi tidak efisien dan tidak praktis untuk penggunaan harian. Kedua, teridentifikasi adanya potensi risiko keamanan. Desain tempat baterai dari *product existing* tidak memiliki lapisan resistensi untuk meredam guncangan, selain itu juga bagian bawah *body cover motor* yang memiliki lubang terbuka, sehingga berpotensi terkena cipratan air dari jalan yang berpotensi menyebabkan korsleting atau kerusakan pada sel baterai (Gambar 6). Kurangnya proteksi fisik dan ventilasi yang memadai juga menjadi catatan penting (Gambar 7).

Konsep

Berdasarkan analisis permasalahan serta solusi yang masuk ke dalam tahap *define* dan *ideate*, konsep desain utama yang diusulkan adalah relokasi total dan perancangan ulang wadah baterai. Konsep ini memindahkan posisi baterai dari kompartemen bawah jok ke area dek tengah pada rangka motor (Gambar 8). Tujuan strategis dari relokasi ini adalah untuk menurunkan titik pusat massa (*center of gravity*) kendaraan. Penurunan pusat massa secara teoritis akan meningkatkan stabilitas dinamis kendaraan, terutama saat bermanuver atau berbelok, memberikan pengalaman berkendara yang lebih mantap dan aman.

Konsep desain wadah baterai itu sendiri dirancang sebagai pelindung penuh baterai. Wadah ini dibuat dari material plat besi yang kokoh untuk melindungi paket baterai dari benturan dari segala arah. Baterai ditempatkan dalam posisi tertidur atau horizontal di dalam wadah ini untuk memaksimalkan penggunaan ruang pada dek yang sempit (Gambar 9). Konsep ini secara radikal mengubah tata letak eksisting dengan tujuan utama untuk mengoptimalkan distribusi berat, memaksimalkan proteksi, dan membebaskan kembali fungsi ruang bagasi yang hilang.

Material

Perancangan sistem konfigurasi baterai dalam penelitian ini didominasi oleh penggunaan tiga jenis material utama, yaitu karet, plat besi, dan ABS. Pemilihan karet sebagai lapisan proteksi pertama yang menyelimuti baterai didasarkan pada resistensinya yang baik terhadap getaran dan benturan ringan, serta kemampuannya sebagai isolator. Plat besi dipilih sebagai material untuk fabrikasi wadah atau tempat baterai utama karena sifatnya yang kokoh, isolator, dan mampu memberikan proteksi maksimal terhadap benturan keras. Terakhir, material ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) dipilih untuk *cover* eksterior karena

karakteristiknya yang ringan, kuat, dan merupakan material yang sama dengan mayoritas *body cover* motor, sehingga menciptakan keselarasan estetika. Material ABS juga dipilih karena sangat cocok untuk diproses menggunakan teknologi *3D printing*, yang memungkinkan pembuatan bentuk-bentuk kompleks secara presisi.

Konstruksi

Proses realisasi desain dari konsep menjadi purwarupa yang merupakan tahap (*Prototype*) mengandalkan beberapa metodologi fabrikasi yang dipilih sesuai dengan material dan tujuan komponen. Untuk struktur utama wadah baterai, digunakan proses kerja logam konvensional. Plat besi dipotong sesuai dengan pola desain yang telah dibuat, kemudian dibentuk dan disatukan menggunakan teknik pengelasan busur listrik (SMAW) untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan struktur yang kaku. Teknik pengelasan juga diaplikasikan untuk mengintegrasikan wadah baterai ini secara permanen ke struktur rangka motor, memastikan kekuatan dan stabilitas jangka panjang.

Untuk komponen dengan geometri yang lebih kompleks dan membutuhkan presisi tinggi seperti *cover* eksterior, digunakan teknologi manufaktur aditif, atau *3D printing*, dengan material ABS. Metode ini memungkinkan pembuatan prototipe cepat dengan detail yang akurat langsung dari model CAD 3D, secara signifikan mengurangi waktu dan biaya dibandingkan metode manufaktur konvensional seperti cetak injeksi untuk produksi skala kecil atau tunggal. Sementara itu, untuk lapisan proteksi internal, lembaran karet dipotong secara manual mengikuti kontur baterai, memberikan lapisan peredam yang pas.

Desain dan gambar kerja

Seluruh proses perancangan dan konseptualisasi diwujudkan dan divalidasi dalam lingkungan digital sebelum fabrikasi fisik. Proses ini diawali dengan tahap pengukuran presisi menggunakan alat *roll meter* pada baterai merk Techlan dan pada rangka motor Yamaha Mio Xeon GT 125. Data dimensi ini kemudian digunakan sebagai acuan untuk merancang model CAD (*Computer Aided Design*) dan 3D model yang akurat dari setiap komponen, mulai dari lapisan karet, wadah besi, *cover* ABS, hingga simulasi penempatannya pada rangka motor menggunakan perangkat lunak Rhinoceros 3D.

