

ABSTRAK

Shell Eco Marathon adalah ajang tahunan yang menantang siswa SMA dan Mahasiswa dari seluruh dunia untuk mendesain, membuat dan menguji kendaraan yang memiliki efisiensi tinggi. Pada kompetisi tahun 2012 *Event Shell Eco Marathon* dilaksanakan di Eropa (Rotterdam, Belanda), Amerika (*Discovery Green Track, Houston, Texas*), dan Asia (*Sepang International Circuit, Malaysia*). Konsep Rangka kendaraan yang akan dikompetisikan pada Shell Eco Marathon Asia pada kelas Urban Concept harus mengikuti aturan yang telah dikeluarkan oleh panitia penyelenggara Shell Eco Marathon Asia. Maka aturan pada kelas Urban Concept meliputi; desain kendaraan, dimensi Kendaraan, Body kendaraan, dan Rangka / *Body on frame*. material yang akan digunakan pada pembuatan rangka kendaraan ini menggunakan ASTM A36, kelebihan dari ASTM A36 yaitu memiliki *Weldability* yang baik dan kuat.

KATA PENGANTAR

Bissmillaahirrahmaannirraahiim,

“...Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantaramu dan orang - orang yang mempunyai ilmu pengetahuan beberapa derajat...”

(Al-Mujadilah-11)

Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir dengan segala kekuranganku. Segala syukur ku ucapkan kepadaMu karena telah menghadirkan mereka yang selalu memberi semangat dan doa disaat kutertatih. KarenaMu lah mereka ada, dan karenaMu lah tugas akhir ini terselesaikan. Hanya padaMu tempat kumengadu dan mengucapkan syukur.

Kepada.Ayah dan Ibu tersayang tugas akhir ini kupersembahkan. Tiada kata yang bisa menggantikan segala sayang, usaha, semangat, dan juga materi yang telah dicurahkan untuk penyelesaian tugas akhir putra sulungnya ini. Untuk adikku yang tercinta (Rena Puspitasari) terima kasih untuk dukungannya. Teruntuk adikku tugas akhir ini kakak persembahkan untuk jadi motivasi dan penguat semangatmu. Kakak berjanji, kakak akan membantu kamu dalam menggapai cita-cita untuk berada di bangku kuliah seperti kakak.

Dalam menyelesaikan tugas akhir, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak H. Farid Rizayana, Ir, MT. sebagai pembimbing I yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Hery Sonawan, Ir, MT. sebagai pembimbing II yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak dan Ibu dosen jurusan teknik mesin yang telah memberikan bimbingan dan pelajaran dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
4. Ayahanda dan Ibunda tercinta, adik tersayang yang telah memberikan kasih sayang, do'a serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman seperjuangan Dwi Andika Bayu, ST, Muhamad Syukur, ST, Ghani Radifan, ST, Chandra Anugrah, ST, Deden Oeky P, ST, Muhamad Ginanjar, Rosa

Ramdhan, Arif Maulana Raksadikara, ST. Yang telah bersama-sama menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Serta kepada Seluruh keluarga besarku yang kusayangi dan kucintai terima kasih atas motivasinya selama ini.
7. Semua pihak yang telah membantu Tak lupa, sahabat dan teman seperjuangan yang tak mungkin disebutkan satu persatu dan kakak tingkat (program studi teknik mesin angkatan 2007), perkuliahan akan tidak ada rasa jika tanpa kalian , pasti tidak ada yang akan dikenang, tidak ada yang diceritakan pada masa depan.

Ku ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang kiranya dapat bermanfaat untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.. Sukses buat kalian semua. Semoga Allah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.Amin.

Bandung, 10 Juni 2016

penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3. TUJUAN	3
1.4. BATASAN MASALAH	3
1.6. MANFAAT	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1. RANGKA	5
2.2. TIPE RANGKA.....	7
2.2.1. BODY ON FRAME	7
<i>Backbone tube</i>	9
<i>Perimeter Frame</i>	9
<i>Superleggera</i>	10
<i>Sub frame</i>	10
2.2.2. MONOCOQUE	11
BAB III METODOLOGI.....	12
3.1. IDENTIFIKASI MASALAH	13
3.2. PENGUMPULAN DATA / INFORMASI	13
3.3. DRAFT DESAIN	13
3.4. SIMULASI	13
3.5. OPTIMALISASI.....	13
3.6. GAMBAR KERJA / OUTPUT	14
3.7. PROTOTYPING.....	14
BAB IV KONSEP DESAIN	15
4.1 PENGEMBANGAN DESAIN	15
4.1.1 Desain pertama	15
4.1.2 Desain kedua.....	16
4.2 Pemilihan rancangan	16
4.3 SIMULASI DESAIN.....	17

4.3.1. Simulasi kekuatan.....	17
4.3.2. Perhitungan massa.....	22
4.4 PEMILIHAN DESAIN	24
4.5 OPTIMALISASI DESAIN.....	24
BAB V PROTOTYPING.....	33
5.1. GAMBAR TEKNIK	33
5.2. ANALISA PROSES.....	34
5.2.1. Pengelasan.....	35
5.2.2. Pemotongan	36
5.3. PERSIAPAN PROSES	37
5.4. PROSES <i>PROTOTYPING</i>	37
5.4.1. Pembuatan rangka bagian bawah.....	37
5.4.2. Pembuatan rangka bagian depan dan belakang	38
5.4.3. Pembuatan roll bar	39
5.4.4. Pembuatan dudukan suspensi depan dan belakang.....	40
5.5. <i>ASSEMBLY</i>	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	43
6.1. KESIMPULAN	43
6.2. SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Desain kendaraan dikelas prototype untuk kompetisi Shell Eco Marathon1

Gambar 2. 1 <i>Frame</i>	5
Gambar 2. 2 Profile C - Shaped.....	6
Gambar 2. 3 Profil boxed	6
Gambar 2. 4 <i>frame of 1956 chevrolet 1/2 ton. Shaped crossmember in background, c shaped rails and crossmember in center, and a slight arch over the axle</i>	7
Gambar 2. 5 <i>Body on frame</i>	8
Gambar 2. 6 <i>ladder frame</i>	8
Gambar 2. 7 <i>backbone tube</i>	9
Gambar 2. 8 <i>perimeter frame</i>	9
Gambar 2. 9 <i>superleggera construction</i>	10
Gambar 2. 10 <i>front subframe of vauxhall Vectra</i>	11
Gambar 2. 11 <i>Monocoque</i>	11
Gambar 4. 1. desain rangka pertama.....	15
Gambar 4. 2. desain rangka kedua.....	16
Gambar 4. 3 tegangan yang terjadi pada desain pertama	18
Gambar 4. 4 defleksi yang terjadi pada desain pertama	19
Gambar 4. 5 tegangan yang terjadi pada desain kedua.....	21
Gambar 4. 6 defleksi yang terjadi pada desain kedua	22
Gambar 4. 7 massa desain pertama.....	23
Gambar 4. 8 massa desain kedua.....	23
Gambar 4. 9 perubahan dimensi desain rangka terpilih	25
Gambar 4. 10 perubahan kompartemen pengemudi bagian depan	25
Gambar 4. 11 perubahan kompartemen pengemudi bagian belakang	26
Gambar 4. 12 posisi batang dudukan <i>mounting</i> mesin.....	27
Gambar 4. 13 posisi dudukan bagasi.....	27
Gambar 4. 14 desain final rangka.....	28
Gambar 4. 15 simulasi kekuatan desain rangka final.....	29
Gambar 4. 16 defleksi pada desain rangka final.....	30
Gambar 4. 17 perhitungan massa desain rangka final.....	31
Gambar 4. 18 faktor keselamatan rangka	32
Gambar 5. 1 tampak depan.....	33
Gambar 5. 2 tampak samping.....	33
Gambar 5. 3 tampak atas	34
Gambar 5. 4 isometri	34
Gambar 5. 5 tabel diameter elektroda vs arus	35
Gambar 5. 6 cutting wheel.....	36

Gambar 5. 7 rangka bagian bawah	38
Gambar 5. 8 bentuk sambungan pada rangka	38
Gambar 5. 9 pengelasan rangka bagian depan	39
Gambar 5. 10 rangka bagian belakang	39
Gambar 5. 11 bentuk roll bar.....	40
Gambar 5. 12 posisi dudukan arm suspensi.....	40
Gambar 5. 13 dudukan leaf spring bagian depan.....	41
Gambar 5. 14 dudukan leaf spring bagian belakang.....	41
Gambar 5. 17 chassis kendaraan.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 tabel hasil simulasi	24
Tabel 4. 2 tabel hasil simulasi rangka final	25
Tabel 5. 1 spesifikasi material.....	35
Tabel 5. 2 hasil analisa proses pengelasan.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Shell Eco Marathon adalah ajang tahunan yang menantang siswa SMA dan Mahasiswa dari seluruh dunia untuk mendesain, membuat dan menguji kendaraan yang memiliki efisiensi tinggi.



Gambar 1. 1 Desain kendaraan dikelas prototype untuk kompetisi Shell Eco Marathon

Pada kompetisi tahun 2012 *Event Shell Eco Marathon* dilaksanakan Eropa (Rotterdam, Belanda) ⁽³⁾ , Amerika (*Discovery Green Track*, Houston, Texas) ⁽⁴⁾ , dan di Asia (*Sepang Internasional Circuit*, Malaysia) ⁽⁵⁾ . Kompetisi Shell Eco Marathon dibagi menjadi dua kelas utama. Kelas yang pertama adalah kelas *Urban Concept*. Pada kelas *Urban Concept* kendaraan diharuskan mengikuti desain kendaraan roda empat pada saat ini . Dimensi kendaraan untuk kelas *Urban Concept* sesuai dengan aturan yang berlaku harus memiliki tinggi 100-130 cm, lebar 120-130 cm. Kendaraan tersebut juga harus memiliki panjang 220-350 cm. *Wheeltrack* minimal 120 cm, *Track Width* minimal 100 cm (depan) dan 80 cm (belakang) dan bobot kendaraan tanpa pengemudi maksimal 205 kg ⁽⁶⁾. Sedangkan untuk kelas *Prototype Vehicle* desain kendaraan tidak harus memiliki empat roda, dan tidak harus mengikuti desain kendaraan roda empat saat ini.

Pada kompetisi *Shell Eco Marathon* tahun 2011 tim dari *Dhurakij Pundit University* dari Thailand menjuarai kelas *Prototype* yang berbahan bakar *Ethanol*. Kendaraan tersebut mampu menempuh jarak **2213,4 km/l**. Untuk kelas *Urban*

Concept, tim dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember menjuarai kelas tersebut dengan menggunakan bahan bakar *gasoline (petrol)*.

