

PERANCANGAN MOBIL *URBAN* UEV-15 TRISULA DENGAN MENGUNAKAN METODE *VALUE ENGINEERING*

Sidiq Hidayanto; Ir. Ahmad Kholid Al Ghofari, S.T., M.T.

Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Electric Car Research Center (ECRC) adalah sebuah wadah riset mahasiswa fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk berkarya melakukan pengembangan mobil listrik hemat energi. Pada kompetisi Shell Eco Marathon (SEM) tahun 2022 yang di selenggarakan di sirkuit Mandalika Lombok ECRC mengirimkan mobil listrik *Prototype* Ababil Evo III. Pada kompetisi KMHE dan SEM tahun 2022 mobil listrik *Urban Uev-15 Trisula* tidak bisa mengikuti perlombaan karena ketidaksesuaian chasis dan body terhadap regulasi KMHE dan SEM. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan desain mobil urban Uev-15 Trisula berdasarkan regulasi KMHE dan SEM kemudian melakukan analisis biaya pada desain alternatif dan melakukan pengukuran performansi, value, dan perankingan terhadap desain alternatif. Metode yang digunakan yaitu *Value Engineering* guna menghasilkan desain alternatif terbaik dengan melakukan perhitungan performansi, analisis biaya, dan value. Tahapan yang dilakukan adalah tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan, dan tahap rekomendasi. Hasil dari penelitian ini adalah desain alternatif 3 terpilih setelah dilakukan perankingan dengan performansi 58.42, biaya Rp. 85.286.400, dan Value sebesar 0.00000092.

Kata Kunci: Chasis, Body, KMHE, SEM, Mobil Listrik, *Value Engineering*

Abstract

Electric Car Research Center (ECRC) is a research platform for engineering students of Universitas Muhammadiyah Surakarta to work on the development of energy-efficient electric cars. In the Shell Eco Marathon (SEM) competition in 2022 which was held at the Mandalika Lombok circuit, ECRC sent the Ababil Evo III Prototype electric car. In the KMHE and SEM competitions in 2022, the Urban Uev-15 Trisula electric car could not take part in the race due to chassis and body incompatibility with KMHE and SEM regulations. This research aims to produce a design for the Uev-15 Trisula urban car based on KMHE and SEM regulations, then conduct a cost analysis on alternative designs and measure performance, value, and ranking of alternative designs. The method used is Value Engineering to produce the best alternative design by calculating performance, cost analysis, and value. The stages carried out are the information stage, creative stage, analysis stage, development stage, and recommendation stage. The result of this research is that alternative design 3 is selected after ranking with a performance of 58.42, a cost of Rp. 85,286,400, and a Value of 0.00000092.

Keywords: Chassis, Body, KMHE, SEM, *Electric Car*, *Value Engineering*

1. PENDAHULUAN

Mobil listrik ialah kendaraan yang dibuat untuk mengurangi polusi udara dilingkungan sekitar. Mobil listrik menggunakan baterai dan motor listrik sebagai sumber penggerakannya. Pada penggunaan baterai mobil listrik perlu adanya perawatan sehingga tidak menimbulkan masalah pada mobil listrik (Ismail¹ and Mulyaman², 2021). Pada mobil listrik terdapat komponen diantaranya, Body dan Chasis, Body merupakan badan kendaraan yang berfungsi sebagai pelindung komponen di dalam mobil serta melindungi pengemudi dari cuaca panas dan hujan serta melindungi pengemudi dari terjadinya kecelakaan (Saputra, Purnomo and Noorsetyo H.D., 2019). Chasis merupakan salah satu komponen yang penting pada mobil yang mempunyai fungsi sebagai penopang utama mobil, Chasis mobil terbuat dari kerangka baja yang sudah di setting dengan body mobil dan engine dari sebuah mobil dan material harus memiliki kekuatan untuk menopang beban mobil (Toteles and Alhaffis, 2021).

Dalam Upaya mewujudkan kendaraan listrik untuk mengurangi emisi karbon dan ramah lingkungan adalah melalui Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) dengan mengadakan kompetisi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) tingkat perguruan tinggi seluruh Indonesia tiap tahunnya. Kompetisi tersebut merupakan kompetisi merancang kendaraan irit ramah lingkungan. Pada perlombaan ini terdapat dua kategori yaitu Mobil prototype dan Mobil urban dengan kategori bahan bakar Motor Pembakaran Dalam (MPD) Gasolin, MPD Diesel, MPD Etanol, dan Motor Listrik (Vajra, Tobing and Iskandar, 2021).

Selain kompetisi nasional Indonesia tahun lalu menjadi tuan rumah ajang kompetisi internasional Shell Eco Marathon (SEM) yang di selenggarakan di Sirkuit Mandalika, kompetisi ini diikuti oleh perguruan tinggi se Asia-Pasifik dan Timur Tengah, selain di Asia-Pasifik dan Timur Tengah Shell Eco Marathon juga mengglar kompetisi di benua Amerika dan Eropa. Setiap diminta untuk merancang, membangun, dan mengemudikan kendaraan yang hemat energi di dunia. Program ini mampu menciptakan kemajuan dalam teknologi otomotif dengan menyediakan solusi energi yang lebih banyak dan bersih. Pada kompetisi Shell eco Marathon terdapat dua kategori mobil yaitu Mobil Prototype dan Mobil Urban dengan kategori jenis penggerakannya Battery-Electric, Internal Combustion Engine dan Hydrogen Fuel Cell (Shell Eco Marathon, 2022). Perbedaan Mobil urban Uev-15 Trisula dengan mobil prototype adalah mobil urban Uev-15 Trisula dengan konsep kendaraan roda empat yang tampilannya mirip dengan mobil pada umumnya dan sesuai untuk berkendara di jalan sedangkan mobil prototype adalah mobil dengan konsep kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan efisiensi

Electric Car Research Center (ECRC) adalah sebuah wadah riset mahasiswa fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk berkarya melakukan pengembangan mobil listrik hemat energi. Electric Car Research Center (ECRC) dibentuk untuk menjawab permasalahan yang sangat kompleks di dunia otomotif (1), khususnya pada bidang energi yang mana ketersediaan energi saat ini semakin menipis dari hari-kehari, pada komunitas ini memiliki dua mobil listrik kategori *Prototype* Ababil Evo III dan Urban Uev-15 Trisula yang dimiliki oleh *Electric Car Research Center* (ECRC) pada mobil Urban UEV-15 Trisula yang memiliki dimensi ukuran mobil yang tidak sesuai pada regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon (SEM) yang membuat mobil urban Uev-15 Trisula tidak bisa mengikuti kompetisi, pada mobil urban Uev-15 Trisula memiliki lebar 1380 mm sedangkan pada regulasi lebar mobil urban Uev-15 Trisula maksimal 1300 mm, tinggi chasis mobil urban Uev-15 Trisula 778 mm sedangkan pada regulasi tinggi minimal roll 880 mm, dan pada mobil urban Uev-15 Trisula penempatan motor berda pada samping pengemudi sedangkan pada regulasi semua bagian *driver train*, termasuk tangka bahan bakar, harus berada dalam posisi yang tidak membahayakan pengemudi (2). Berikut merupakan gambar mobil urban Uev-15 Trisula yang tidak sesuai regulasi KMHE dan SEM dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 berikut ini.



