

PERANCANGAN MAIN FRAME DENGAN STRUKTUR RANGKA H BEAM MENGGUNAKAN MATERIAL KOMPOSIT UNTUK MOTOR LISTRIK SELVE-19

Jirzis Wisam Muhammad¹, Yoga Pujiraharjo² dan Hardy Adiluhung³

¹Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No.1, Terusan Buah Batu – Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat, 40257
jirziswisam@student.telkomuniversity.ac.id, yogapeero@telkomuniversity.ac.id,
hardydil@telkomuniversity.ac.id

Abstrak : Pertumbuhan motor listrik di Indonesia cepat seiring dikeluarkannya Peraturan Presiden tentang Motor Listrik, solusi konsumsi bahan bakar fosil. Rangka, komponen utama kendaraan, memiliki peran krusial dalam motor. Pemilihan jenis rangka penting, mempertimbangkan desain dan keselamatan serta ringan dan kuat untuk membuat rangka yang ideal. Karbon, material komposit yang mempunyai bobot ringan dan kuat, menjadi pilihan tepat untuk rangka. Gabungan konsep struktural klasik dan komposit serat karbon, khususnya H-beam, memungkinkan H-beam tipis ringan dengan performa serupa dengan yang tebal. Terinspirasi dari BMW, penguat karbon pada rangka aluminium merupakan ide dari MotoGP. Namun, implementasi pada motor produksi masih minim. Tujuan penelitian merancang rangka motor listrik Selve-19 H beam komposit. Pendekatan metode SCAMPER untuk rangka lebih ringan kuat. Hasilnya desain rangka motor listrik Selve-19 mengadopsi struktur H beam karbon, manfaat bobot ringan dan kekuatan melampaui baja.

Kata kunci: Motor Listrik, Rangka, Komposit, H Beam

Abstract : The rapid growth of electric motorcycles in Indonesia coincides with the issuance of the Presidential Regulation on Electric Motorcycles, a solution to fossil fuel consumption. The frame, a vehicle's main component, holds a crucial role. Selecting the frame type is vital, considering design, safety, lightweight, and strength for an ideal frame. Carbon, a composite material with light yet strong weight, becomes a suitable choice for the frame. Blending classic structural concepts and carbon fiber composites, particularly H-beams, allows thin and light H-beams to perform similarly to thicker ones. Inspired by BMW, carbon reinforcement on aluminum frames originates from MotoGP. However, implementation in production motorcycles remains limited. The research aims to design the Selve-19 electric motor frame with composite H-beam. The SCAMPER method approach for lighter, stronger frames. The result is the Selve-19 electric motor frame design adopting carbon H-beam structure, benefiting from reduced weight and strength surpassing steel.

Keywords: Electric Motorcycle, Frame, Composite, H Beam

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pasca keluarnya Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Listrik Berbasis Baterai untuk Angkutan Jalan dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020 tentang Konversi Sepeda Motor Listrik Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai, “pertumbuhan motorcross listrik mengalami peningkatan. fenomenal,” demikian isi artikel yang dimuat Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) pada 20 Agustus 2022.

Mengingat kebutuhan bahan bakar fosil (Pertalite, Pertamina, Solar) yang terus meningkat, sepeda motor listrik dipandang sebagai pilihan yang paling tepat saat ini, terutama mengingat sepeda motor tersebut diklaim tidak mengeluarkan emisi saat digunakan. Selain lebih hemat biaya pengoperasiannya, kendaraan listrik juga lebih mudah dikelola dan dirawat.

Setidaknya terdapat 19.698 sepeda motor listrik yang terdaftar di pemerintah pada Juli 2022, dan Dewan Energi Nasional telah merekomendasikan agar pemerintah menetapkan tujuan untuk mengubah sekitar 13.000.000 sepeda, sepeda motor, dan mobil menjadi motor listrik pada tahun 2030.

Menurut Rege (2017), Rangka merupakan bagian terpenting dalam kendaraan yang diperlukan untuk mendukung berbagai beban komponen dan sistem kendaraan serta pengendara, pembonceng dan muatan dan menopang banyak gaya dan torsi yang diinduksi oleh benturan, pengereman dan akselerasi. Dengan demikian, dalam perancangan dan optimalisasi rangka sepeda motor, bobot harus diminimalkan, terpusat dan diturunkan, sedangkan faktor seperti kekuatan, kekakuan dan daya tahan harus memenuhi target desain.