Kendaraan dari ITS mampu menempuh jarak **149.8 km/l** ⁽⁷⁾. Berdasarkan prestasi yang telah ditorehkan oleh tim dari *Dhurakij Pundit University (Thailand)* dikelas *prototype* yang menggunakan bahan bakar *Ethanol*, dan tim dari ITS yang menjuarai kelas *Urban Concept* dengan bahan bakar *gasoline (petrol)*. Kami memutuskan untuk melakukan pengembangan berdasarkan kedua hal tersebut, sehingga *output* yang diharapkan, yaitu kami dapat mengembangkan kendaraan untuk kompetisi *Shell Eco Marathon* dikelas *Urban Concept*. Kendaraan tersebut menggunakan bahan bakar ethanol E100 dan memiliki efisiensi tinggi.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dalam pembuatan tugas akhir ini berdasarkan dari peraturan dari *shell eco marathon* tentang *frame* pada *article 26 : chassis/monocoque solidity* yang berisi tentang:

1. Tim harus memastikan bahwa *chassis* kendaraan atau *monocoque* tersebut kuat.
2. *Chassis* kendaraan harus dilengkapi oleh *roll bar* yang berukuran lebih dari 5 cm disekeliling helm pengemudi saat dalam posisi mengemudi yang normal dengan sabuk pengaman yang terpasang.
3. *Roll bar* harus lebih lebar dari bahu pengemudi saat dalam posisi mengemudi yang normal dengan sabuk pengaman yang terpasang.
4. Setiap *roll bar* harus mampu menahan beban statis sebesar 700 N (~70 kg) yang diaplikasikan pada bidang vertical, horizontal atau tegak lurus, tanpa terdeformasi.
5. *Chassis* kendaraan atau *monocoque* harus cukup lebar dan cukup panjang untuk melindungi tubuh pengendara dari benturan atau tabrakan dari arah depan atau samping.

Permasalahan yang dihadapi dalam rancang bangun rangka kendaraan *Urban Concept* untuk kompetisi *Shell Eco Marathon* adalah:

1. Bagaimana merancang *chassis* yang kuat.

2. Bagaimana merancang rangka dengan *roll bar* yang dapat menahan beban statis sebesar 700 N pada bidang vertical, horizontal dan tegak lurus dan berukuran 5 cm lebih tinggi disekeliling helm pengemudi.
3. Bagaimana merancang *chassis* kendaraan yang cukup lebar dan panjang untuk melindungi pengemudi dari benturan.

1.3. TUJUAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang dan membangun rangka kendaraan dikelsa *urban concept* untuk kompetisi *shell eco marathon* yang sesuai dengan peraturan.

1.4. BATASAN MASALAH

Agar memudahkan dalam perancangan dan pembuatan, penulis membatasi pembahasan masalah antara lain :

1. Mampu menahan beban pada sumbu X, Y, Z sebesar 700N pada *roll bar*.
2. *Roll bar* harus lebih tinggi minimal 5 cm dari kepala pengemudi saat dalam posisi mengemudi.
3. *Roll bar* harus lebih lebar dari bahu pengemudi.

1.5. METODOLOGI

1. Identifikasi masalah.
2. Pengumpulan data dari kendaraan yang telah dibuat di kelas *Urban Concept* untuk kompetisi *Shell Eco Marathon*.
3. *Draft desain*
4. Simulasi
5. Optimalisasi
6. Gambar teknik
7. *Prototyping*.

1.6. MANFAAT

Manfaat dari tugas Akhir ini adalah :

Dapat merancang dan membuat rangka kendaraan untuk kompetisi *shell eco marathon* dikelas *urban concept* dan menjadi referensi untuk pembuatan rangka kendaraan perkotaan.

BAB II DASAR TEORI

2.1. RANGKA

Rangka atau *frame* adalah struktur utama dari sebuah sasis kendaraan. Semua komponen - komponen lain yang terpasang pada rangka (*engine, suspension, steering, body, etc*) Konstruksi jenis ini di sebut *body on frame*. Pada tahun 1920 setiap kendaraan bermotor khususnya mobil meniru konstruksi rangka pada motor. Sejak saat itu, beberapa kendaraan seperti bus dan truk menggunakan konstruksi rangka *unibody* dan masih digunakan hingga sekarang. Rangka jenis ini memberikan struktur yang kuat untuk body, serta titik tumpuan yang baik untuk sistem suspensi. Ada dua jenis *frame* : *Integral Frame* (atau lebih dikenal dengan sebutan *unibody*) dan *Conventional Frame*.



Gambar 2. 1 *Frame*

Sebuah rangka konvensional pada dasarnya adalah sebuah atau dua buah frame yang disatukan. Ada tiga struktur utama pada rangka konvensional.

1. *C - shaped*
2. *Boxed*
3. *Hat*

- **C -s haped**

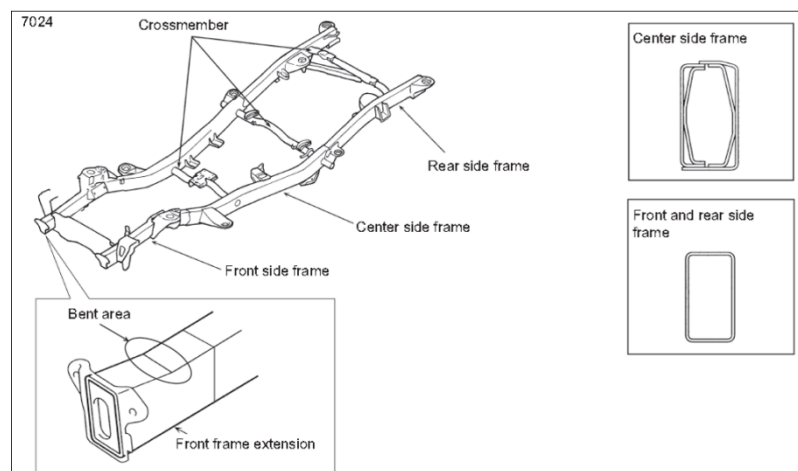
Pada umumnya, C rails telah digunakan di hampir semua jenis kendaraan. C shaped ini terbuat dari sebuah pelat baja (biasanya memiliki ketebalan antara 1/8 inci sampai 3/16 inci) dan di roll di kedua sisinya hingga melebihi ukuran panjang dari batang C shaped kendaraan.



Gambar 2. 2 Profile C - Shaped

- **Boxed**

Sebenarnya, *boxed frame* terbuat dari dua buah *c rails* yang dilas bersamaan sehingga membentuk sebuah batang persegi. Pada teknik modern menggunakan cara yang hampir sama, yaitu dengan menggunakan sebuah baja yang di bengkokkan kedua sisinya hingga bertemu lalu dilas. Untuk mendapatkan kekuatan lebih, *box frame* di las dari ujung batang hingga ujung batang yang lain (contohnya pada kendaraan Land Rover seri pertama).



Gambar 2. 3 Profil boxed

- **Hat**

Hat frame menyerupai bentuk " U " dengan bidang terbuka menghadap keatas atau terbalik. Rangka jenis ini tidak disarankan untuk struktur yang menerima beban berat dan cenderung mudah untuk berkarat, namun demikian rangka jenis ini ditemukan pada kendaraan chevrolet tahun 1936 - 1954 dan beberapa *studebaker*.

Untuk sesaat rangka ini pernah terlupakan, namun *hat frame* ini kembali populer ketika perusahaan - perusahaan mulai mengelas *hat frame* ini di bagian belakang dari kendaraan yang menggunakan rangka *unibody*, dalam membuat *boxed frame*.



Gambar 2. 4 *frame of 1956 chevrolet 1/2 ton. Shaped crossmember in background, c shaped rails and crossmember in center, and a slight arch over the axle*

2.2. TIPE RANGKA

2.2.1. BODY ON FRAME

Body on frame adalah jenis dari konstruksi kendaraan yang dimana body kendaraan dipasang secara terpisah dengan rangka. Kerangka tersebut terdiri dari sasis kendaraan, seperti komponen mekanik dan penggerak. Produksi massal pertama kendaraan menggunakan konstruksi *body on frame*, dengan kerangka menggunakan kayu. Namun setelah ditemukannya pengelasan baja, kerangka kayu pun di ganti menggunakan baja. Konstruksi *body on frame* tidak sama seperti konstruksi *monocoque*, dimana kerangka *monocoque* ini memiliki konstruksi yang lebih ringan, pada saat ini. Akan tetapi konstruksi *body on frame* masih digunakan karena desain ini lebih fleksibel dan tahan lama.

Konstruksi *body on frame* telah menjadi trend karena mampu dengan mudah mengikuti perubahan body kendaraan. Sejak sasis dan komponen

mekanik terpisah dari body kendaraan, perusahaan manufaktur kendaraan mampu mengubah desain kendaraan tanpa terlalu khawatir dengan sasis dan penggerak. Karena ongkos desain yang murah dan konstruksi yang lebih kuat.



Gambar 2. 5 *Body on frame.*

Body on frame diklasifikasikan menjadi beberapa jenis menurut konstruksi dari rangka itu sendiri.

➤ **Ladder frame**

Rangka jenis ini diberi nama sesuai dengan bentuk dari konstruksinya yang menyerupai tangga. *Ladder frame* adalah rangka yang paling simpel dan yang paling tua. Rangka ini terdiri dari dua buah batang yang sama dan di satukan dengan sebuah batang yang dilaskan. Bentuk asli dari hampir semua rangka kendaraan. *Ladder frame* telah digunakan kendaraan pada tahun 1940an sebagai rangka utama dan sekarang terlihat pada rangka utama truk.

Ketahanan batang untuk menahan beban statis dari konstruksi rangka ini sangat bagus, karena batang *continuous* dari depan hingga belakang, namun sangat buruk apabila diberi beban puntir atau di bengkokkan. Pemakaian *crossmember* yang serupa.



Gambar 2. 6 *ladder frame*

➤ **Backbone tube**

backbone chassis adalah salah satu tipe dari konstruksi sasis yang sama seperti konstruksi *body on frame*. *Backbone tube* terbentuk dari dua buah struktur *ladder* dengan ukuran yang berbeda, yang terdiri dari *tubular backbone* yang kuat (umumnya disambung dengan batang berbentuk persegi panjang) yang terhubung pada suspensi depan dan belakang. Lalu bodi ditempatkan pada struktur tersebut.