Gambar 1 Body Mobil Urban Uev-15 Trisula



Gambar 2 Chasis Mobil Urban Uev-15 Trisula

Perancangan ialah suatu tahapan dalam menghasilkan rancangan produk yang diinginkan (Saleh *et al.*, 2022). Perencanaan dan pengembangan suatu produk harus memiliki langkah-langkah yang akan di rancang dari awal hingga akhir guna menghasilkan kualitas produk yang baik (Suwandi *et al.*, 2021).

Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) merupakan metode yang digunakan untuk mencari alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik/lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya. Metode ini diharapkan memberikan kriteria pengembangan sebagai alternatif desain mobil urban Uev-15 Trisula, dengan melakukan pengamatan dan pengukuran terhadap desain alternatif, dan dapat menghasilkan desain mobil urban Uev-15 Trisula dengan desain alternatif terpilih (Diputera *et al.*, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah Menghasilkan rancangan desain mobil urban Uev-15 Trisula berdasarkan regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon (SEM), Melakukan analisis biaya pada desain alternatif, dan Melakukan pengukuran performansi, *Value*, dan perancangan terhadap desain alternatif.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Value Engineering*. Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) merupakan metode yang digunakan untuk mencari alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik/lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya. Metode ini diharapkan memberikan kriteria pengembangan sebagai alternatif desain mobil urban Uev-15 Trisula. Dalam menentukan desain alternatif dengan menggunakan metode *Value Engineering* dapat dilakukan beberapa langkah pengolahan data, sebagai berikut:

1. Tahap Informasi (Pengumpulan Data)

Bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan data yang dibutuhkan dalam melakukan perancangan ulang. Seperti gambaran umum, Regulasi KMHE dan

SEM, Data spesifikasi mobil urban Uev-15 Trisula, RAB mobil urban Uev-15 Trisula ,dan penyebaran kuisisioner.

2. Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif dituntut untuk berfikir kreatif untuk memunculkan ide-ide alternatif untuk perbandingan desain yang sudah ada sebelumnya, pada tahap ini dilakukan pemodelan beberapa desain mobil urban UEV-15 Trisula yang sesuai dengan regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KME) dan Shell Eco Marathon, melakukan penyebaran kuisisioner desain kepada anggota *Electric Car Research Center* (ECRC)

3. Tahap Analisis

Pada tahap ini melakukan analisis terhadap desain alternatif yang diperoleh dari tahap kreatif pemodelan desain mobil urban Uev-15 Trisula, pada tahap analisis desain dilakukan perbandingan desain lama dengan alternatif-alternatif desain baru serta melakukan analisis terhadap chasis dan body mobil urban Uev-15 Trisula dan analisis biaya merupakan tahapan untuk menentukan biaya material setiap bagian mobil yang dibutuhkan.

4. Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan tahapan untuk menentukan alternatif desain terpilih dan melakukan perhitungan performasi desain terhadap data hasil penyebaran kuisisioner data desain lama pada tahap informasi dan data tiga desain alternatif. setelah mendapatkan hasil perhitungan performasi pada tahap kreatif dan mendapatkan total biaya dari tahap analisis kemudian melakukan perhitungan value dan perankingan terhadap alternatif desain terpilih.

5. Tahap Penyajian/Presentasi

Tahap penyajian/Presentasi ini merupakan tahap pelaporan hasil desain alternatif yang terpilih. Hasil dari tahap ini ditunjukkan kepada anggota *Electric Car Research Center* (ECRC).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data (Tahap Informasi)

Dalam penelitian ini langkah awal yang dilakukan melalui tahap informasi dengan mengumpulkan data dan informasi-informasi yang berkaitan dengan penelitian ini. Pada tahap informasi ada beberapa data dan informasi yang dibutuhkan untuk untuk melakukan penelitian ini sehingga tujuan penelitian tercapai. Berikut data dan informasi-informasi yang dibutuhkan antara lain:

1. Gambaran Umum Komunitas *Electric Car Research Center* (ECRC)
2. Regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) 2022 dan Shell Eco Marathon (Shell) 2022 aspek body dan chasis
3. Data spesifikasi mobil urban Uev-15 Trisula lama
4. Data Rencana Anggaran Biaya (RAB) mobil lama
5. Penyebaran kuisisioner kepada anggota *Electric Car Research Center* (ECRC)

Penyebaran kuisisioner mobil urban lama ditujukan kepada anggota *Electric Car Research Center* (ECRC) untuk pertimbangan pada body dan chasis pada pembuatana desain baru agar hasil desain sesuai keinginan anggota *Electric Car Research Center* (ECRC) bedasarkan regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon (SEM). Berikut merupakan rekapitulasi kuisisioner mobil urban Uev-15 Trisula dapat dilihat pada tabel 1 Berikut.

Tabel 1 Rekapitulasi Kuisisioner Mobil Urban Uev-15 Trisula

| No | Variabel | Jawaban Responden |
|-------|---|-------------------|
| 1 | Apakah menggunakan bahan fiber glass pada body mobil urban menghasilkan beban yang berat? | 99 |
| 2 | Apakah Penempatan Motor tidak sesuai regulasi KMHE & SEM? | 87 |
| 3 | Apakah Ukuran Pintu mobil tidak sesuai regulasi KMHE & SEM? | 72 |
| 4 | Apakah menggunakan bahan Aluminium Hollow tipe 6063-T5 menghasilkan beban yang berat? | 90 |
| 5 | Saluran kabel dari komponen electrical ke ruang pengemudi apakah kurang rapi? | 94 |
| 6 | Apakah pada chasis terlalu banyak komponen? | 87 |
| 7 | Apakah tempat elektrical masih kurang baik? | 94 |
| 8 | Apakah dengan ketebalan 3 mm terlalu tebal pada body? | 77 |
| 9 | Apakah ketinggian roll bar kurang tinggi? | 72 |
| 10 | Apakah pada ruang kemudi terlalu dekat dengan driver? | 72 |
| Total | | 844 |