Desain yang efektif adalah desain yang melakukan tugas yang diperlukan secara efisien dan aman dalam kondisi pengoperasian yang ekstrim, selain ekonomis dalam bahan yang digunakan serta proses pembuatan yang dibutuhkan namun tetap memiliki estetika menarik. Analisis membantu dalam memahami

perilaku komponen di bawah siklus pembebanan tertentu untuk kedua kegagalan dan redudansi. Oleh karena itu, analisis memberi kita model matematis yang menunjukkan ruang lingkup untuk optimasi dan pengurangan berat untuk komponen *overdesigned*.

Perbedaan struktural utama antara sepeda motor bermesin IC konvensional dan sepeda motor listrik adalah sistem penghasil tenaga kendaraan. Komponen IC mesin sepeda motor seperti mesin, knalpot sistem dan tangki bahan bakar diganti dengan sistem paket baterai dan motor listrik. Desain dan penggabungan dari berbagai sistem mekanis seperti suspensi depan dan belakang, transmisi, pengereman, dan sistem tempat duduk kendaraan serupa untuk kedua jenis sepeda motor.

Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan berbagai parameter desain dan keselamatan, maka pemilihan jenis rangka ditentukan berdasarkan bahan yang memiliki bobot yang ringan namun memberikan kekakuan tinggi dan memberikan sentralisasi yang lebih baik serta penurunan bobot kendaraan secara keseluruhan. Seiring dengan fungsional persyaratan seperti ergonomis dan pemasangan komponen, rangka juga dirancang untuk mempertimbangkan bobot dan kekuatan. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi bobot, memusatkan bobot, dan menurunkan bobot rangka.

Berdasarkan informasi yang saya dapatkan dari laman Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia Universitas Diponegoro yang dipublikasikan pada tanggal 25 Agustus 2019, Komposit, seperti serat karbon, dibuat dengan menggabungkan dua bahan atau lebih, yang masing-masing memiliki sifat unik, untuk menghasilkan bahan baru dengan sifat yang lebih baik. Bahan matriks dan penguat merupakan bagian terbesar dari komposit. Unsur penguat pada komposit serat karbon adalah serat karbon yang merupakan komponen utama komposit. Dalam kebanyakan kasus, resin polimer digunakan sebagai matriks.

Serat karbon adalah salah satu pencapaian teknologi terbesar umat manusia karena lebih ringan dari baja namun sama kuatnya. Serat karbon banyak digunakan di industri balap, termasuk Formula Satu, MotoGP, NASCAR, dan lainnya, karena rasio kekuatan terhadap beratnya yang tinggi. Namun, serat karbon kini juga sering digunakan pada mobil yang diproduksi secara massal.

Mobil berbahan serat karbon dapat mengurangi bobot trotoar sebanyak 60 persen, yang pada gilirannya dapat mengurangi penggunaan bahan bakar hingga 30 persen. Penggunaan material ini tidak hanya membantu mengurangi bobot mobil secara keseluruhan, tetapi juga membantu mencegah karat dan penyok, meningkatkan kemampuan mobil dalam meredam kebisingan dan getaran, serta memberikan keamanan tambahan bagi penumpang.

Didukung oleh data yang saya dapatkan dari laman Dragon Plate yang dipublikasikan pada tahun 2023, menggabungkan anggota struktural klasik dengan komposit serat karbon modern, DragonPlate mempunyai balok-I serat karbon, yang merupakan solusi ringan yang sangat baik untuk memecahkan masalah struktural. Balok-I serat karbon penguat ini sangat kuat dalam beban lentur dan geser. Sifat-sifat ini tidak dapat diperoleh seefisien dengan balok-I pultruded, karena semua serat berjalan sepanjang balok-I. Konstruksi I-beam DragonPlate memungkinkan I-beam yang sangat tipis dan ringan untuk mendapatkan efek yang sama dengan I-beam pultruded yang lebih tebal dan lebih berat. Dengan lapisan bertekstur di bagian atas dan bawah, balok-I serat karbon sempurna untuk merekatkan ke panel tipis untuk menciptakan struktur yang sangat kaku dan kuat.