Lingkungan CAD 3D model memungkinkan perancang untuk melakukan iterasi desain secara cepat dan efisien. Eksplorasi berbagai alternatif bentuk, ukuran, dan mekanisme pemasangan dapat dilakukan



Gambar 10. Simulasi sistem konfigurasi baterai

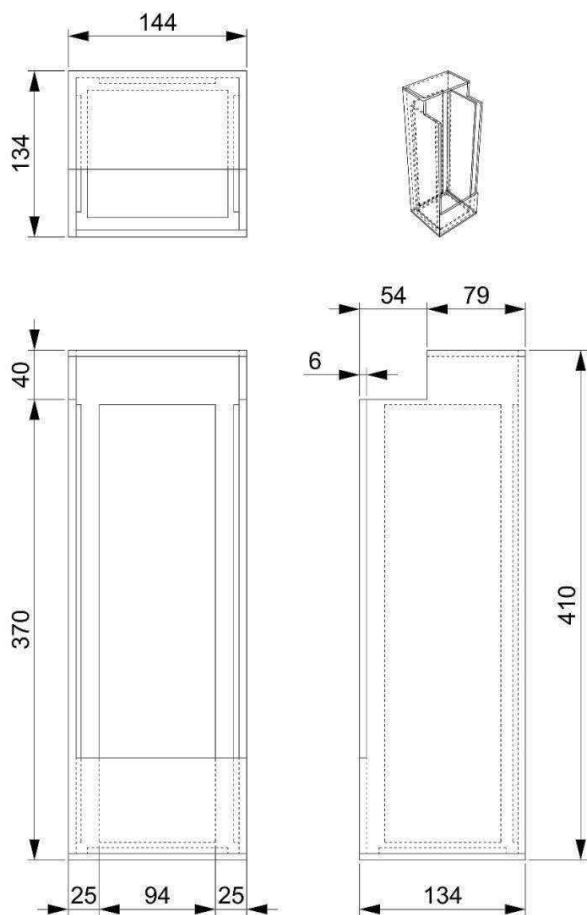


Gambar 11. Render 3D Rhinoceros pengembangan Yamaha Xeon GT 125

secara virtual untuk mengevaluasi kesesuaian ruang, menganalisis potensi titik-titik rawan, serta memvisualisasikan hasil akhir dari segi estetika. Gambar 10, 11 dan 12 memperlihatkan visualisasi dan gambar kerja dari desain akhir yang siap untuk difabrikasi. Proses ini memastikan bahwa semua aspek telah dipertimbangkan secara mendalam sebelum sumber daya dialokasikan untuk pembuatan prototipe fisik.

Perbandingan sistem konfigurasi baterai

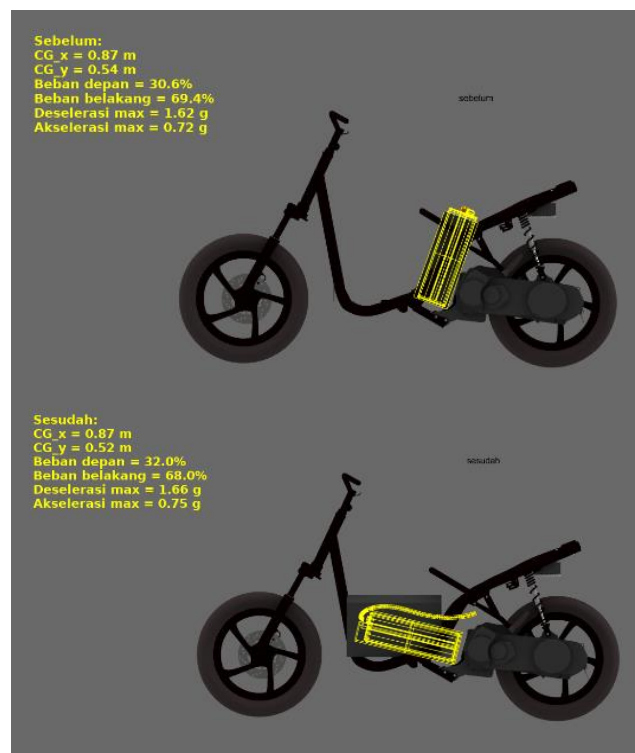
Pada konfigurasi awal sebelum dilakukan perancangan ulang, baterai ditempatkan pada posisi yang relatif tinggi dengan orientasi diagonal di bagian



Gambar 12. Gambar kerja wadah baterai

tengah rangka. Posisi ini menghasilkan titik pusat gravitasi (*center of gravity*) pada ketinggian 0,539 m, dengan distribusi beban roda depan sebesar 30,6% dan roda belakang sebesar 69,4%. Distribusi beban yang cenderung berat ke belakang tersebut berimplikasi pada berkurangnya respons kemudi serta meningkatkan potensi terjadinya *wheelie* atau instabilitas saat berkendara.