6. Uji Validitas dan Reliabilitas

Pengolahan data digunakan untuk menguji data kuisisioner yang telah didapatkan menggunakan software spss, pengujian dilakukan dengan cara uji validitas dan reliabilitas, pada uji validitas digunakan untuk mengukur apakah data kuisisioner yang didapatkan setelah penelitian apakah valid atau tidak valid, uji reliabilitas digunakan pada responden anggota komunitas *Electric Car Research Center* (ECRC) dengan pertanyaan pada uji validitas yang dinyatakan valid atau tidak valid dan akan ditentukan reliabilitasnya. Berikut hasil pengolahan data menggunakan spss dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Pengolahan Data Menggunakan Spss

| No | r Hitung | r Tabel | Kriteria | r Hitung | r Tabel | Kriteria |
|----|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 1 | 0.619 | | Valid | | | |
| 2 | 0.829 | | Valid | | | |
| 3 | 0.554 | | Valid | | | |
| 4 | 0.659 | | Valid | | | |
| 5 | 0.701 | | Valid | | | |
| 6 | 0.897 | | Valid | | | |
| 7 | 0.825 | 0.336 | Valid | 0.885 | 0.60 | Reliabel |
| 8 | 0.613 | | Valid | | | |
| 9 | 0.587 | | Valid | | | |
| 10 | 0.716 | | Valid | | | |

Bedasarkan hasil uji validitas menggunakan software spss didapatkan kriteria valid karena nilai r hitung lebih besar dari r tabel dan hasil uji reliabilitas didapatkan hasil reliabel karena nilai cronbach's alpha lebih besar dari r tabel.

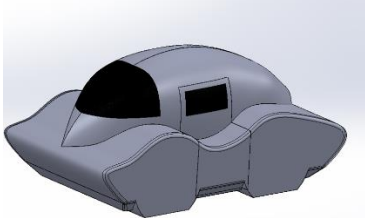
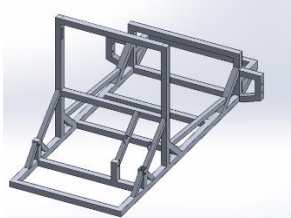
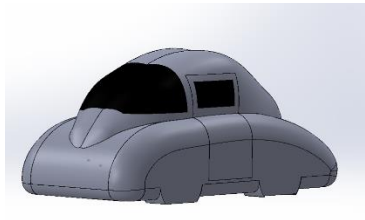
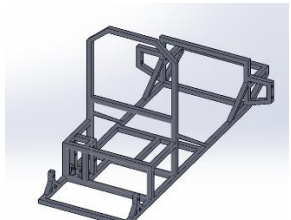
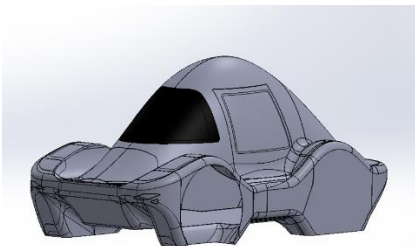

3.2 Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif peneliti dituntut untuk berfikir kreatif dalam memunculkan ide-ide alternatif dalam melakukan perancangan ulang guna memberikan hasil yang maksimal (Teknik *et al.*, 2018).

3.2.1 Desain Alternatif

Desain alternatif merupakan desain yang dirancang bedasarkan hasil observasi langsung terhadap mobil Urban Uev-15 Trisula, hasil rekapitulasi kuisioner mobil urban Uev-15 Trisula dari anggota ECRC guna mempertimbangkan pembuatan desain body dan chasis, dan regulasi KMHE & SEM. Berikut merupakan gambar desain body dan chasis mobil alternatif dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Desain Alternatif

| Desain Alternatif | Body | Chasis |
|-------------------|---|---|
| Alternatif 1 |  |  |
| Alternatif 2 |  |  |
| Alternatif 3 |  |  |

Bedasarkan hasil observasi dan pengumpulan kuisioner pada mobil urban Uev-15 Trisula dalam pembuatan desain body dan chasis yang sesuai regulasi didapatkan 3 alternatif desain yang akan dipilih oleh anggota Ecrs melalui pengisian kuisioner.

3.2.2 Rekapitulasi Kuisioner

Penyebaran kuisioner desain alternatif ditujukan kepada anggota Electric Car Research Center (ECRC) untuk pertimbangan pada body dan chasis pada desain alternatif 1,2,dan 3 sesuai keinginan anggota Electric Car Research Center

(ECRC) berdasarkan regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon. Berikut merupakan rekapitulasi kuisisioner 1,2, dan 3, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Kuisisioner

| No | Variabel | Jumlah Jawaban Responden | | | Total |
|----|---|--------------------------|-------|-------|-------|
| | | Alt 1 | Alt 2 | Alt 3 | |
| 1 | Apakah dengan menggunakan bahan carbon pada body menghasilkan beban ringan? | 112 | 112 | 116 | 340 |
| 2 | Apakah desain body mudah dalam proses pembuatannya? | 85 | 85 | 86 | 256 |
| 3 | Apakah desain chasis mudah dalam proses pembuatannya? | 88 | 88 | 111 | 287 |
| 4 | Apakah dengan menggunakan bahan carbon pada chasis menghasilkan beban ringan? | 104 | 104 | 111 | 319 |
| 5 | Apakah pada desain chasis terlalu banyak komponen? | 94 | 94 | 110 | 298 |
| 6 | Apakah dalam pembuatan desain body perlu dilakukan aerodinamis menggunakan solidworks untuk mengetahui aliran udara akibat gaya yang ditimbulkan? | 107 | 107 | 113 | 327 |
| 7 | Apakah dalam pembuatan chasis perlu dilakukan pengujian beban menggunakan solidworks sebelum dibuat ? | 107 | 107 | 114 | 328 |
| 8 | Apakah Jangkauan Pandangan Pengemudi Terganggu? | 88 | 88 | 92 | 268 |
| 9 | Apakah desain pintu mobil memudahkan Pengemudi Keluar Masuk Mobil? | 92 | 92 | 99 | 283 |
| 10 | Ketebalan 2 mm pada Body apakah terlalu tebal? | 83 | 83 | 89 | 255 |

3.2.3 Uji Validitas dan Reliabilitas Kuisisioner Alternatif 1,2, dan 3

Setelah dilakukan penyebaran kuisisioner dan rekapitulasi kuisisioner langkah selanjutnya melakukan pengolahan data menggunakan uji validitas dan reliabilitas untuk mengetahui apakah data valid atau tidak dan reliabel atau tidak. Berikut merupakan hasil uji validitas dan reliabilitas menggunakan software spss, dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 5 Hasil Pengolahan Data Menggunakan Spss

| No | r | r | r | r | Kriteria | r | r | r | r | Kriteria |
|----|--------------|--------------|--------------|-------|----------|--------------|--------------|--------------|------|----------|
| | Hitung Alt 1 | Hitung Alt 2 | Hitung Alt 3 | | | Hitung Alt 1 | Hitung Alt 2 | Hitung Alt 3 | | |
| 1 | 0.730 | 0.696 | 0.672 | | Valid | | | | | |
| 2 | 0.776 | 0.586 | 0.554 | | Valid | | | | | |
| 3 | 0.557 | 0.774 | 0.888 | | Valid | | | | | |
| 4 | 0.558 | 0.595 | 0.866 | | Valid | | | | | |
| 5 | 0.789 | 0.643 | 0.721 | | Valid | | | | | |
| 6 | 0.677 | 0.710 | 0.895 | | Valid | | | | | |
| 7 | 0.658 | 0.813 | 0.895 | | Valid | 0.903 | 0.863 | 0.896 | 0.60 | Reliabel |
| 8 | 0.924 | 0.621 | 0.580 | 0.336 | Valid | | | | | |
| 9 | 0.702 | 0.620 | 0.641 | | Valid | | | | | |
| 10 | 0.902 | 0.679 | 0.675 | | Valid | | | | | |