Berdasarkan laman Carbon Fiber Gear yang saya akses pada bulan Januari 2023, BMW memunculkan ide sederhana menggunakan penguat rangka sepeda motor serat karbon. Ide sederhananya menggunakan panel penguat yang menempel pada rangka balok aluminium tradisional pada sasis S 1000 RR yang ada. Rangka sepeda motor memungkinkan pabrikan untuk membuat pelapisan

baru di atas rangka sepeda asli. Salah satu keuntungannya adalah panel tidak terikat secara permanen, sehingga komponen karbon dapat dengan mudah diganti dengan desain baru.

Konsep ini tidak sepenuhnya baru, sepeda motor MotoGP saat ini sering menggunakan pelat penguat karbon yang ditempatkan dengan hati-hati pada rangka aluminiumnya, memberikan kekakuan ekstra pada torsi atau kelenturan tepat di tempat yang dibutuhkan. Namun, konsep tersebut belum dibuat untuk sepeda motor produksi, hingga saat ini, dan paten BMW menambahkan sentuhan baru pada konsep tersebut dengan membuat potongan karbon dapat dilepas dan diganti.

Dari beberapa artikel di atas yang telah dicantumkan oleh penulis, bisa disimpulkan bahwa sepeda motor listrik yang baik akan memiliki rangka yang ringan dan tahan lama. *Carbon fiber* yang memiliki sifat lebih ringan dari metal namun lebih kuat, bisa menjadi pilihan yang tepat untuk material rangka motor listrik, karena *carbon fiber* sudah menjadi standar material untuk sasis Formula 1. Dan saat ini sudah mulai dikembangkan produksi massalnya dari brand BMW untuk sasis berbahan aluminium yang dilapisi oleh *carbon fiber*.

Identifikasi masalah

Masalah-masalah berikut muncul dari uraian konteks di atas:

1. Masih sulit untuk menemukan atau memproduksi kendaraan motor listrik dengan sasis (*main frame*) yang sepenuhnya terbuat dari material komposit serat karbon.
2. Ketidakterediaan kendaraan motor listrik dengan sasis (*main frame*) yang mengadopsi struktur rangka H Beam.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan identifikasi masalah di atas:

1. Dikarenakan belum tersedianya sasis atau rangka (*main frame*) kendaraan motor matic listrik yang keseluruhannya menggunakan material komposit serat karbon.
2. Dikarenakan belum tersedianya sasis atau rangka (*main frame*) kendaraan motor listrik yang mengimplementasi struktur rangka H Beam.

Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana merancang sasis (*main frame*) kendaraan motor listrik tipe matic yang keseluruhan terbuat dari material komposit serat karbon?
2. Bagaimana cara mengimplementasi struktur rangka H Beam dalam perancangan sasis (*main frame*) kendaraan motor listrik?

Tujuan Perancangan

1. Merancang sasis (*main frame*) kendaraan motor listrik tipe matic yang memiliki bobot lebih ringan daripada material logam atau baja, sambil menjaga kekuatan dan kekokohan.
2. Mengimplementasikan struktur rangka H Beam dalam perancangan sasis (*main frame*) kendaraan motor listrik, guna meningkatkan performa dan karakteristik keseluruhan.

Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan pada perancangan produk yaitu:

1. Perancangan sasis atau rangka (*main frame*) menggunakan rangka dari sepeda motor matic Vario tahun 2010 yang dimodifikasi struktur rangkanya.
2. Perancangan sasis atau rangka (*main frame*) dilakukan dengan merubah modul atau struktur rangka tanpa merubah dimensi dari rangka aslinya.
3. Perancangan sasis atau rangka (*main frame*) direalisasikan dalam wujud *prototype/mockup*.
4. Skala *prototype/mockup* perancangan sasis atau rangka (*main frame*) adalah 1:1 (*main frame + sub frame*).

5. Material yang digunakan adalah pvc board yang dilapisi stiker karbon.
6. Perancangan lebih difokuskan kepada fungsi dan material yang digunakan, namun tetap ada beberapa aspek desain yang dipakai.
7. Konsep perancangan didasari oleh potensi baru yang memungkinkan untuk dikembangkan, bukan urgensi atau kebutuhan user. Namun, penulis tetap melakukan survey terhadap pengguna untuk mendukung perancangan.