Gambar 2. 7 *backbone tube*

➤ **Perimeter Frame**

Rangka jenis ini serupa dengan *ladder frame*, namun pada bagian tengah rangka diberi batang di bagian depan dan belakang saja. Rangka ini mengikuti bagian *lower pan*. Dan oleh karena itu menjadi bagian bawah dari keseluruhan kendaraan penumpang. Rangka ini sudah umum untuk kendaraan di Amerika Serikat namun tidak di bagian dunia lain nya, sampai rangka *unibody* mulai populer dan masih digunakan sebagai rangka utama kendaraan di Amerika Serikat. Seiring mengikuti perubahan model tiap tahun yang di perkenalkan pada tahun 1950 an untuk meningkatkan penjualan, tanpa merubah ongkos struktur.

Dalam penambahan atap yang lebih rendah, *perimeter frame* ini lebih nyaman untuk posisi pengemudi dan lebih aman saat terjadi tabrakan. Akan tetapi alasan desain ini tidak digunakan oleh semua kendaraan adalah karena kurangnya kekakuan yang di akibatkan pengurangan batang dan tahanan puntir dari area transisi dari depan ke bagian tengah dan bagian tengah ke belakang, karena itu dipasang *torsion boxes* dan suspensi yang empuk.



➤ **Superleggera**

Superleggera berasal dari bahasa Italia yang berarti sangat ringan untuk konstruksi mobil balap. Konstruksi ini menggunakan tiga ukuran batang yang berbeda yang terdiri dari *cage of narrow tubes* yang berada di sebelah bagian bawah bodi, spatbor dan melebihi radiator, *cowl*, atap dan di bawah jendela belakang; rangka ini menyerupai struktur *geodesic*. Bodi yang tidak mendapat *stress-bearing* ditempatkan di bagian luar dari rangka dan rangka ini biasanya terbuat dari aluminium.



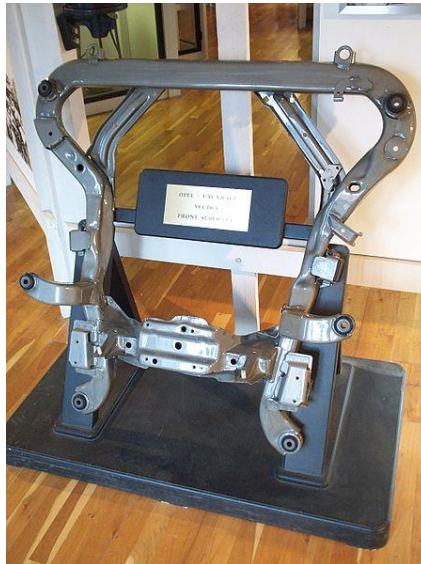
Gambar 2. 9 *superleggera construction*

➤ **Sub frame**

Sub frame atau *stub frame* adalah bagian dari *box frame* yang ditempatkan pada *unibody*. Terutama dapat dilihat dibagian depan dan bagian belakang dari kendaraan, namun seringkali digunakan pada bagian belakang kendaraan. Pada bagian belakang dan depan kendaraan dipasang suspensi dan mungkin juga mesin dan transmisi.

Sub frame adalah komponen struktural pada kendaraan seperti pada mobil dan pesawat terbang, yang memiliki ciri seperti, struktur yang terpisah tidak lebih besar dari *bodi on frame* atau *unibodi* untuk membawa beberapa komponen, seperti mesin, sistem penggerak, atau suspensi. *Sub frame* ini di

baut atau dilaskan pada kendaraan. Ketika di pasang menggunakan baut, biasanya dilengkapi dengan *rubber bushing* atau pegas pada *dampen vibration*.



Gambar 2. 10 front subframe of vauxhall Vectra

2.2.2. MONOCOQUE

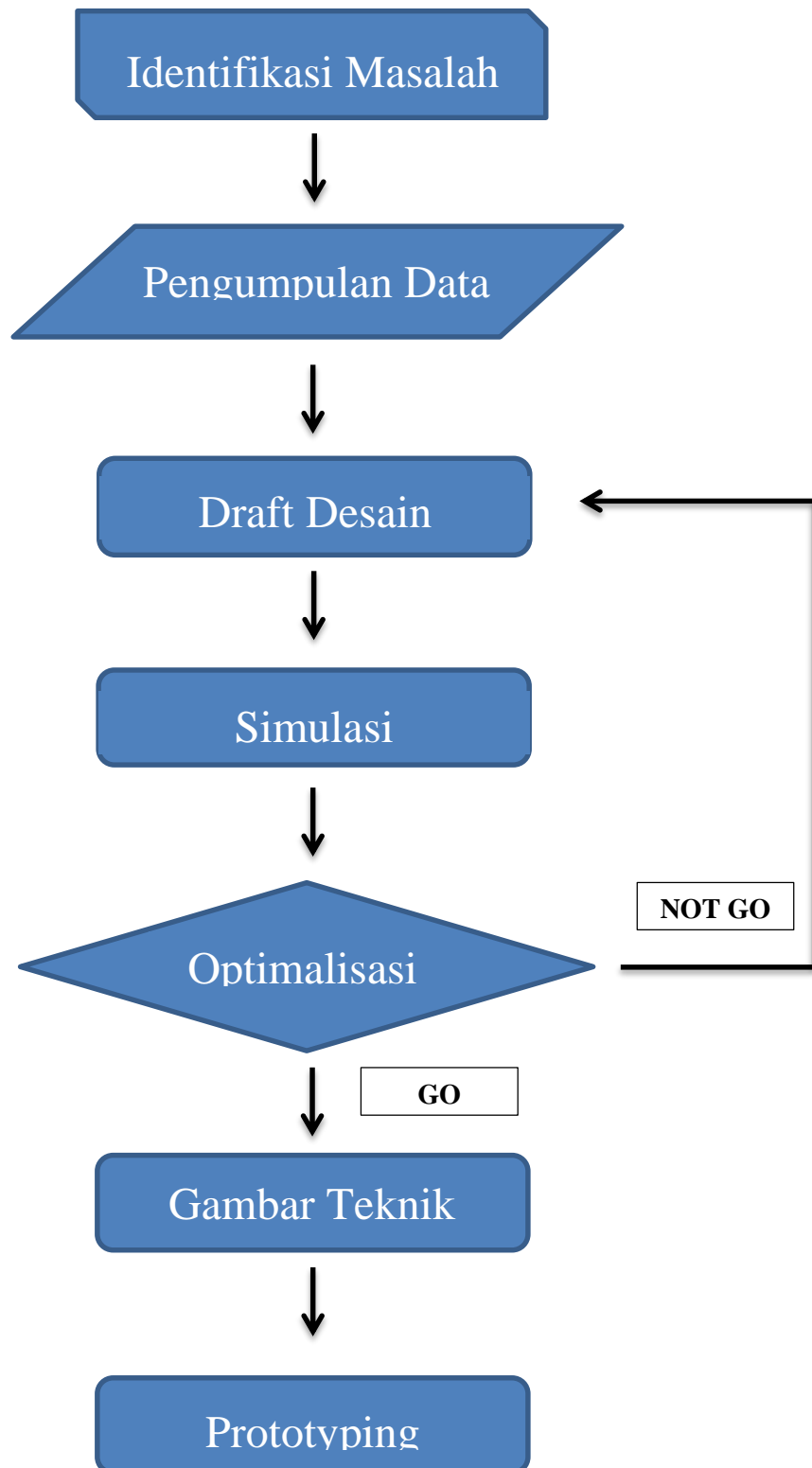
Monocoque berasal dari bahasa perancis “mono” single dan “coque” shell. Konstruksi dari monocoque ini adalah dengan menggunakan kulit luar untuk memberi kekuatan lebih untuk menahan beban. Beban dapat tersebar dengan baik pada seluruh rangka karena tidak ada lubang yang dapat mengakibatkan beban terkonsentrasi di bandingkan dengan konstruksi yang lebih kuno yaitu body di baut pada rangka. Namun konstruksi monocoque ini memiliki ongkos desain dan manufaktur yang lebih sulit dan mahal dibanding kan dengan konstruksi body on frame.



Gambar 2. 11 Monocoque.

BAB III

METODOLOGI



3.1. IDENTIFIKASI MASALAH

Pada tahapan ini, hal yang dilakukan adalah mencari tahu permasalahan apa saja yang akan dihadapi pada saat perancangan dan pembuatan rangka kendaraan *urban concept*. Identifikasi masalah dilakukan untuk memudahkan pengerjaan tugas akhir, agar permasalahan yang akan dihadapi menjadi jelas dan langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan tersebut akan lebih mudah.

3.2. PENGUMPULAN DATA / INFORMASI

Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan informasi, informasi yang dikumpulkan dapat berasal dari kompetisi itu sendiri, selain itu informasi dapat berasal desain-desain rangka kendaraan pada umumnya dan dari rangka-rangka kendaraan *urban concept* yang sebelumnya.

3.3. DRAFT DESAIN

Setelah indentifikasi masalah dan pengumpulan informasi selesai, maka proses selanjutnya adalah membuat draft desain rangka kendaraan *urban concept shell eco marathon*. Draft desain rangka ini bukanlah konsep final dari rangka, melainkan draft dari desain rangka yang dapat dirubah. Draft desain yang akan dibuat berjumlah tiga buah.

3.4. SIMULASI

Setelah ketiga draft desain dibuat, selanjutnya masing – masing dari draft desain itu disimulasikan menggunakan software *solidworks* hingga didapatkan desain terpilih. Simulasi yang dilakukan adalah tentang kekuatan (strength) dan kestabilan (balance). Kekuatan tergantung pada rancangan gambar dan pemilihan material rangka, kestabilan tergantung pada simulasi dari suspense depan dan belakang.

3.5. OPTIMALISASI

Setelah didapatkan draft desain yang terpilih, maka langkah selanjutnya adalah optimalisasi dari draft desain tersebut. Optimalisasi yang dilakukan adalah mengenai bobot kendaraan, dimensi kendaraan, dan tentunya cost/ongkos dari pembuatannya. Namun tidak mempengaruhi dari kekuatan dan kestabilan dari draft desain rangka itu sendiri. Apabila terjadi kendala saat optimalisasi draft desain tersebut, draft desain yang terpilih akan di tinjau ulang hingga tercapai optimalisasi desain yang maksimal.

3.6. GAMBAR KERJA / OUTPUT

Setelah didapatkan optimalisasi yang maksimal dari draft desain maka langkah selanjutnya adalah detailing gambar atau membuat gambar kerja dari desain rangka. Gambar kerja ini adalah output dari seluruh langkah yang telah dilakukan dan agar desain rangka tersebut dapat dibuat *prototype* nya.

3.7. PROTOTYPING

Setelah semua langkah dalam perancangan, pemilihan rangka selesai dan gambar kerja selesai langkah selanjut nya adalah prototyping. Prototyping adalah langkah dalam pembuatan rangka, sesuai dengan hasil output dari rancangan.