Bedasarkan hasil uji validitas menggunakan software spss didapatkan kriteria valid karena r hitung lebih besar dari r tabel dari 3 alternatif dan hasil uji reliabilitas menggunakan software spss didapatkan kriteria reliabel karena cronbach's alpha lebih besar dari r tabel.

3.3 Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahap setelah melakukan tahap kreatif. Pada tahap ini melakukan analisis desain dan analisis biaya yang merupakan tahapan paling penting pada *Value Engineering* (Sagena *et al.*, 2021).

3.3.1 Analisis Desain

Pada analisis desain dilakukan untuk mengetahui spesifikasi desain mobil, simulasi statik uji pembebanan pada chasis, dan aerodinamis pada body mobil (Suryady, Zhafran and Belakang, 2022)

3.3.1.1 Perbandingan Spesifikasi Desain Mobil

Perbandingan spesifikasi desain mobil adalah untuk mengetahui bahan pembuatan mobil, berat, dan ukuran mobil dari mobil awal dengan desain alternatif 1,2,dan 3. Berikut merupakan tabel perbandingan spesifikasi desain mobil spesifikasi mobil, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Spesifikasi Desain Alternatif

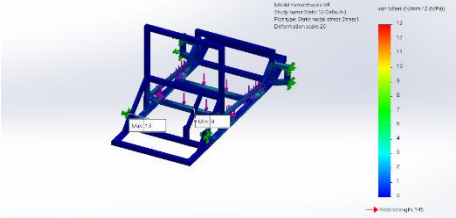
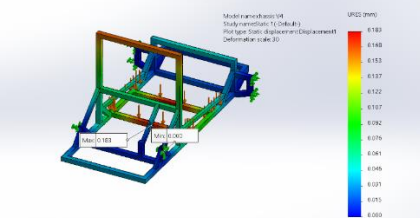
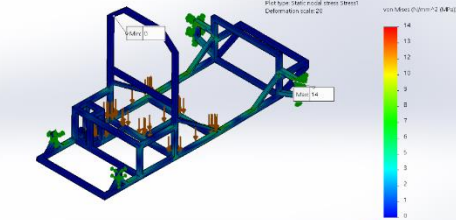
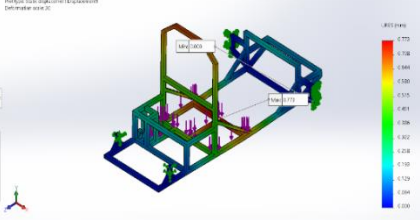
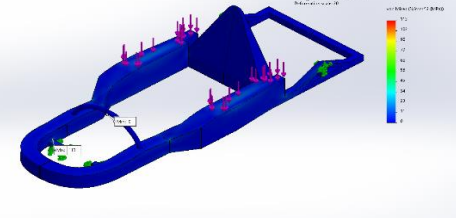
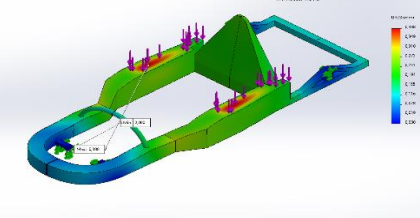
| No | Indikator | Spesifikasi | | | |
|----|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | Mobil Awal | Alternatif 1 | Alternatif 2 | Alterntif 3 |
| 1 | Tipe Kendaraan | Urban Concept Electric | Urban Concept Electric | Urban Concept Electric | Urban Concept Electric |
| 2 | Software Rancangan Desain | Solidworks 2016 Premium | Solidworks 2018 Premium | Solidworks 2018 Premium | Solidworks 2018 Premium |
| 3 | Tebal Body (mm) | 3 mm | 2 mm | 2 mm | 3 mm |
| 4 | Jenis Bahan Body | Fiber Glass | Carbon | Carbon | Carbon |
| 5 | Massa Body | 52 kg | 33 kg | 37 kg | 39.16 kg |
| 6 | Jenis Bahan Chasis | Almunium Alloy 6063-T5 | Almunium Alloy 6063-T5 | Almunium Alloy 6063-T5 | Carbon |
| 7 | Massa Chasis | 14.66 kg | 22 | 17.6 | 13.7 |
| 8 | Gaya Drag | -0.023 N | -0.026 N | 0.060 N | -0.023 N |
| 9 | Panjang (mm) | 2350 mm | 2000 mm | 1950 mm | 2000 mm |
| 10 | Lebar (mm) | 1380 mm | 1200 mm | 1200 mm | 1200 mm |
| 11 | Tinggi (mm) | 1000 mm | 1000 mm | 1000 mm | 1100 mm |
| 12 | Pintu (P,L,T) | 790 mm, 490 mm, 2mm | 800 mm, 500 mm, 2 mm | 800 mm, 500 mm, 2 mm | 800 mm, 500 mm, 2 mm |
| 13 | Panjang Chasis | 1528 mm | 1800 mm | 1530 mm | 1700 mm |
| 14 | Lebar (mm) | 400 mm & 1030 mm | 800 mm | 700 mm | 800 mm |
| 15 | Tinggi (mm) | 778 mm | 900 mm | 900 mm | 900 mm |

3.3.1.2 Simulasi Desain Chasis

Simulasi desain chasis adalah simulasi yang bertujuan mengetahui tegangan *von mises stress*, *displacement*. Simulasi desain chasis menggunakan software

solidworks (Sariski, Elianto and Nurcahyo, 2020). Berikut merupakan hasil dari simulasi desain chasis dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Simulasi Desain Chasis

| No | Von Mises Stress | Displacement |
|----|--|---|
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |

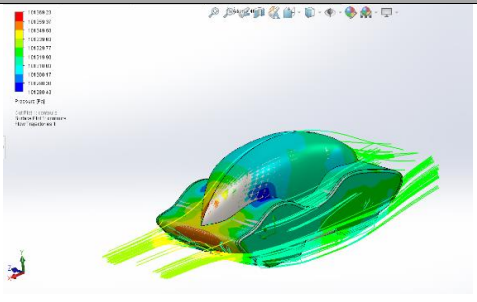
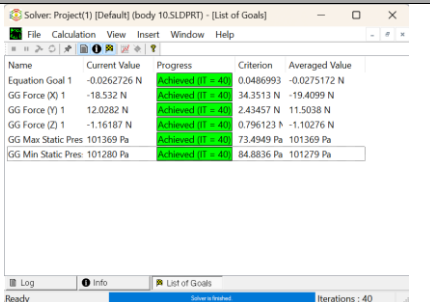
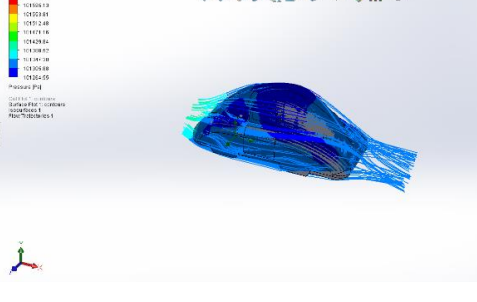
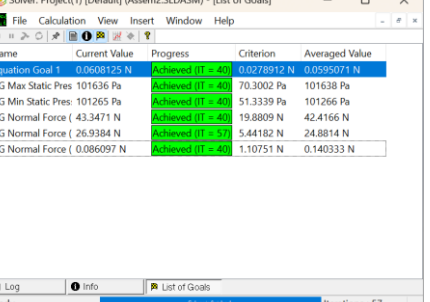
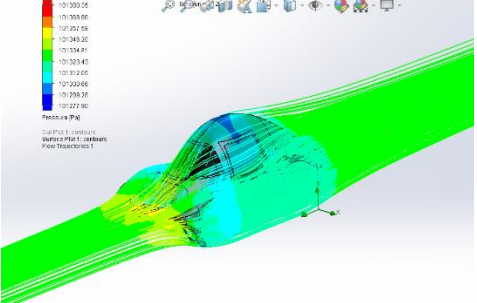
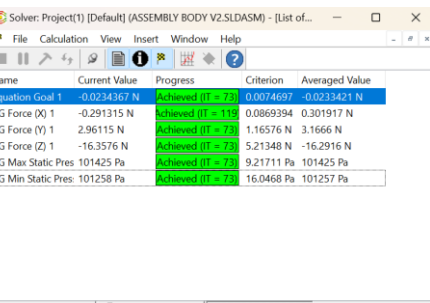
Pada chasis mobil awal dilakukan simulasi pembebanan dengan bahan aluminium alloy 6063-T5 dengan von mises stress untuk tegangan maksimal berada padaudukan roda belakang bagian kiri sebesar 13 MPa, dan tegangan minimum terdapat pada bagian rangka elektrik sebesar 0 Mpa. Simulasi selanjutnya adalah analisis dengan *displacement*, pada bidang yang berwarna biru merupakan *displacement* minimum dan sedangkan bidang berwarna merah adalah *displacement* maksimum. *displacement* maksimum yang berada pada rangka elektrik sebesar 0.183 mm sedangkan *displacement* minimumnya sebesar 0.000 mm berada pada bagianudukan roda belakang bagian kanan. Pada chasis desain alternatif 2 dilakukan simulasi pembebanan dengan bahan aluminium alloy 6063-T5 dengan *von mises stress* untuk tegangan maksimal berada padaudukan roda depan bagian kanan sebesar 14 MPa, dan tegangan minimum terdapat pada bagian roll bar bagian kiri sebesar 0 Mpa. Simulasi selanjutnya adalah analisis dengan *displacement*, pada bidang yang berwarna biru merupakan *displacement* minimum dan sedangkan bidang berwarna merah adalah *displacement* maksimum. *displacement* maksimum yang berada pada rangka roll bar bagian bawah sebesar 0.773 mm sedangkan *displacement* minimumnya sebesar 0.000 mm berada pada bagianudukan roda belakang bagian kanan. Pada chasis desain alternatif 3 dilakukan simulasi pembebanan dengan aluminium alloy 6063-T5 dengan von mises

stress untuk tegangan maksimal berada pada dudukan roda depan bagian kanan sebesar 113 MPa, dan tegangan minimum terdapat pada sterring sebesar 0 Mpa. Simulasi selanjutnya adalah analisis dengan *displacement*, pada bidang yang berwarna biru merupakan *displacement* minimum dan sedangkan bidang berwarna merah adalah *displacement* maksimum. *Displacement* maksimum yang berada pada rangka roll bar bagian samping kanan sebesar 0.388 mm sedangkan *displacement* minimumnya sebesar 0.000 mm berada pada bagian dudukan roda depan bagian kanan.

3.3.1.3 Aerodinamis Desain Body

Aerodinamis pada body kendaraan mempengaruhi efisiensi bahan bakar dan menagatur suatu gaya yang terjadi pada kendaraan sedang melaju (Nurcahyo and Wahyudi, 2021). Berikut merupakan hasil aerodinamis desain alternatif 1,2, dan 3 dapat dilihat pada tabel 8