Ruang Lingkup Perancangan

Perancangan sasis atau rangka (*main frame*) motor ini akan berfokus pada penerapan struktur dari besi H Beam pada rangka motor namun tidak menggunakan material aslinya yang berbahan komposit *carbon fiber* dan resin epoxy, melainkan *PVC board* dan stiker *carbon fiber*. Proses perancangan sasis atau rangka (*main frame*) motor dilakukan dalam wujud *mockup*. Aspek-aspek yang akan digarap dalam proyek perancangan ini yaitu:

1. Skala sasis atau rangka (*main frame*) motor yang akan dibuat adalah 1:1 (*main frame + sub frame*) dengan pvc board sebagai materialnya.
2. Struktur rangka (*main frame*) motor yang akan dibuat bukan bulat (tubular) ataupun kotak (*hollow*), melainkan menyerupai besi H Beam.

Manfaat Penelitian

Ada sejumlah keuntungan, baik praktis maupun teoretis, dari penelitian ini.

Manfaat Praktis

Menjadi pelopor modul atau struktur H Beam untuk sasis motor yang belum tersedia sebelumnya. Jika berhasil, nantinya bisa diterapkan ataupun sekedar menjadi referensi untuk perusahaan-perusahaan motor listrik lainnya.

Manfaat Teoritis

Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan pencerahan tentang struktur rangka baru (H Beam) yang dikombinasikan dengan material komposit

yang lebih ringan dan kokoh dari metal untuk merancang sasis atau rangka motor listik.

Sistematika Penulisan Laporan

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini memberikan konteks, mengidentifikasi dan meringkaskan masalah, mendefinisikannya, menjabarkan tujuan dan hasil desain, dan merinci pendekatan metodologis untuk menulis masalah tersebut.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Jurnal, makalah, situs resmi, terbitan berkala, dan surat kabar merupakan contoh jenis literatur yang akan dibahas pada bagian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Pendekatan penelitian kualitatif yang digunakan, beserta metode perancangan yang mencakup strategi perancangan dan alat analisis data.

BAB IV STUDI ANALISA PERANCANGAN

mencakup analisis desain dengan studi faktor desain produk dari berbagai sudut. Pertimbangan primer, sekunder, dan tersier, sebagai permulaan. Tabel parameter dan tabel analisis untuk aspek desain disediakan. Kemudian, Anda akan memaparkan asumsi Anda menggunakan alat seperti 5W + 1H, Analisis SWOT, dan Kerangka Acuan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi ringkasan temuan penelitian dan daftar saran untuk dipertimbangkan oleh peneliti masa depan berdasarkan keberhasilan dan kegagalan penelitian penulis di masa lalu.

METODE PENELITIAN

Landasan metodologis untuk penelitian ini didasarkan pada strategi R&D. Metode R&D ini digunakan untuk memproduksi produk yang dikenal dan mengevaluasi kualitas dan kinerjanya.

Research and development (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan dan mengevaluasi barang baru, seperti yang didefinisikan oleh Amile dan Reesnes (2015: 297). Definisi tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan bahwa metode R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan dan menyempurnakan item menurut standar dan kriteria yang telah ditentukan. Ini mengarah pada generasi produk baru melalui berbagai fase, termasuk validasi dan pengujian, sebelum akhirnya dihasilkan produk yang telah diperbaharui. Langkah awal yang diambil peneliti adalah mengumpulkan sejumlah data yang relevan untuk memulai pengembangan sistem. Proses ini diikuti dengan pengembangan sistem, pengujian, dan evaluasi terhadap hasil sistem yang telah dikembangkan.

Teknik Pengumpulan Data

Empat konsep dasar dalam penelitian dan pengembangan yang diuraikan oleh Borg dan Gall (1989) menjadi dasar pendekatan pengumpulan data dalam penelitian ini:

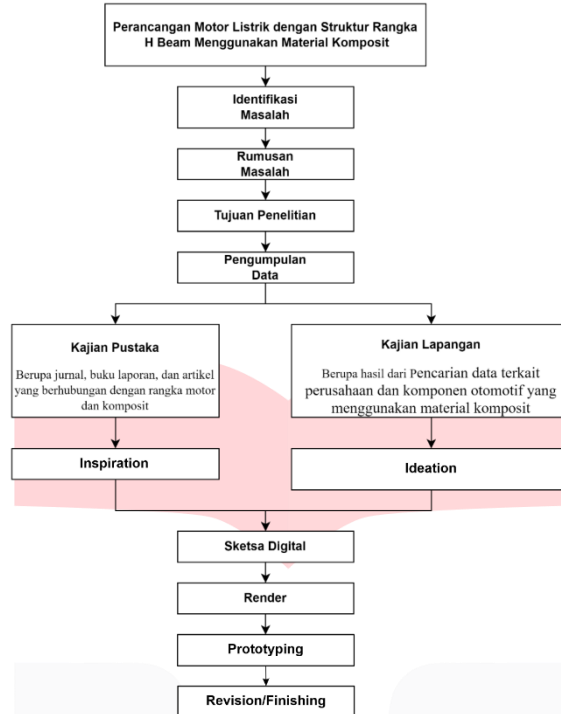
1. *Studying research findings pertinent to the product to be develop*, Untuk memulai pengembangan produk yang tepat, penting untuk menilai temuan studi terkait.
2. *Developing the product base on this findings*, mengembangkan produk berdasarkan temuan-temuan tersebut, guna membentuk dasar pengembangan produk.

3. *Field testing it in the setting where it will be used eventually*, Memasuki dunia nyata dan uji produk Anda dengan menyimulasikan skenario dunia nyata dalam uji lapangan.
4. *Revising it to correct the deficiencies found in the field-testing stage*, meningkatkan kinerja produk dengan membuat perubahan sebagai respons terhadap umpan balik yang dikumpulkan selama pengujian lapangan.

Metode Perancangan

Dalam merancang produk ini, digunakan metode SCAMPER sebagai pendekatan perancangan. SCAMPER merupakan salah satu teknik brainstorming yang sangat bermanfaat dalam mengembangkan dan meningkatkan produk atau layanan. Teknik ini melibatkan pertanyaan seputar tujuh aspek (Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to Another Use, Eliminate, Reverse) yang dapat membantu dalam menjawab tantangan dan merangsang kreativitas. SCAMPER, yang pertama kali diperkenalkan oleh Alex Osborn dan kemudian disusun ulang oleh Bob Eberle pada awal tahun 70-an, memberikan kerangka untuk mengajukan pertanyaan yang menginspirasi pemikiran inovatif. Pendekatan ini mengajak untuk memandang ulang tujuan-tujuan umum dengan melibatkan pertanyaan kreatif dan strategis.

Rancangan Penelitian



Gambar 1 Rancangan Penelitian
Sumber: Data Penulis

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Validasi Ahli Desain

Bentuk

Pada beberapa bagian terutama sudut-sudut tertentu membutuhkan perkuatan yang bertujuan memberi kekuatan dan ketahanan pada rangka serta mengurangi resiko terjadinya patah saat pemakaian.



Gambar 2 Penambahan bentuk/objek pada beberapa titik tumpuan
Sumber: Dokumen Pribadi

Rupa

Mendesain perkuatan berbentuk seperti segitiga untuk menutupi sudut-sudut tertentu pada rangka dan bentuk jajar genjang serta trapesium pada penghubung antara main frame dengan sub-frame.



Gambar 3 Penambahan bentuk/objek segitiga pada beberapa titik tumpuan
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 4 Penambahan bentuk/objek jajar genjang dan trapezium pada penghubung antara main frame dan sub-frame
Sumber: Dokumen Pribadi

Estetika

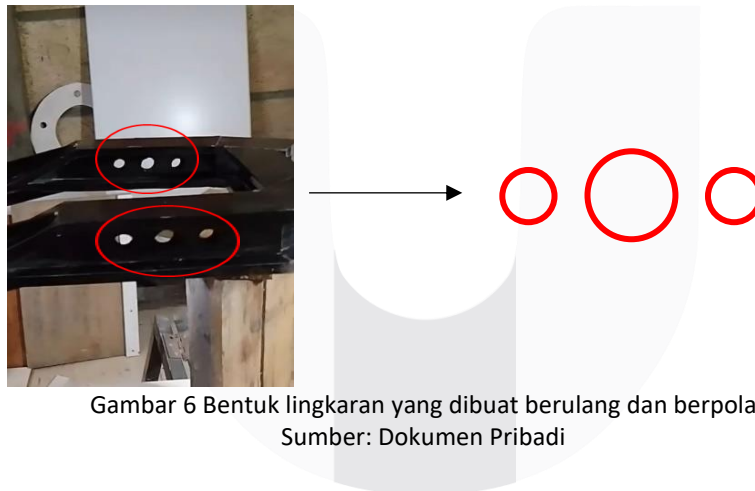
Penambahan lubang atau rongga pada titik-titik tertentu pada rangka menjadi nilai tambah dari segi penampilan dengan syarat ketika rangka dipasang dengan body, rangka harus diekspos atau tidak boleh ditutupi oleh body.