BAB IV

KONSEP DESAIN

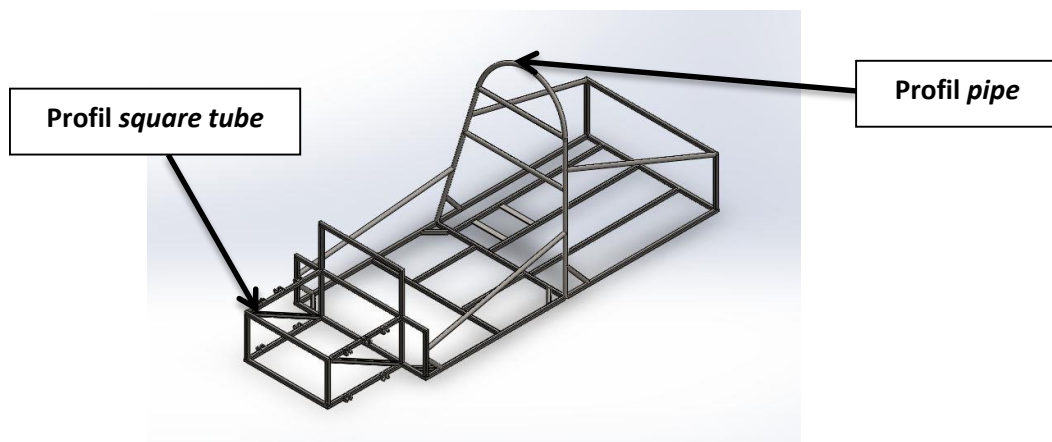
Konsep rangka untuk kendaraan *urban concept shell eco marathon* ini menggunakan konsep *body on frame* dimana rangka dan body dari kendaraan tidak menyatu atau terpisah. Namun untuk desain dari rangka itu sendiri dibuat sebanyak tiga buah.

4.1 PENGEMBANGAN DESAIN

Setelah mendapatkan data-data dan informasi yang dibutuhkan dan konsep yang akan digunakan langkah selanjutnya adalah pengembangan desain, dimana pengembangan desain ini akan dibuat sebanyak dua buah.

4.1.1 Desain pertama

Konsep desain rangka yang pertama ini menggunakan dua buah profil baja yang berbeda, yaitu profil *square tube* dan *pipe*. Seperti gambar dibawah ini.

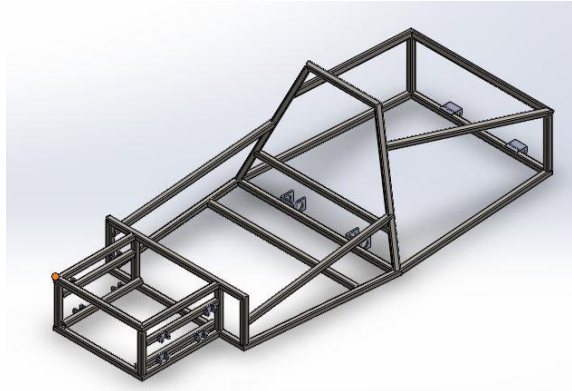


Gambar 4. 1. desain rangka pertama.

Pada rangka bagian bawah digunakan profil *square tube* karena profil tersebut lebih mudah dalam proses pengerjaannya, sedangkan pada bagian *main roll hoop* digunakan profil *pipe*, profil tersebut dapat menahan beban lebih baik karena beban yang terdistribusi tidak ada yang terkonsentrasi. Selain itu pada *main roll hoop* dibuat radius. Pada desain rangka pertama ini kendaraan tidak menggunakan suspensi belakang, melainkan hanya ditumpu oleh bearing yang ditempatkan pada batang.

4.1.2 Desain kedua

Desain rangka yang ketiga tetap menggunakan baja dengan profil *square tube* untuk keseluruhan bagian, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4. 2. desain rangka kedua

Pada desain rangka ketiga, terjadi perubahan yang cukup banyak dari desain pertama. Yaitu:

1. Pada rangka bawah dibuat bertingkat, perubahan pada rangka bawah bagian belakang ditujukan untuk mengurangi tinggi dari kendaraan dengan mengubah dudukan pada *leaf spring*.
2. Pada main *roll hoop* dibuat sudut dan menggunakan *profil square tube*.
3. Pada bagian depan terjadi perubahan pada *track width* kendaraan, bagian depan rangka dipotong untuk mengurangi dimensi dari *track width* sehingga pada kompartemen pengemudi dibuat menyudut karena saat berbelok ban menyentuh bagian tengah dari rangka atau pada kompartemen pengemudi.

4.2 Pemilihan rancangan

Setelah kedua desain rangka dibuat, langkah selanjutnya adalah pemilihan rancangan. Untuk kriteria pemilihan rancangan ada tiga kriteria utama, yaitu:

- a. *Weight* atau berat

Kriteria berat adalah kriteria yang penting dalam pemilihan desain rangka. Semakin ringan rangka kendaraan maka efisiensi dari bahan bakar akan meningkat karena energy yang dibutuhkan untuk menggerakkan kendaraan akan berkurang.

b. Kemampuan menahan beban

Selain berat, kemampuan rangka dalam menahan beban pun sangat penting. Pada *rules shell eco marathon 2012 article 26 d (vehicle desain)* tercantum batas minimum beban yang harus ditahan oleh *roll bar*.

c. Dimensi

Kriteria dimensi menjadi salah satu dari kriteria pemilihan rancangan, kriteria ini sudah diatur oleh *rules shell eco marathon 2012 article 45 f (dimensions)*. Sehingga kriteria ini wajib terpenuhi pada rancangan rangka.

4.3 SIMULASI DESAIN

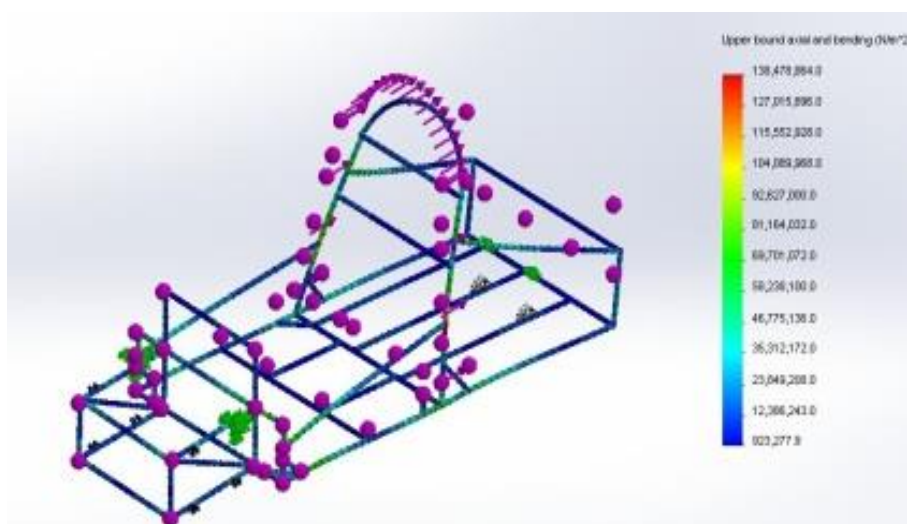
Simulasi desain dilakukan untuk mendapatkan rancangan desain yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Simulasi desain ini dilakukan menggunakan *software solidworks*. *Software* ini dapat menunjang dalam perhitungan kekuatan rangka dalam menahan beban, perhitungan massa total rangka dan dapat membantu dalam proses editing dimensi dari rangka.

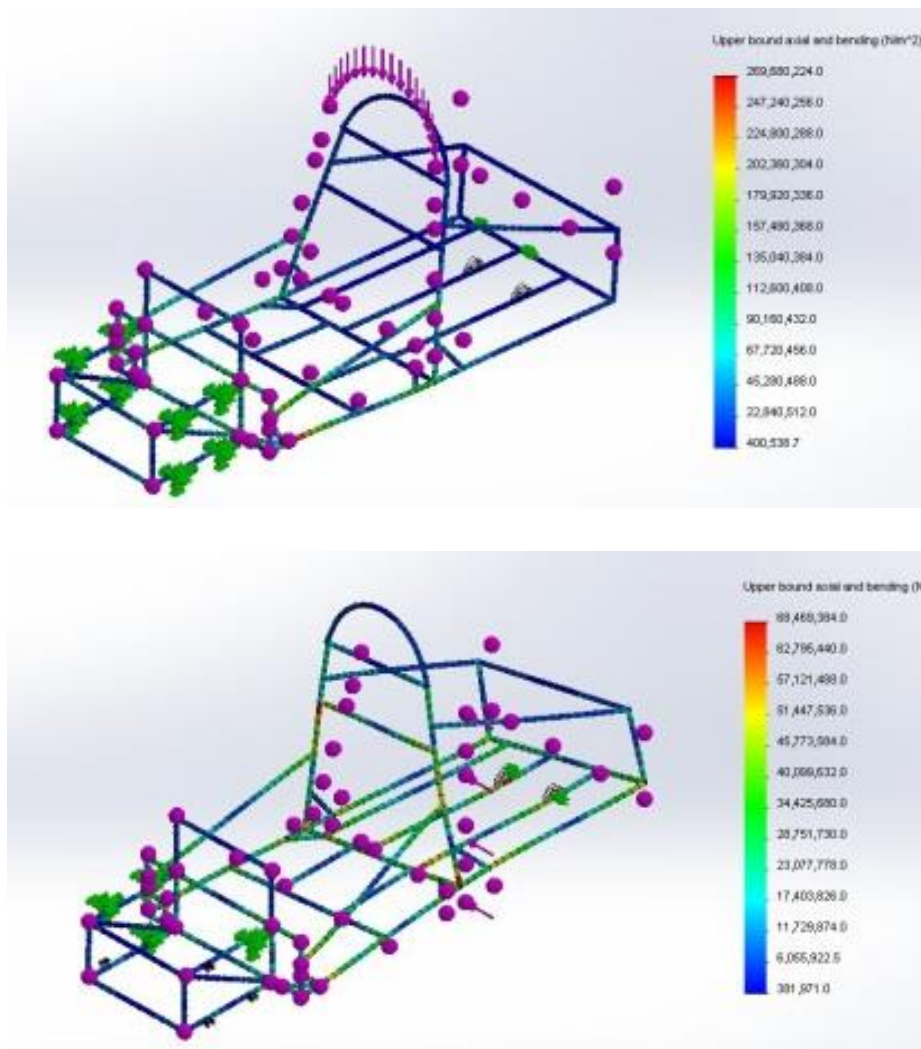
4.3.1. Simulasi kekuatan

Simulasi kekuatan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan rancangan desain dalam menahan beban sesuai dengan kriteria dari *shell eco marathon rules 2012 article 26 d (vehicle desain)*