Tabel 8 Aerodinamis Body

| No | Aerodinamis Body | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|---|-------------|----------------|----------|-----------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------|-------------|---------------------|------------|------------|--------------------|-----------|--------------------|------------|-----------|-------------------|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|-----------|--------------------|------------|-----------|--------------------|------------|--------------------|------------|------------|
| 1 |  |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Current Value</th> <th>Progress</th> <th>Criterion</th> <th>Averaged Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Equation Goal 1</td> <td>-0.0262726 N</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>0.0486993</td> <td>-0.0275172 N</td> </tr> <tr> <td>GG Force (X) 1</td> <td>-18.532 N</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>34.3513 N</td> <td>-19.4099 N</td> </tr> <tr> <td>GG Force (Y) 1</td> <td>12.0282 N</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>2.43457 N</td> <td>11.5038 N</td> </tr> <tr> <td>GG Force (Z) 1</td> <td>-1.16187 N</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>0.796123 N</td> <td>-1.10276 N</td> </tr> <tr> <td>GG Max Static Pres</td> <td>101369 Pa</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>73.4949 Pa</td> <td>101369 Pa</td> </tr> <tr> <td>GG Min Static Pres</td> <td>101280 Pa</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>84.8836 Pa</td> <td>101279 Pa</td> </tr> </tbody> </table> | Name | Current Value | Progress | Criterion | Averaged Value | Equation Goal 1 | -0.0262726 N | Achieved (IT = 40) | 0.0486993 | -0.0275172 N | GG Force (X) 1 | -18.532 N | Achieved (IT = 40) | 34.3513 N | -19.4099 N | GG Force (Y) 1 | 12.0282 N | Achieved (IT = 40) | 2.43457 N | 11.5038 N | GG Force (Z) 1 | -1.16187 N | Achieved (IT = 40) | 0.796123 N | -1.10276 N | GG Max Static Pres | 101369 Pa | Achieved (IT = 40) | 73.4949 Pa | 101369 Pa | GG Min Static Pres | 101280 Pa | Achieved (IT = 40) | 84.8836 Pa | 101279 Pa |
| Name | Current Value | Progress | Criterion | Averaged Value | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equation Goal 1 | -0.0262726 N | Achieved (IT = 40) | 0.0486993 | -0.0275172 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Force (X) 1 | -18.532 N | Achieved (IT = 40) | 34.3513 N | -19.4099 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Force (Y) 1 | 12.0282 N | Achieved (IT = 40) | 2.43457 N | 11.5038 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Force (Z) 1 | -1.16187 N | Achieved (IT = 40) | 0.796123 N | -1.10276 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Max Static Pres | 101369 Pa | Achieved (IT = 40) | 73.4949 Pa | 101369 Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Min Static Pres | 101280 Pa | Achieved (IT = 40) | 84.8836 Pa | 101279 Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 |  |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Current Value</th> <th>Progress</th> <th>Criterion</th> <th>Averaged Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Equation Goal 1</td> <td>0.0608125 N</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>0.0278912 N</td> <td>0.0595071 N</td> </tr> <tr> <td>GG Max Static Pres</td> <td>101636 Pa</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>70.3002 Pa</td> <td>101638 Pa</td> </tr> <tr> <td>GG Min Static Pres</td> <td>101265 Pa</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>51.3339 Pa</td> <td>101266 Pa</td> </tr> <tr> <td>GG Normal Force (</td> <td>43.3471 N</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>19.8809 N</td> <td>42.4166 N</td> </tr> <tr> <td>GG Normal Force (</td> <td>26.9384 N</td> <td>Achieved (IT = 57)</td> <td>5.44182 N</td> <td>24.8814 N</td> </tr> <tr> <td>GG Normal Force (</td> <td>0.086097 N</td> <td>Achieved (IT = 40)</td> <td>1.10751 N</td> <td>0.140333 N</td> </tr> </tbody> </table> | Name | Current Value | Progress | Criterion | Averaged Value | Equation Goal 1 | 0.0608125 N | Achieved (IT = 40) | 0.0278912 N | 0.0595071 N | GG Max Static Pres | 101636 Pa | Achieved (IT = 40) | 70.3002 Pa | 101638 Pa | GG Min Static Pres | 101265 Pa | Achieved (IT = 40) | 51.3339 Pa | 101266 Pa | GG Normal Force (| 43.3471 N | Achieved (IT = 40) | 19.8809 N | 42.4166 N | GG Normal Force (| 26.9384 N | Achieved (IT = 57) | 5.44182 N | 24.8814 N | GG Normal Force (| 0.086097 N | Achieved (IT = 40) | 1.10751 N | 0.140333 N |
| Name | Current Value | Progress | Criterion | Averaged Value | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equation Goal 1 | 0.0608125 N | Achieved (IT = 40) | 0.0278912 N | 0.0595071 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Max Static Pres | 101636 Pa | Achieved (IT = 40) | 70.3002 Pa | 101638 Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Min Static Pres | 101265 Pa | Achieved (IT = 40) | 51.3339 Pa | 101266 Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Normal Force (| 43.3471 N | Achieved (IT = 40) | 19.8809 N | 42.4166 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Normal Force (| 26.9384 N | Achieved (IT = 57) | 5.44182 N | 24.8814 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Normal Force (| 0.086097 N | Achieved (IT = 40) | 1.10751 N | 0.140333 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 |  |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Current Value</th> <th>Progress</th> <th>Criterion</th> <th>Averaged Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Equation Goal 1</td> <td>-0.0234367 N</td> <td>Achieved (IT = 73)</td> <td>0.0074697</td> <td>-0.0233421 N</td> </tr> <tr> <td>GG Force (X) 1</td> <td>-0.291315 N</td> <td>Achieved (IT = 119)</td> <td>0.0869394</td> <td>0.301917 N</td> </tr> <tr> <td>GG Force (Y) 1</td> <td>2.96115 N</td> <td>Achieved (IT = 73)</td> <td>1.16576 N</td> <td>3.1666 N</td> </tr> <tr> <td>GG Force (Z) 1</td> <td>-16.3576 N</td> <td>Achieved (IT = 73)</td> <td>5.21348 N</td> <td>-16.2916 N</td> </tr> <tr> <td>GG Max Static Pres</td> <td>101425 Pa</td> <td>Achieved (IT = 73)</td> <td>9.21711 Pa</td> <td>101425 Pa</td> </tr> <tr> <td>GG Min Static Pres</td> <td>101258 Pa</td> <td>Achieved (IT = 73)</td> <td>16.0468 Pa</td> <td>101257 Pa</td> </tr> </tbody> </table> | Name | Current Value | Progress | Criterion | Averaged Value | Equation Goal 1 | -0.0234367 N | Achieved (IT = 73) | 0.0074697 | -0.0233421 N | GG Force (X) 1 | -0.291315 N | Achieved (IT = 119) | 0.0869394 | 0.301917 N | GG Force (Y) 1 | 2.96115 N | Achieved (IT = 73) | 1.16576 N | 3.1666 N | GG Force (Z) 1 | -16.3576 N | Achieved (IT = 73) | 5.21348 N | -16.2916 N | GG Max Static Pres | 101425 Pa | Achieved (IT = 73) | 9.21711 Pa | 101425 Pa | GG Min Static Pres | 101258 Pa | Achieved (IT = 73) | 16.0468 Pa | 101257 Pa |
| Name | Current Value | Progress | Criterion | Averaged Value | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equation Goal 1 | -0.0234367 N | Achieved (IT = 73) | 0.0074697 | -0.0233421 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Force (X) 1 | -0.291315 N | Achieved (IT = 119) | 0.0869394 | 0.301917 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Force (Y) 1 | 2.96115 N | Achieved (IT = 73) | 1.16576 N | 3.1666 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Force (Z) 1 | -16.3576 N | Achieved (IT = 73) | 5.21348 N | -16.2916 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Max Static Pres | 101425 Pa | Achieved (IT = 73) | 9.21711 Pa | 101425 Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GG Min Static Pres | 101258 Pa | Achieved (IT = 73) | 16.0468 Pa | 101257 Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Pada hasil aerodinamis body desain alternatif 1 dengan bahan carbon memiliki koefisien drag sebesar -0.026 N dengan kecepatan 30 km/h, gaya drag (*Drag Force*) sebesar -18.532 N, dan *pressure* minimum sebesar 101280 Pa dan *pressure* maksimum sebesar 101369 Pa. Pada hasil aerodinamis body desain alternatif 2 dengan bahan carbon memiliki koefisien drag sebesar 0.60 N dengan kecepatan 30 km/h, gaya drag (*Drag Force*) sebesar 43.3471 N, dan *pressure* minimum sebesar 101265 Pa dan *pressure* maksimum sebesar 101636 Pa. Pada hasil aerodinamis body desain alternatif 3 dengan bahan carbon memiliki koefisien drag sebesar -0.023 N dengan kecepatan 30 km/h, gaya drag (*Drag Force*) sebesar -16.3576 N, dan *pressure* minimum sebesar 101258 Pa dan *pressure* maksimum sebesar 101422 Pa.