Gambar 5 Penambahan lubang atau rongga pada titik-titik tertentu pada rangka
Sumber: Dokumen Pribadi

Geometris

Pemilihan bentuk segitiga pada perkuatan di beberapa titik sudut dan lingkaran pada rongga rangka yang diletakkan bersebelahan (pengulangan) dan membentuk pola (mulai dari bentuk yang kecil hingga besar atau sebaliknya).



Gambar 6 Bentuk lingkaran yang dibuat berulang dan berpola
Sumber: Dokumen Pribadi

Hasil Validasi Ahli Material

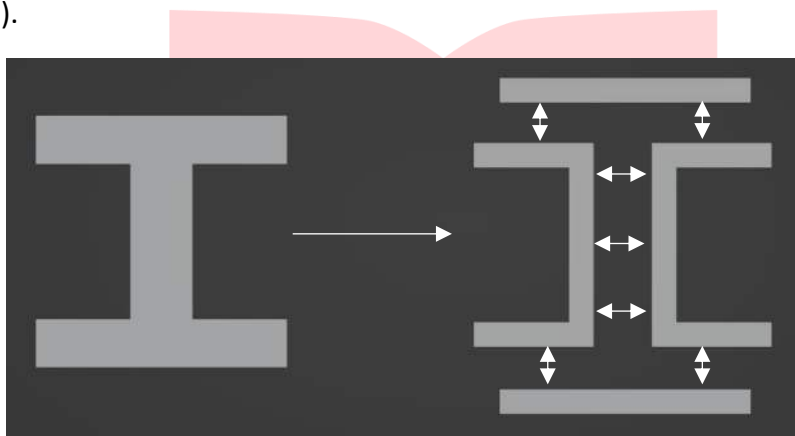
Komposisi

Pemilihan material komposit utama untuk penguat adalah karbon fiber sebagai fiber yang paling kuat dan ringan dari logam maupun baja. Pemilihan resin epoxy sebagai matriks yang memang dikhususkan untuk karbon fiber, Resin ini sangat tahan lama dan sulit tergores atau pecah. Resin epoksi ini sangat baik dalam segala hal, termasuk transparansinya. Karena serat karbon mengutamakan

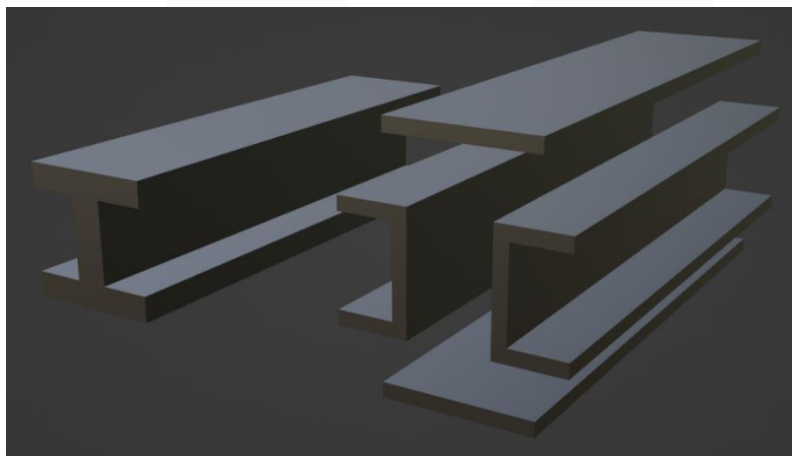
estetika dan memerlukan hasil resin yang sangat jernih, jenis resin ini selalu dapat diterima untuk digunakan dalam kombinasi dengan bahan mentah lainnya.