a. Simulasi desain pertama

- Tegangan yang terjadi

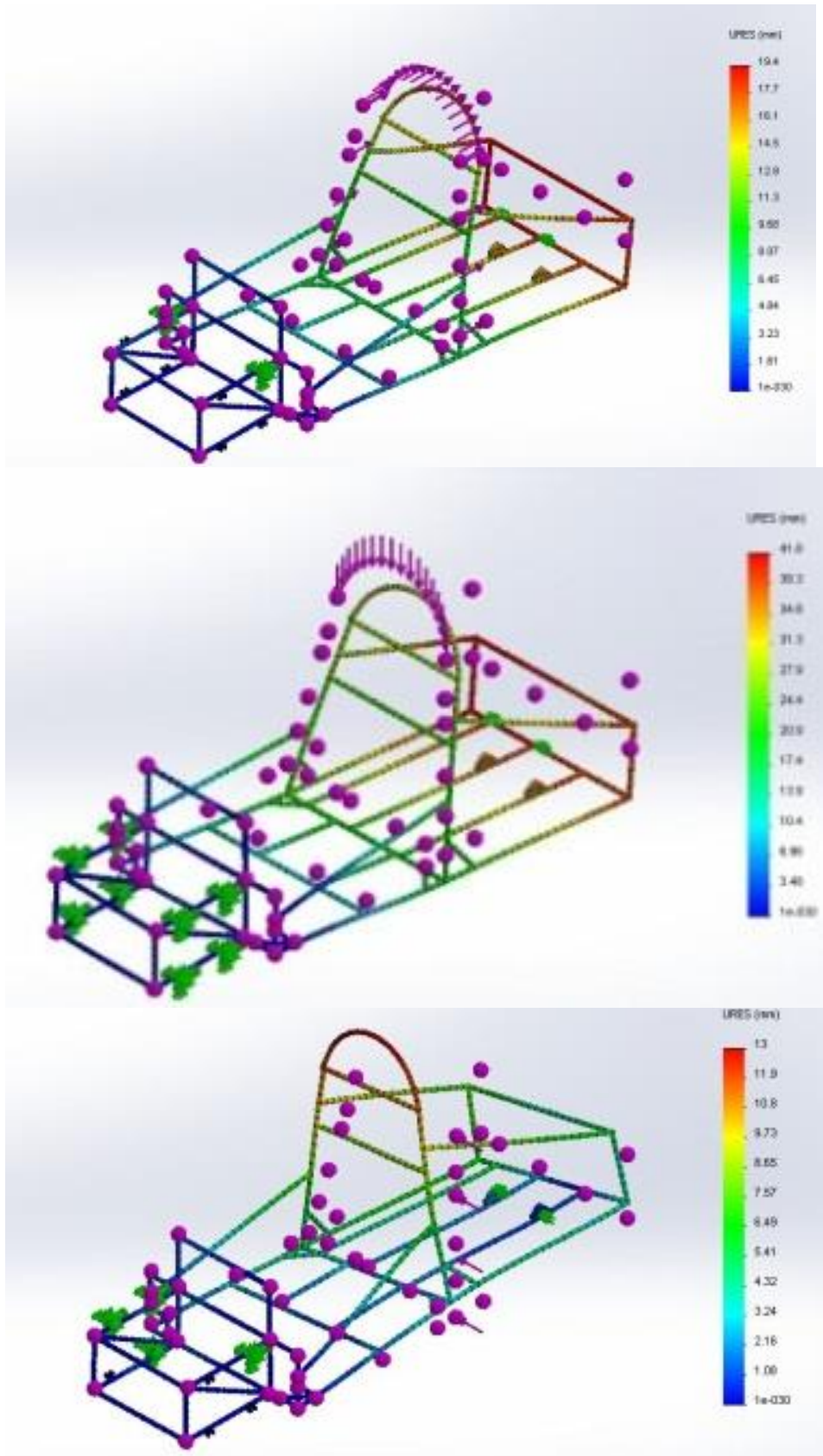




Gambar 4. 3 tegangan yang terjadi pada desain pertama

Dari hasil simulasi tegangan area yang diberi tanda panah berwarna agak kemerahan menunjukan bahwa tegangan maksimum terjadi pada area tersebut. Sebaliknya pada area yang tegangan nya tidak terlalu besar akan ditunjukan dengan warna biru. Dari ketiga arah gaya, nilai tegangan terbesar terdapat saat beban diberikan pada arah vertikal (Y) dengan maksimum tegangan **48 MPa**, sedangkan pada arah horizontal (Z) dan tegak lurus (X) tegangan maksimumnya masing – masing adalah **169.5 MPa** dan **74.5 MPa**.

➤ Defleksi

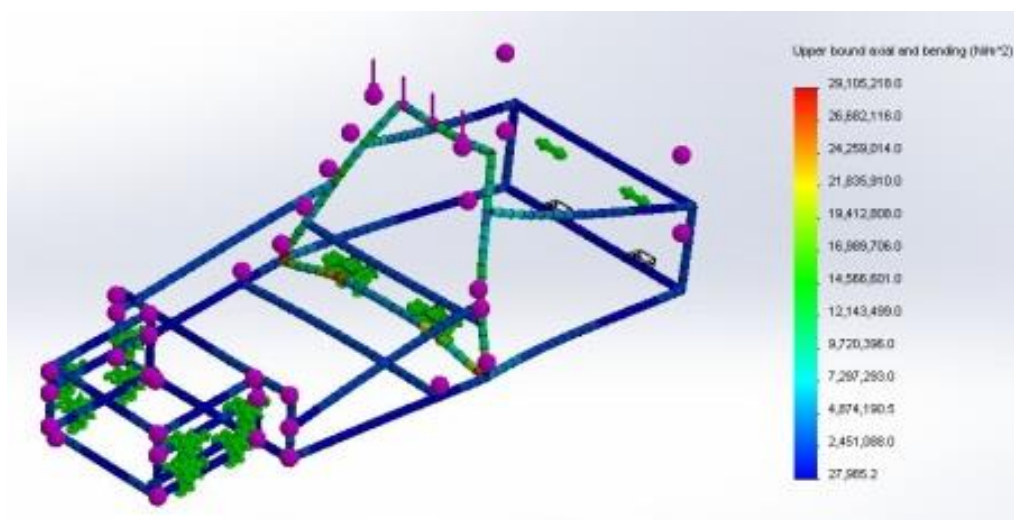
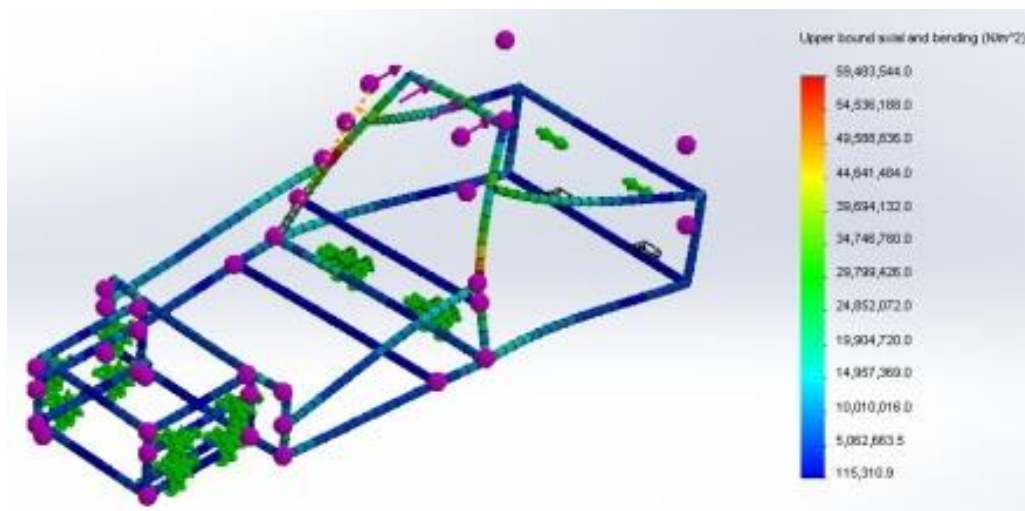


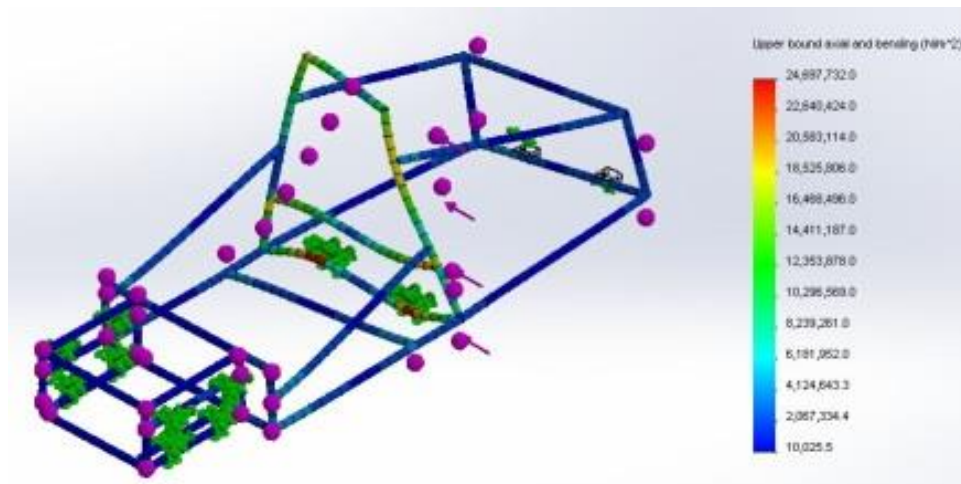
Gambar 4. 4 defleksi yang terjadi pada desain pertama

Dari hasil simulasi defleksi, seperti pada hasil simulasi tegangan area yang terdefleksi paling besar ditunjukkan dengan warna merah. Dari masing – masing arah gaya memiliki nilai defleksi yang berbeda. Untuk arah gaya (X) nilai maksimum defleksinya 14 mm, arah gaya (Y) nilai maksimum defleksinya 2 mm, arah gaya (Z) nilai maksimum defleksinya 6 mm.