3.3.2 Analisis Biaya

Analisis biaya digunakan untuk mengetahui biaya yang akan dikeluarkan untuk pembuatan mobil seperti pembelian alat dan bahan, perlengkapan mekanik, dan perlengkapan elektrik, berikut merupakan analisis biaya desain alternatif mobil urban Uev-15 Trisula, dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7 Analisis Biaya

| No | Indikator | Alternatif 1 | Alternatif 2 | Alternatif 3 |
|----|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Perlengkapan Body dan Chasis | Rp. 35.932.800 | Rp. 36.561.000 | Rp. 50.401.000 |
| 2 | Perlengkapan Mekanik | Rp. 5.991.300 | Rp. 5.991.300 | Rp. 5.754.000 |
| 3 | Perlengkapan Elektrik | Rp. 29.130.500 | Rp. 29.130.500 | Rp. 29.130.500 |
| | Total | Rp. 71.054.600 | Rp. 71.682.800 | Rp. 85.286.400 |

Bedasarkan hasil analisis biaya dari perlengkapan body, chasis, perlengkapan mekanik, dan perlengkapan elektrik didapatkan total biaya alternatif 1 sebesar Rp. 71.054.600, alternatif 2 Rp. 71.682.800, dan alternatif 3 sebesar Rp. 85.286.400.

3.4 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan tahapan untuk mencari performasi desain alternatif dan *value* dalam menentukan alternatif desain yang terpilih (Ulya, Wasilah and Faridz, 2020). Value didapatkan dari perbandingan performasi yang dihasilkan dengan biaya yang dikeluarkan, dan nilai alternatif desain yang besar menjadi alternatif yang terpilih.

3.4.1 Perhitungan Performasi

Berikut merupakan perhitungan performasi desain awal dan desain alternatif, contoh perhitungan performasi:

$$P_n = \frac{\text{Rata-rata}}{\text{Bobot}}$$

$$P_n = \frac{3.96}{396\%}$$

$$P_n = 15.68$$

Rata-rata Performasi

$$P0 = \frac{\text{Total Performasi}}{\text{Jumlah Alternatif}}$$

$$P0 = \frac{115.51}{3}$$

$P0 = 38.50$ (Ulya, Wasilah and Faridz, 2020)

Dari hasil perhitungan performasi diatas dihasilkan dari data hasil penyebaran kuisisioner yang dibagi dengan jumlah desain alternatif. Berikut merupakan hasil perhitungan performasi dapat dilihat pada tabel 8 berikut

Tabel 8 Performasi

| No | Alternatif | Performasi |
|----|--------------|------------|
| 1 | Awal | 38.50 |
| 2 | Alternatif 1 | 52.04 |
| 3 | Alternatif 2 | 49.69 |
| 4 | Alternatif 3 | 58.42 |

Bedasarkan hasil pengukuran performasi dari hasil kuisisioner mobil urban Uev-15 Trisula, desain alternatif 1, desain alternatif 2, dan desain alternatif 3 diperoleh hasil performasi mobil urban Uev-15 Trisula sebesar 38.50, desain alternatif 1 sebesar 52.04, desain alternatif 2 sebesar 49.69, dan alternatif 3 sebesar 58.42.

3.4.2 Perhitungan Value

Perhitungan value merupakan tahap untuk menentukan nilai dari setiap alternatif, dalam menentukan nilai alternatif dengan melakukan pembagian performasi dengan biaya per alternatif. Contoh perhitungan value:

$$V = \frac{\text{Function}}{\text{Cost}}$$

$$V = \frac{38.50}{63.716.300}$$

$$V = 0.00000060$$

Dari perhitungan value diatas dapat dilihat hasil value setiap alternatif pada tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9 Perhitungan Value dan Perangkingan

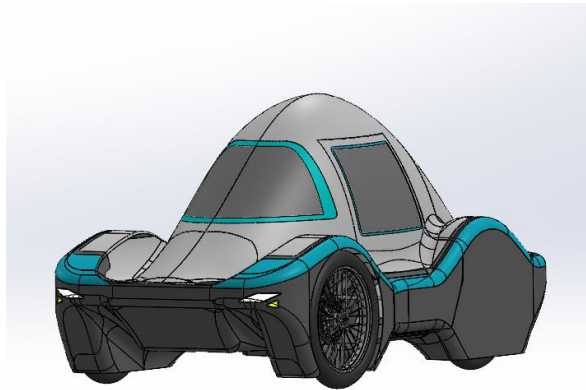
| No | Alternatif | Performasi | Biaya (Rp) | Value | Ranking |
|----|--------------|------------|---------------|------------|---------|
| 1 | Awal | 38.50 | 52,549,445.57 | 0.00000060 | |
| 2 | Alternatif 1 | 52.04 | 71,054,600.00 | 0.00000082 | 2 |
| 3 | Alternatif 2 | 49.69 | 71,682,800.00 | 0.00000078 | 3 |
| 4 | Alternatif 3 | 58.42 | 85,286,400.00 | 0.00000092 | 1 |

Bedasarkan hasil perhitungan value pada mobil urban Uev-15 Trisula, desain alternatif 1, desain alternatif 2, dan desain alternatif 3 diperoleh masing

masing value pada mobil urban Uev-15 Trisula sebesar 0.00000060, desain alternatif 1 sebesar 0.00000082, desain alternatif 2 sebesar 0.00000078, dan desain alternatif 3 sebesar 0.00000092. Pada perbandingan desain alternatif ranking pertama di peroleh desain alternatif 3, ranking 2 diperoleh oleh desain alternatif 1, dan ranking 3 diperoleh desain alternatif 2.

3.5 Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi merupakan tahapan terakhir dalam Value Engineering, pada tahap ini akan merekomendasikan satu desain alternatif terpilih dari tiga desain alternatif (Irwanto, 2016). Desain alternatif yang memiliki nilai Value yang tertinggi.