Struktur Konstruksi

Struktur konstruksi H beam pada rangka motor elektrik Selve-19 dibagi menjadi 4 bagian untuk mempermudah penerapan karbon pada rangka berbentuk H beam (2 bagian seperti huruf C yang saling berhadapan dan 2 bagian lagi berbentuk flat atau datar untuk mengunci 2 bagian seperti huruf C dari atas dan bawah).



Gambar 7 Exploded view 2D dari 4 bagian rangka
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 8 Exploded view 3D dari 4 bagian rangka
Sumber: Dokumen Pribadi

Daya Tahan

Lapisan dari karbon fiber diperkirakan cukup 1 atau 2 layer saja untuk mencapai tujuan sebagai rangka motor elektrik yang memiliki bobot ringan tapi kuat. Namun tergantung produksi asal karbon dari negara apa, karbon yang berasal dari negara Jerman merupakan pelopor produksi karbon pertama sekaligus yang paling bagus kualitasnya hingga saat ini. Sedangkan di Indonesia sendiri kebanyakan karbon yang diimpor adalah berasal dari Cina, karbon yang berasal dari Cina sendiri merupakan imitasi yang mengikuti karbon asal Jerman. Harganya memang lebih terjangkau namun kualitasnya masih lebih bagus karbon asal Jerman.

Proses Produksi

1. Membuat cetakan dari 4 bagian rangka untuk dijadikan sebagai media.
2. Pasang serat karbon pada tiap bagian atau media menyesuaikan dengan bentuknya.
3. Tuangkan resin epoxy pada karbon yang sudah dipasang di cetakan.
4. Tunggu resin epoxy sampai mengering dan harus ditaruh di ruangan yang terisolasi supaya hasilnya maksimal. (Waktu tunggu kurang lebih 24 jam, bahkan bisa lebih tergantung pada kedekatan ruangan tersebut).
5. Menyatukan 4 bagian yang sudah diberikan karbon dan resin menggunakan resin epoxy lagi.
6. Simpan kembali di ruangan yang terisolir supaya hasil pengeringan bisa lebih maksimal.



Gambar 9 Wawancara dengan Bapak Ucok sebagai pemilik dari Adjienyoman Fiberglass sekaligus sebagai ahli material

Sumber: Dokumen Pribadi

Final Product

Proses prototipe adalah uji coba eksperimental di mana desain gagasan diimplementasikan menjadi bentuk nyata, mulai dari media kertas hingga digital. Membuat model percobaan dengan tingkat ketelitian yang bervariasi untuk menggambarkan konsep desain dan mengujinya dengan pengguna. Adiluhung (2019), Bisa dikatakan mudah dalam praktek, tetapi semua ini tergantung pada kreativitas yang dimiliki setiap orang dan tujuan dari apa proses penyempurnaan ini dilakukan, berdasarkan pada kebutuhan yang dibutuhkan, baik untuk uji coba saja atau ada kebutuhan lain untuk dipamerkan dalam sebuah acara sebagai tampilan produk. Semua kembali ke fungsi dan kebutuhan, tentu saja, dalam proses menciptakan sebuah produk ada ujian, keduanya berbentuk dan kebutuhan lainnya, dalam hal ini protitipe/*mockup* sangat instrumental, sebagai bentuk visual sementara. Di bawah ini, penulis menyajikan contoh hasil proses prototipe yang telah dihasilkan dalam rangka perancangan ini:



Gambar 10 *Final Product/Prototype*
Sumber: Dokumen Pribadi

KESIMPULAN

Menuju akhir perancangan ini, penulis akan mengemukakan beberapa simpulan yang dapat ditarik serta saran yang muncul dari temuan hasil penelitian. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan oleh penulis bahwa perancangan sebuah kerangka bagi sepeda motor listrik bernama SELVE-19, yang termasuk dalam kategori skuter matic, memerlukan perhatian khusus. Kerangka ini diharapkan memiliki bobot yang ringan namun tetap kuat. Secara lebih rinci, berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis:

1. Menyediakan rangka motor elektrik yang menggunakan bahan komposit karbon fiber yang memiliki bobot dan kekuatan lebih bagus daripada logam maupun baja sehingga menjadi pilihan material yang tepat untuk merancang rangka motor elektrik yang pada umumnya mempunyai bobot yang lebih ringan daripada motor konvensional.