b. Simulasi desain kedua

➤ Tegangan yang terjadi

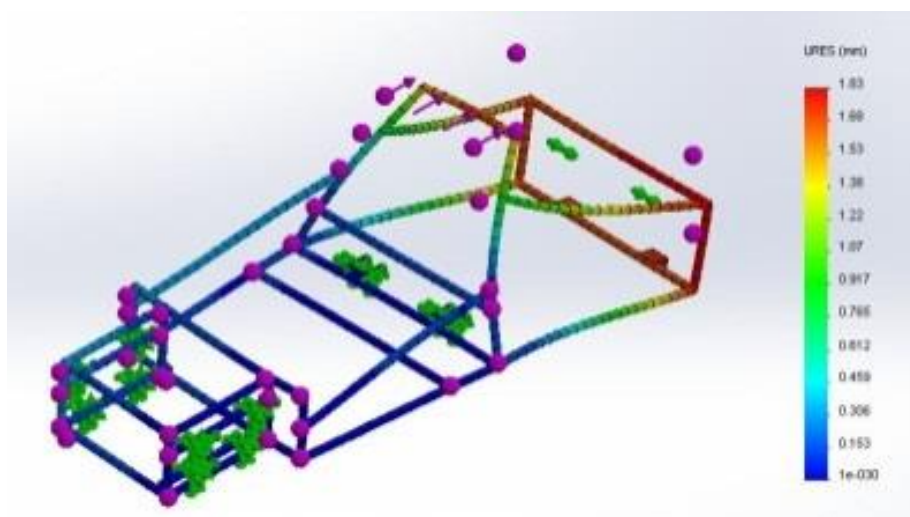


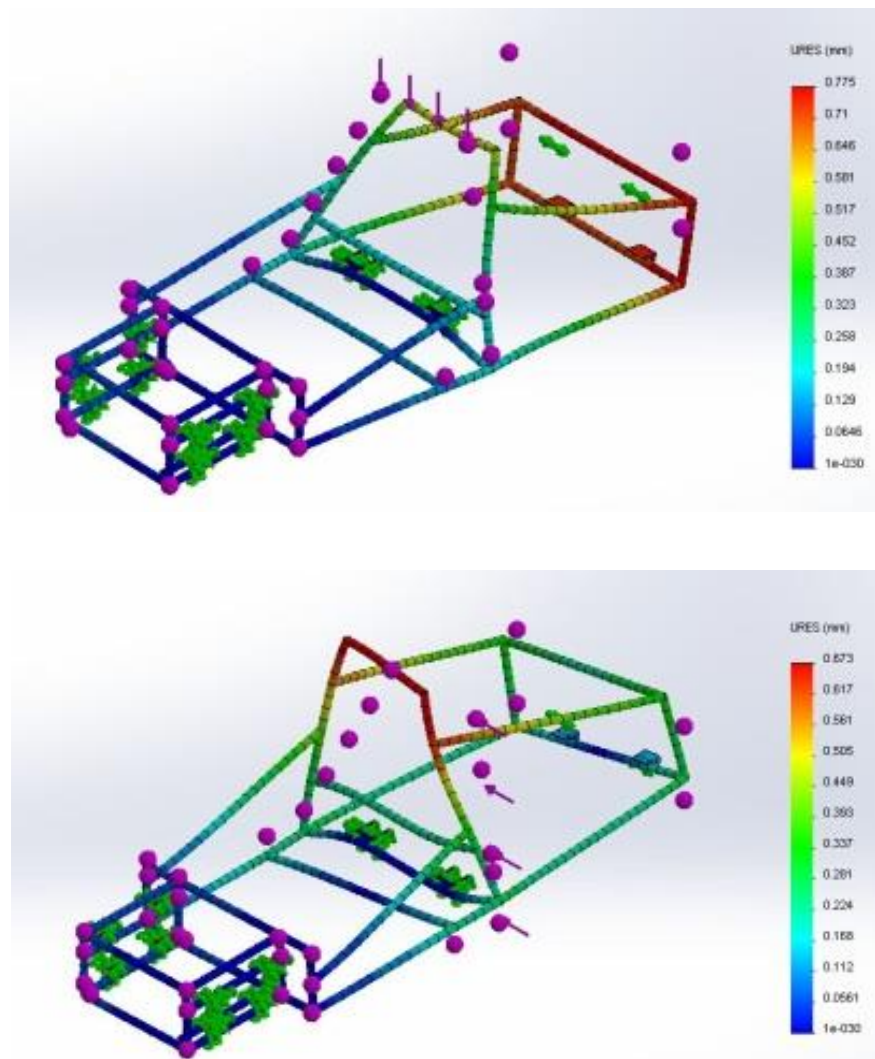


Gambar 4. 5 tegangan yang terjadi pada desain kedua

Dari hasil simulasi tegangan area yang diberi tanda panah berwarna agak kemerahan menunjukan bahwa tegangan maksimum terjadi pada area tersebut. Sebaliknya pada area yang tegangan nya tidak terlalu besar akan ditunjukkan dengan warna biru. Dari ketiga arah gaya, nilai tegangan terbesar terdapat saat beban diberikan pada arah vertikal (Z) dengan maksimum tegangan 39 MPa, sedangkan pada arah horizontal (Y) dan tegak lurus (X) tegangan maksimumnya masing – masing adalah 27 MPa dan 26.6 MPa.

➤ Defleksi





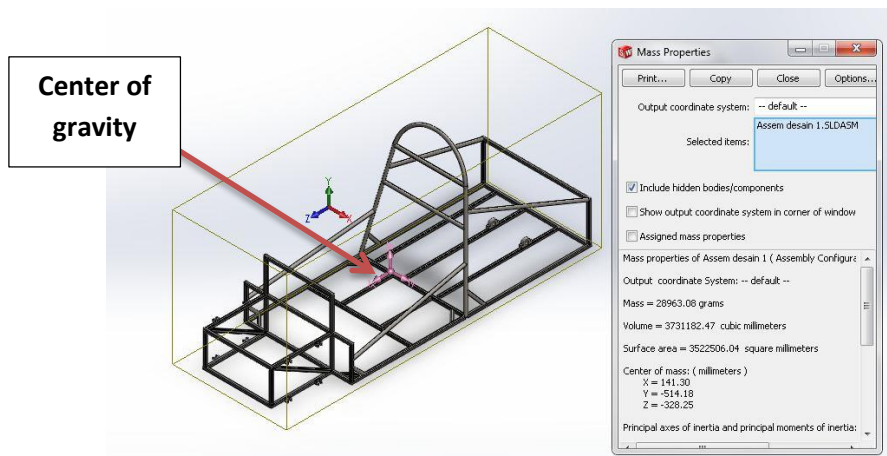
Gambar 4. 6 defleksi yang terjadi pada desain kedua

Dari hasil simulasi defleksi, seperti pada hasil simulasi tegangan area yang terdefleksi paling besar ditunjukkan dengan warna merah. Dari masing – masing arah gaya memiliki nilai defleksi yang berbeda. Untuk arah gaya (X) nilai maksimum defleksinya **1.27** mm, arah gaya (Y) nilai maksimum defleksinya **0.7** mm, arah gaya (Z) nilai maksimum defleksinya **2.8** mm.

4.3.2. Perhitungan massa

Perhitungan massa dilakukan untuk mengetahui berat total dari tiap rancangan dalam satuan kg. mengetahui berat dari rangka adalah salah satu kriteria yang penting dan harus dilakukan agar output yang diharapkan yaitu efisiensi yang tinggi dapat tercapai karena semakin ringan sebuah kendaraan maka konsumsi bahan bakar akan berkurang.

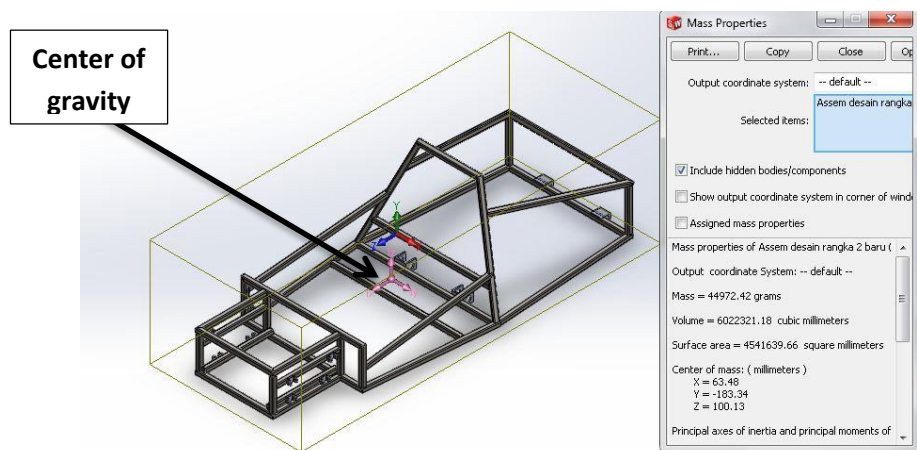
a. Massa desain pertama



Gambar 4. 7 massa desain pertama

Dari hasil perhitungan massa yang dilakukan oleh *software solidworks* dengan material ASTM A36 yang memiliki massa jenis 7800 kg/m^3 dan dengan profil material *square tube 20x20x1.6* dan *pipe 21.3x2.3* didapat massa total nya adalah 29 kg.

b. Massa desain kedua



Gambar 4. 8 massa desain kedua

Dari hasil perhitungan massa yang dilakukan oleh *software solidworks* dengan material ASTM A36 yang memiliki massa jenis 7850 kg/m^3 dan dengan profil material *square tube 30x30x2* didapat massa total nya adalah 45 kg.

4.4 PEMILIHAN DESAIN

Setelah seluruh desain dibuat dan dihitung kekuatan serta massanya, hal selanjutnya adalah pemilihan desain menurut kriteria yang telah ditentukan. Dari kedua desain yang telah dibuat masing – masing desain memiliki hasil yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Desain	Stress (MPa)			Displacement (mm)			Massa (Kg)
	X	Y	Z	X	Y	Z	
Pertama	74.5	48	169.5	14	2	6	29
Kedua	26.6	27	39	1.27	0.7	2.8	45

Tabel 4. 1 tabel hasil simulasi

Maka, menurut hasil dari simulasi ditetapkan rancangan desain yang terpilih adalah rancangan desain yang **kedua**. Karena rancangan kedua mampu menahan beban lebih baik dan defleksinya pun lebih kecil dari rancangan desain yang pertama. Walaupun pada rancangan desain yang pertama memiliki bobot yang lebih ringan, namun defleksinya terlalu besar.

4.5 OPTIMALISASI DESAIN

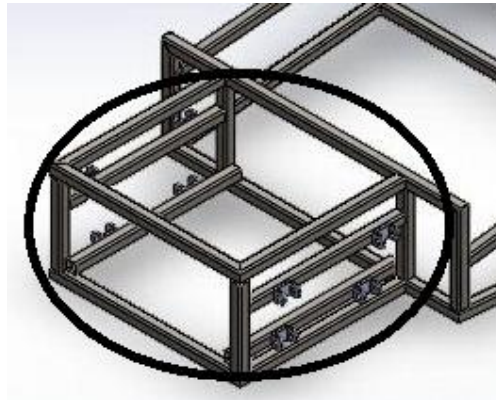
Optimalisasi desain adalah meng-optimalkan desain dari rangka yang terpilih untuk mendapatkan dimensi, kekuatan dan defleksi yang lebih baik. Optimalisasi desain dilakukan menggunakan acuan dari *shell eco marathon rules* agar optimalisasi desain tidak menyimpang dari aturan. Selain dari itu, optimalisasi desain dilakukan untuk mendapatkan posisi pengemudi yang nyaman, dudukan mesin yang tepat dan suspensi yang stabil.