Gambar 7 Desain Alternatif Terpilih

Bedasarkan hasil perhitungan value dan perbandingan alternatif desain, Desain alternatif yang memiliki nilai Value yang tertinggi adalah desain alternatif 3 dengan performansi 58.42, rencana anggaran biaya (RAB) Rp. 85.286.400, dan value 0.00000092.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Bedasarkan hasil analisa yang dilakukan pada penelitian dan pengolahan data , maka peneliti dapat menarik kesimpulan bedasarkan hasil pengolahan data sebagai berikut:

1. Bedasarkan dari hasil perancangan desain baru mobil urban uev-15 trisula dengan acuan regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon (SEM) didapatkan tiga desain alternatif, pada desain alternatif 1 memiliki spesifikasi tebal body 2 mm, jenis bahan pada body menggunakan carbon, massa body 33 kg, massa chasis 22 kg, ukuran body 2000 mm x 1200 mm x 1000 mm, ukuran pintu 800 mm x 500 mm x 2 mm, dan ukuran chasis 1800mm x 800mm x 900mm. Desain alternatif 2 memiliki spesifikasi tebal

body 2mm, jenis bahan body menggunakan carbon, massa body 37 kg, massa chasis 17.6 kg, ukuran body 1950 mm x 1200 mm x 1000 mm, ukuran pintu 800 mm x 500 mm x 2 mm, dan ukuran chasis 1530 mm x 700 mm x 900 mm. Desain alternatif 3 memiliki spesifikasi tebal body 3mm, jenis bahan body menggunakan carbon, massa body 39.16 kg, massa chasis 13.7 kg, ukuran body 2000 mm x 1200 mm x 1100 mm, ukuran pintu 800 mm x 500 mm x 2 mm, dan ukuran chasis 1700 mm x 800 mm x 900 mm.

2. Berdasarkan analisis biaya pada desain alternatif 1 memerlukan biaya perlengkapan body , chasis, perlengkapan mekanik, dan perlengkapan elektrik sebesar Rp. 71.054.600, desain alternatif 2 memerlukan biaya perlengkapan body , chasis, perlengkapan mekanik, dan perlengkapan elektrik sebesar Rp. 71.682.800, dan desain alternatif 3 memerlukan biaya perlengkapan body , chasis, perlengkapan mekanik, dan perlengkapan elektrik sebesar Rp. 85.286.400.
3. Berdasarkan pengukuran performasi desain, *value*, dan perbandingan alternatif terpilih pada desain alternatif 3 performasi 52.04, *Value* 0.00000082 dengan mendapatkan ranking 2. Desain alternatif 2 dengan performasi 49.69, *value* 0.00000078 dan mendapatkan ranking 3. Desain alternatif 3 dengan performasi.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang diberikan peneliti sebagai berikut:

1. Rancangan alternatif mobil urban Uev-15 Trisula masih bisa dikembangkan dengan menghasilkan rancangan body dan chasis lebih baik lagi.
2. Peneliti berikutnya diharapkan dapat melanjutkan tema penelitian ini dengan menambahkan metode lagi dan karakteristik dalam rancangan body dan chasis.

DAFTAR PUSTAKA

- Diputera, I.G.A. *et al.* (2018) ‘Penerapan Value Engineering (Ve) Pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement’, *Jurnal Spektran*, 6(2), pp. 210–216.
- Irwanto, A. (2016) ‘Perancangan Alat Bantu Fasilitas Kerja Operator Las dengan Prinsip Ergonomi dan Konsep Value Engineering (Studi Kasus: UD. Sumber Anyar)’, *Jurnal MATRIK*, 16(2), pp. 55–67. Available at: <https://doi.org/10.30587/matrik>.
- Ismail¹, A. and Mulyaman², D. (2021) ‘Hyundai Investment on Electric Vehicles in Indonesia: a Push and Pull Factors Analysis’, *Journal of International Studies e-ISSN.2503-443X*, 5(2), pp. 375–394. Available at: <https://doi.org/10.24198/intermestic.v5n2.11>.
- Nurchahyo, Y.E. and Wahyudi, P.L. (2021) ‘Rancang Bangun Body Fibercarbon dan Simulasi Aerodinamis dengan Ansys untuk Mobil Hemat Energi Kategori Prototype’, *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 5(2), p. 90. Available at: <https://doi.org/10.30588/jeemm.v5i2.883>.

- Sagena, M.T. *et al.* (2021) ‘Usulan Desain Kemasan Sambal Udang Menggunakan Metode Value Engineering’, *e-Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri VIII 2021*. ISBN : 978-602-60451-8-8, p. 5.
- Saleh, A. *et al.* (2022) ‘Rancang bangun rangka mesin pencacah limbah kelapa’, 16(2), pp. 1–4.
- Saputra, A.I.A., Purnomo, S.J. and Noorsetyo H.D., A. (2019) ‘Rancang bangun bodi mobil listrik urban concept berbahan fibercarbon’, *RIDTEM (Riset Diploma Teknik Mesin)*, 2(1), pp. 18–28. Available at: <http://jom.untidar.ac.id/index.php/ridtem/article/view/370/PDF>.
- Sariski, M., Ellianto, D. and Nurcahyo, Y.E. (2020) ‘Rancang Bangun dan Simulasi Pembebanan Statik pada Sasis Mobil Hemat Energi Kategori Prototype’, 4(2), pp. 53–58.
- Shell Eco Marathon, S. (2022) ‘Shell Eco-Marathon 2022 Official Rules. Chapter I’, *Shell Eco Marathon*, pp. 10–27.
- Suryady, S., Zhafran, R. and Belakang, L. (2022) ‘Concept Pada Pengaruh Koefisien Drag dan Koefisien Lift’, 24(1), pp. 74–84.
- Suwandi, A. *et al.* (2021) ‘Perancangan Produk dan Proses Manufaktur Biodigester Tipe Fixed Dome untuk Rumah Mandiri Energi’, *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 6(2), p. 285. Available at: <https://doi.org/10.31544/jtera.v6.i2.2021.285-296>.
- Teknik, F. *et al.* (2018) ‘Analisis Value Engineering Pada Plat Atap dan Pasangan Dinding (Studi Kasus : Toko Modisland Manado)’, 6(11), pp. 973–982.
- Toteles, A. and Alhaffis, F. (2021) ‘Analisis Material Kontruksi Chasis Mobil Listrik Laksamana V2 Menggunakan Software Autodesk Inventor Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan , Jurusan Teknik Mesin , Politeknik Negeri Bengkalis Email : arishtoteles99@gmail.com 30’, *Machine; Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), pp. 30–37.
- Ulya, M., Wasilah, W. and Faridz, R. (2020) ‘Pengembangan Produk Minuman Herbal Berbasis Teh Cabe Jawa (Piper retrofractum Vahl.) Menggunakan Metode Value Engineering’, *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 9(2), pp. 119–127. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2020.009.02.5>.
- Vajra, G.A., Tobing, S. and Iskandar, I. (2021) ‘Analisis Aerodinamika Bodi Mobil Hemat Energi Kelas Urban Menggunakan Simulasi Computational Fluid Dynamics’, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), p. 210. Available at: <https://doi.org/10.32497/jrm.v16i2.2552>.