Setelah dilakukan perancangan ulang dengan memindahkan baterai ke posisi yang lebih rendah dan sedikit bergeser ke arah depan, terjadi penurunan titik pusat gravitasi menjadi 0,524 m. Perubahan ini menghasilkan distribusi beban yang lebih seimbang, yaitu roda depan menerima beban sebesar 32,0% dan roda belakang sebesar 68,0%. Penurunan ketinggian pusat gravitasi dan perbaikan distribusi beban tersebut meningkatkan kestabilan kendaraan, khususnya pada aspek pengendalian dan keamanan. Hasil simulasi juga



Gambar 13. Pengaruh distribusi berat sistem konfigurasi baterai pada perancangan ulang dengan simulasi CAD

menunjukkan peningkatan margin stabilitas longitudinal, dengan batas deselerasi maksimum yang meningkat menjadi 1,66 g dan batas akselerasi maksimum yang meningkat menjadi 0,75 g. Dengan demikian, konfigurasi sesudah perancangan ulang dapat disimpulkan lebih aman, stabil, dan responsif dibandingkan konfigurasi sebelumnya.

Analisis kenyamanan pengguna

Perancangan ulang sistem konfigurasi baterai ini secara langsung berpengaruh besar pada pengalaman pengguna. Dengan mengembalikan, pengguna kini dapat kembali memanfaatkan ruang tersebut untuk keperluan harian. Akses untuk pengisian daya atau pertukaran baterai menjadi lebih mudah dan cepat karena posisinya yang berada di dek. Meskipun desain ini mengubah profil dek yang semula rata menjadi memiliki lekukan di bagian tengah, posisi pijakan kaki telah dipertimbangkan untuk tetap ergonomis. Analisis antropometri sederhana menunjukkan bahwa proses mengangkat baterai dari dek dapat dilakukan dengan postur yang lebih baik (jongkok) dibandingkan harus membungkuk untuk mengakses bagasi, sehingga mengurangi potensi ketidaknyamanan fisik.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sebuah konsep perancangan ulang sistem konfigurasi baterai yang dirancang secara spesifik untuk diaplikasikan pada sepeda motor konversi listrik, dengan studi kasus pada Yamaha Mio Xeon GT 125. Solusi desain yang diusulkan berhasil mengatasi permasalahan sistem konfigurasi baterai pada *product existing* dengan memindahkan baterai ke area dek tengah dan memaksimalkan utilisasi ruang bagasi di bawah jok. Dengan menggunakan pendekatan *Design Thinking*, desain ini mampu memahami dan menjawab kebutuhan pengguna akan kemudahan akses untuk pengisian daya, peningkatan keamanan, dan kenyamanan ergonomis. Pemilihan material plat besi, karet, dan ABS tidak hanya memberikan proteksi yang kokoh dan tahan getaran, tetapi juga menjaga integrasi estetika dengan desain orisinal motor. Sistem konfigurasi yang terpusat dan mudah diakses ini menjadikan sepeda motor konversi lebih fungsional dan praktis untuk penggunaan harian. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan perancangan yang sistematis dapat meningkatkan secara signifikan kualitas, keamanan, dan keandalan sepeda motor konversi.

Temuan ini secara teknis sejalan dengan prinsip-prinsip fundamental yang diuraikan oleh (Cossalter et al., 2014) dalam analisis mereka mengenai *Motorcycle Dynamics*. Mereka menjelaskan bahwa distribusi massa, posisi pusat gravitasi (*center of gravity*) adalah parameter krusial yang menentukan stabilitas, karakteristik pengendalian (*handling*) dan perilaku dinamis sebuah sepeda motor. Penelitian ini secara langsung menjawab tantangan tersebut. Dengan merelokasi baterai sebagai komponen pengganti dengan massa paling signifikan ke posisi dek tengah yang rendah dan terpusat, perancangan ini memanipulasi parameter dinamika kendaraan untuk menjaga stabilitas. Keputusan desain ini dapat dipandang sebagai solusi rekayasa yang tidak hanya fokus pada fungsionalitas, tetapi juga pada upaya mempertahankan integritas dinamika berkendara yang aman.