Langkah pertama optimalisasi desain adalah meninjau ulang *shell eco marathon rules*. Setelah ditinjau ulang terdapat beberapa bagian rangka yang harus dirubah dan ditambahkan karena masalah dimensional dari aturan dan part bodi. Bagian” yang dirubah adalah:

1. *Mounting arm double wishbone*

Pada bagian *mounting arm double wishbone* masalah yang terjadi adalah dimensi dari *track width* dari roda bagian depan terlalu lebar dari peraturan yang berlaku. Maka pada bagian ini, rangka tempat *mounting arm*

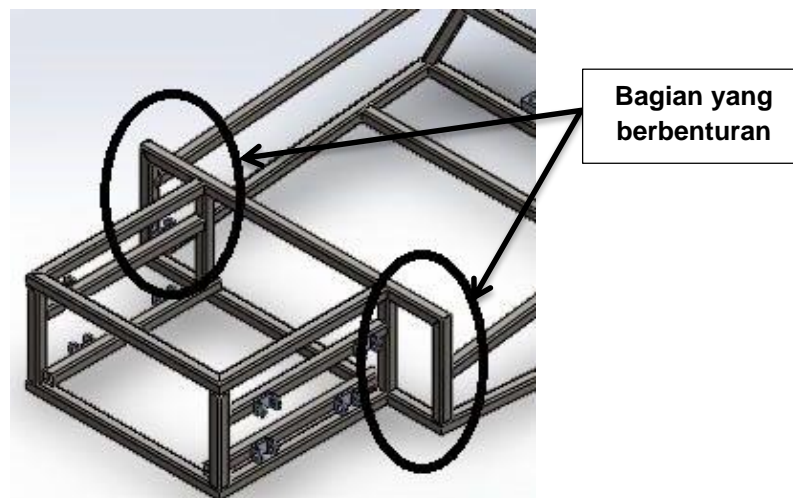
bertumpu diperpendek dari ukuran desain awal, seperti pada gambar disamping.



Gambar 4. 9 perubahan dimensi desain rangka terpilih

Bagian yang dilingkari adalah bagian yang diperpendek. Dimensi awal pada bagian tersebut adalah 530 mm. Perpendekan dari bagian tersebut sebesar 100 mm, sehingga dimensi akhirnya adalah 430mm.

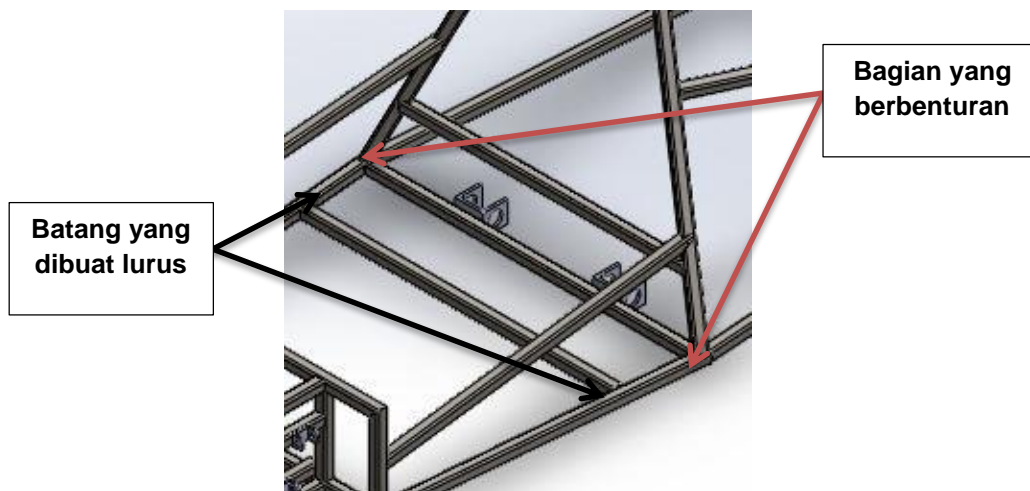
Namun itu menimbulkan masalah baru yaitu ban berbenturan dengan bagian depan kompartemen pengemudi, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 10 perubahan kompartemen pengemudi bagian depan

2. Kompartemen pengemudi

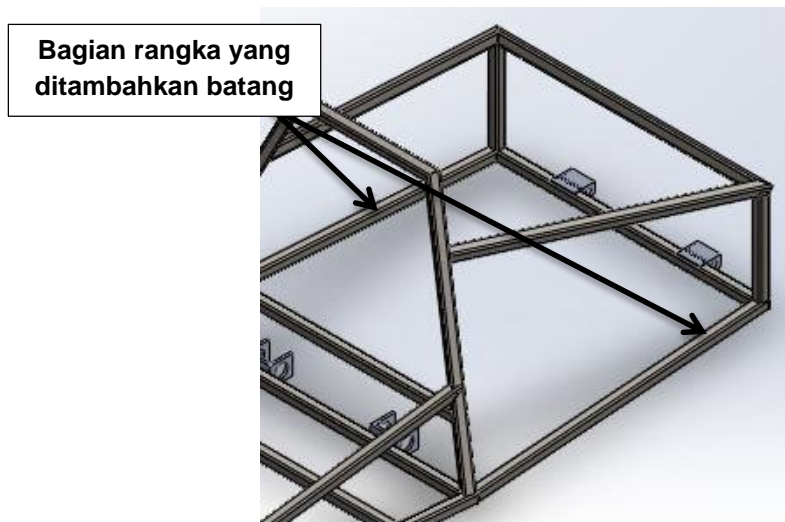
Selain bagian *mounting arm mounting arm* yang diperpendek, pada bagian kompartemen pengemudi juga diperpendek. Hal ini dikarenakan saat proses assembly dengan bodi oleh *software solidworks*, lebar kompartemen pengemudi bawah bagian belakang terlalu lebar dan berbenturan dengan bodi saat di assembly karena bentuknya yang melebar kebagian belakang. Oleh karena itu bagian tersebut dibuat lurus agar bagian tersebut tidak berbenturan. Bagian yang dirubah dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 11 perubahan kompartemen pengemudi bagian belakang

3. Dudukan *mounting* mesin

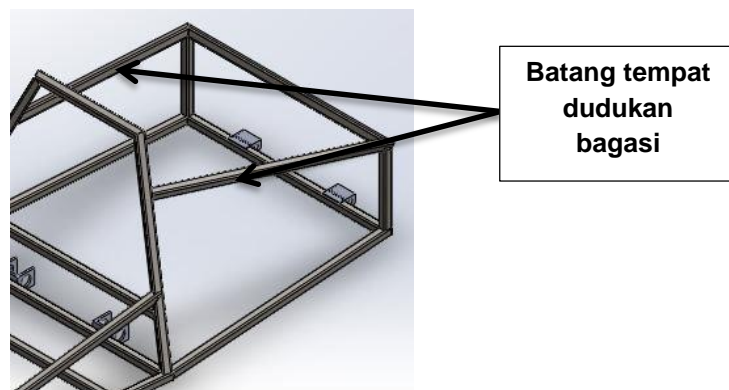
Pada desain awal, dudukan mesin akan ditempatkan pada *leaf spring* namun beban mesin dudukannya akan mempengaruhi fungsi dari *leaf spring* itu sendiri. Maka pada rangka bagian belakang ditambahkan batang memanjang sebagai dudukan untuk *mounting* mesin, sehingga mesin tidak bertumpu pada *leaf spring*. Bagian rangka yang ditambahkan batang memanjang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 12 posisi batang dudukan *mounting* mesin

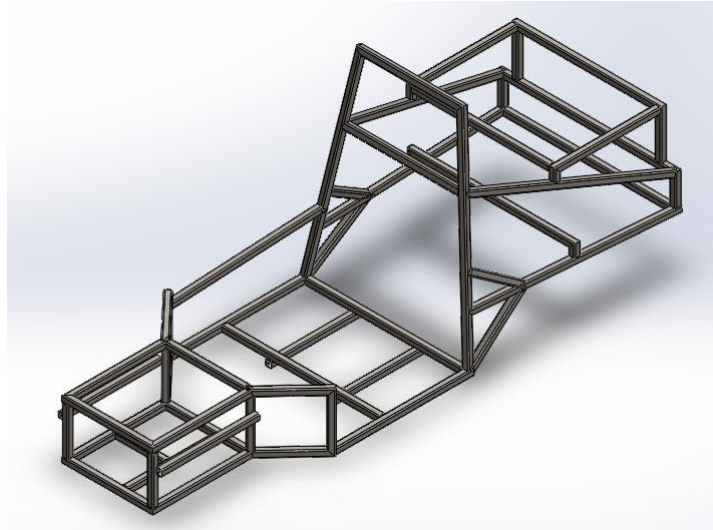
4. Dudukan bagasi

Pada peraturan *shell eco marathon* kendaraan diharuskan memiliki bagasi dengan dimensi 500x400x200 mm. maka pada rangka bagian belakang dibuat dudukan untuk bagasi dan bak kendaraan, karena konsep kendaraan adalah *semi truck* sehingga memiliki bak pengangkut pada bagian belakang kendaraan. Dudukan bagasi ditepatkan pada rangka atas bagian belakang. Seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 13 posisi dudukan bagasi

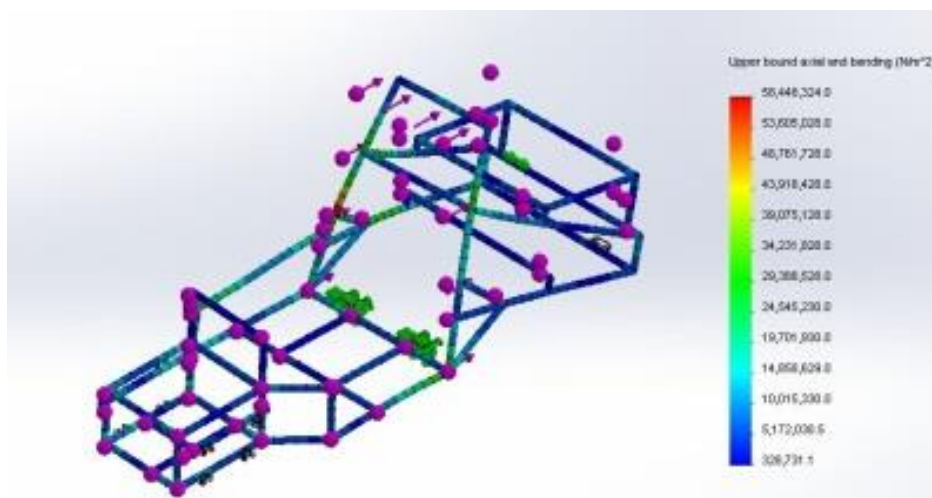
Setelah seluruh bagian pada desain rangka diperbaiki, maka didapat desain akhir atau desain *final* yang selanjutnya akan didetailkan dan dibuat *prototype* nya. Gambar desain akhir dari rangka adalah seperti pada gambar berikut.