2. Merancang sebuah sasis atau rangka motor elektrik dengan menggunakan struktur rangka H Beam guna memperkuat struktur rangka supaya lebih solid, kuat dan kokoh.

DAFTAR PUSTAKA

- AISI. (2022, August 20). Perkembangan Sepeda Motor Listrik di Indonesia. From <https://www.aisi.or.id/perkembangan-sepeda-motor-listrik-di-indonesia/>.
- Ananda. (2022). Pengertian Resin, Jenis Resin & Contoh Penggunaan Resin. From <https://www.gramedia.com/best-seller/resin/>.
- Andry Trysandy Mahany. (2015, December 28). Scamper adalah teknik yang digunakan untuk memicu kreativitas dan membantu mengatasi tantangan. From <https://www.brilio.net/serius/ini-cara-meningkatkan-kreativitas-begini-caranya-1512274.html>.
- Arya Yudistira, Fadhil Burhanuddin. (2015). ANALISIS KARAKTERISTIK BODI DAN CHASSIS PADA PROTOTYPE KENDARAAN LISTRIK. From Jurnal Rekayasa Mesin Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Baja Utama Steel. (2022, January 18). Ciri-Ciri Besi H Beam Dengan Kualitas Terbaik. From <https://bajautamasteel.com/ciri-ciri-besi-h-beam-dengan-kualitas-terbaik/>.
- Carbon Fiber Gear. (n.d.). Carbon Fiber Panels on Aluminum Motorcycle Frames!. From <https://carbonfibergear.com/blogs/carbonfiber/motorcycle-frame>.
- Dragon Plate. (2023). CARBON FIBER I-BEAMS. From <https://dragonplate.com/carbon-fiber-i-beams>.
- Electric Motorcycle. (2023). Why Are Electric Motorcycles Better?. From <https://www.electricmotorcycles.net/why-are-electric-motorcycles-better/#:~:text=Lower%20Weight,heaviest%20part%20is%20their%20battery>

Fernado Oktareza. (2020, October 8). Salah Satu Teknik, Sukses Berpikir Kreatif Melalui Metode SCAMPER. From <https://www.sonora.id/read/422373303/salah-satu-teknik-sukses-berpikir-kreatif-melalui-metode-scamper?page=all>.

Hardy Adiluhung & Yoga Pujiraharjo. (2019). VISUALIZATION OF SPECIAL VEHICLE DUMMY BODY PARTS WITH THREE DIMENSIONAL PRINTER TECHNIQUES. 6th Bandung Creative Movement 2019. From <https://www.neliti.com/publications/293274/visualization-of-special-vehicle-dummy-body-parts-with-three-dimensional-printer#>.

HMTK Undip. (2019, August 25). Mengenal Lebih Dekat Komposit Serat Karbon. From <https://kinetika.hmtk.undip.ac.id/mengenal-lebih-dekat-komposit-serat-karbon/>.

Josephine Samuel. (2020, July 28). Contoh dan Penerapan SCAMPER Method. From <https://sis.binus.ac.id/2020/07/28/contoh-dan-penerapan-scamper-method/>.

Nabila Ghaida Zia. (2022, May 17). Strategi Pengembangan Produk Inovatif dengan Metode Scamper. From <https://www.ekipa.co.id/strategi-pengembangan-produk-inovatif-dengan-metode-scamper/>.

Nandy. (n.d.). Pengertian Desain: Fungsi, Tujuan, Manfaat, Metode, Dan Jenisnya. From <https://www.gramedia.com/literasi/desain/>.

Nofri Satriawan. (n.d.). Pengertian Penelitian Pengembangan Menurut Para Ahli, Tujuan dan Ciri-Cirinya. From <https://ranahresearch.com/pengertian-penelitian-pengembangan-menurut-ahli/>.

Repository UIN Raden Fatah Palembang. (n.d.). Pengertian Research and Development Menurut Para Ahli. From <http://repository.radenfatah.ac.id/7716/3/Skripsi%20BAB%20III.pdf>.

Saurabh Rege. (2017, Oktober 10). Design and Analysis of Frame for Electric Motorcycle. From International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology.