Selain itu, aspek keamanan dalam perancangan ulang ini juga diperkuat oleh urgensi yang diidentifikasi dalam penelitian (Firdaus, 2023) mengenai "Pengendalian Sirkulasi Udara Ruang Penyimpanan Baterai". Penelitian tersebut menyoroti betapa krusialnya sirkulasi udara yang terkendali untuk mengelola suhu di dalam ruang penyimpanan baterai demi menjaga performa dan keamanannya. Meskipun penelitian Firdaus berfokus pada baterai *lead-acid*

dalam ruang statis, fundamental yang dibahas pada penelitian tersebut sangat relevan dengan penelitian ini, sebuah wadah baterai tertutup (*enclosure*) harus mampu mengelola lingkungan mikro di dalamnya. Desain wadah baterai yang diusulkan dalam penelitian ini, dengan menyediakan ruang yang terdefinisi di sekitar baterai, menciptakan fondasi esensial untuk integrasi sistem manajemen termal di masa depan, seperti penambahan ventilasi aktif maupun pasif untuk mendinginkan sel baterai lithium-ion yang sensitif terhadap panas.

Dengan demikian, perbandingan dengan kedua penelitian tersebut memperkuat kesimpulan bahwa perancangan ulang sistem konfigurasi baterai yang sistematis adalah solusi ideal untuk meningkatkan kualitas sepeda motor konversi. Pendekatan ini tidak hanya menjawab tantangan dari segi rekayasa dinamika dan stabilitas—seperti yang diuraikan oleh (Cossalter et al. 2014)—tetapi juga menyediakan dasar untuk peningkatan keamanan termal yang krusial, sejalan dengan urgensi pengendalian sirkulasi udara yang ditunjukkan oleh Firdaus (2023). Hal ini menjadikannya rancangan ini tidak hanya menawarkan solusi rancangan efektif, tetapi juga memberikan implikasi praktis bagi bengkel konversi maupun industri kecil-menengah sebagai acuan peningkatan standar keamanan, kenyamanan, dan efisiensi produk konversi. Ke depan, penelitian lebih lanjut perlu diarahkan pada pengujian prototipe dalam kondisi jalan nyata, evaluasi ketahanan jangka panjang, integrasi sistem manajemen termal aktif, serta analisis biaya produksi dan kepuasan pengguna, sehingga hasilnya dapat mendukung pengembangan dan adopsi luas di industri konversi kendaraan listrik.

Daftar Pustaka

- Cossalter, V., Lot, R., & Massaro, M. (2014). *Motorcycle Dynamics. Modelling, Simulation and Control of Two-Wheeled Vehicles*, 1–42.
- Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). Sage Publications.
- Derisman, A., Fauzi, M. R., Denur, D., Japri, J., Jusnita, J., & Zikri, Z. (2024). Konversi Sepeda Motor Yamaha Mio Sporty Menjadi Sepeda Motor Listrik dengan Metode Sambung Langsung. *Jurnal Surya Teknik*, 11(1), 379-382. <https://doi.org/10.37859/jst.v11i1.7671>
- Dorst, K. (2021). The Core of 'Design Thinking' and Its Application. 32(6), 521-532.
- Firdaus, R. (2023). Pengendalian Sirkulasi Udara Ruang Penyimpanan Baterai Lead Acid Berbasis I-oT. Diakses dari <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/14512/1/IDENTITAS2.pdf>
- Irma, M. F., & Gusmira, E. (2024). Tingginya Kenaikan Suhu Akibat Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia, JSSIT: Jurnal Sains Dan Sains Terapan, 2(1),

- <https://doi.org/10.30631/jssit.v2i1.49>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). Kajian Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kristyadi, T., Said, M., & Lani, D. (2022). Konversi sepeda motor berbahan bakar bensin menjadi bertenaga listrik. *Prosiding Diseminasi FTI Genap 2021/2022*
- Maka Motors. (2025, 9 April). Kenali Kapasitas Baterai Motor Listrik untuk Performa Terbaik. Diakses dari <https://maka-motors.com/article/kenali-kapasitas-baterai-motor-listrik-untuk-performa-terbaik>
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What Is Design Thinking and Why Is It Important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348.
- Sudjoko, C. (2021). Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan Sebagai Solusi Untuk Mengurangi Emisi Karbon. *Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia*, 2(2), 54-68.
- Shui, L., Chen, F., Garg, A., Peng, X., Bao, N., & Zhang, J. (2018). Design optimization of battery pack enclosure for electric vehicle. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 58(1), 331–347.
- Ulrich, K. T. & Eppinger S. D. (1995). *Product Design and Development*, New York: McGraw-Hill/Irwin.
- UN Environment Programme. (2021, 18 Februari). *Making Peace With Nature*. Diakses dari <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- Zainuri, F., Sumarsono, D. A., Adhitya, M., Wahyudi, I., Choiri, I. Azis, A., Fauzan, G., Triananda, M., Arrafi, F. & Falah, F. A. (2020). Performance Analysis of Electric Vehicle Conversion At Center of Gravity Measurement, *Jurnal Teknologika*, 10(1), <https://doi.org/10.51132/teknologika.v10i1.35>