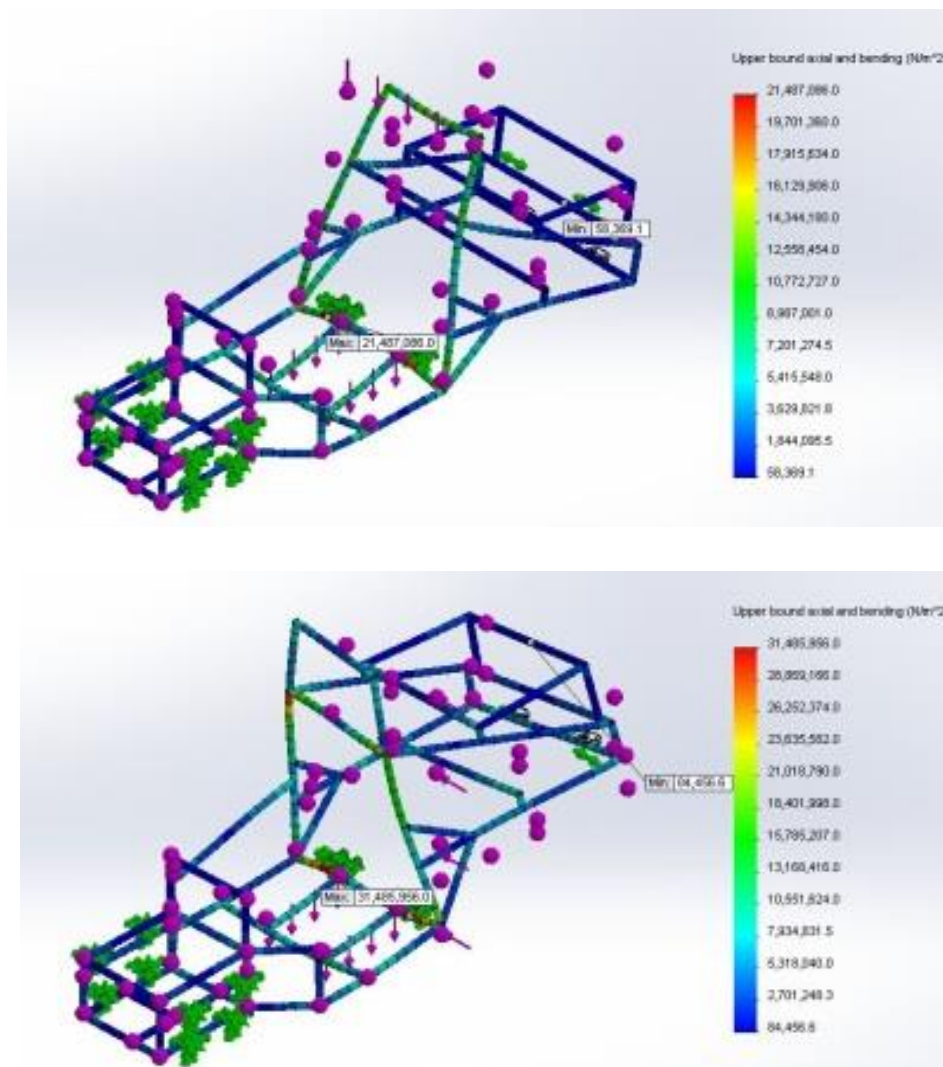


Gambar 4. 14 desain final rangka

Desain rangka final diatas akan dibuat detail gambar berupa gambar kerja yang akan menjadi acuan dalam pembuatan *prototype* rangka. Namun sebelum gambar kerja dibuat, desain rangka final akan disimulasi ulang menggunakan *software solidworks* untuk mengetahui kekuatan dan massa total dari desain yang telah diperbaiki.

- Simulasi kekuatan

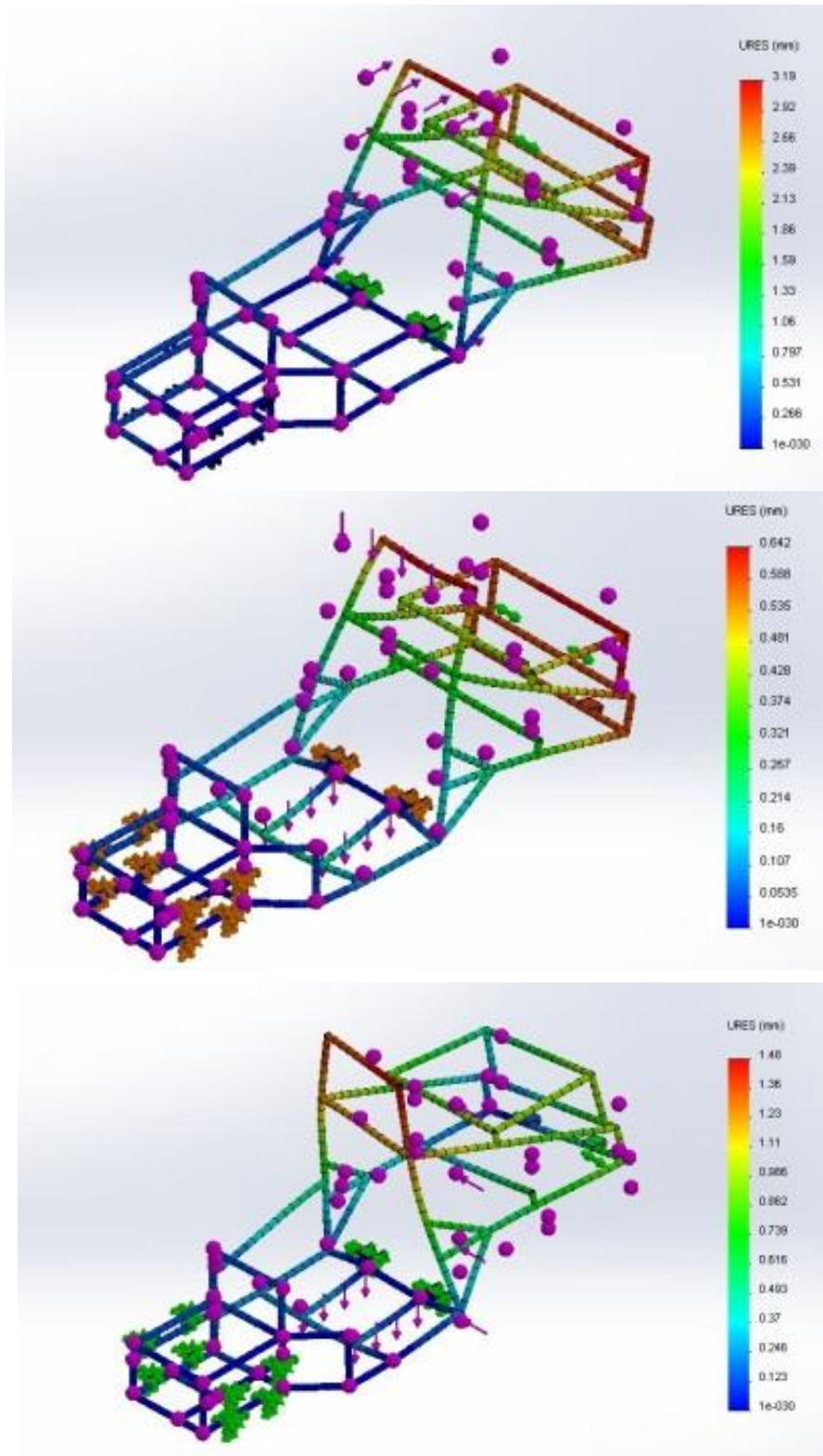




Gambar 4. 15 simulasi kekuatan desain rangka final

Pada gambar diatas dapat dilihat hasil simulasi kekuatan dari desain rangka final. Pada desain rangka final tegangan maksimum yang terjadi pada rangka menurun atau lebih kecil daripada desain rangka sebelum dioptimalisasi. Perbedaan tegangan yang terjadi memang tidak terlalu besar, ada desain awal sebesar 39 MPa dan tegangan maksimum desain final sebesar 32 MPa. Hal ini terjadi karena pada bagian *main roll hoop* sudut batang penahan lebih keatas dan batang penahan pada di kedua bagian dibandingkan dengan desain awal, maka dari itu tegangan maksimum pada rangka semakin kecil.

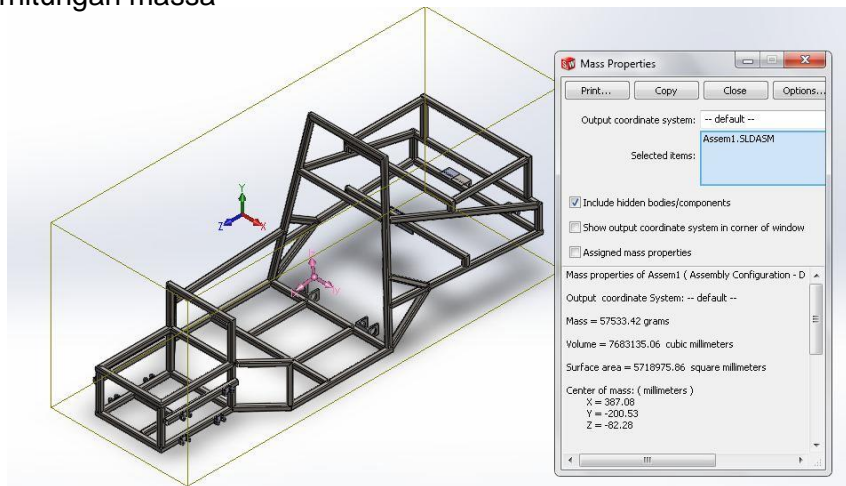
- Simulasi defleksi



Gambar 4. 16 defleksi pada desain rangka final

Pada simulasi defleksi desain rangka final dapat dilihat bahwa defleksi maksimum pada desain semakin besar, walau pun perbedaaan dengan defleksi pada desain awal tidak terlalu besar. Hal ini terjadi karena *main roll hoop* di buat lebih tinggi pada desain rangka final.

- Perhitungan massa



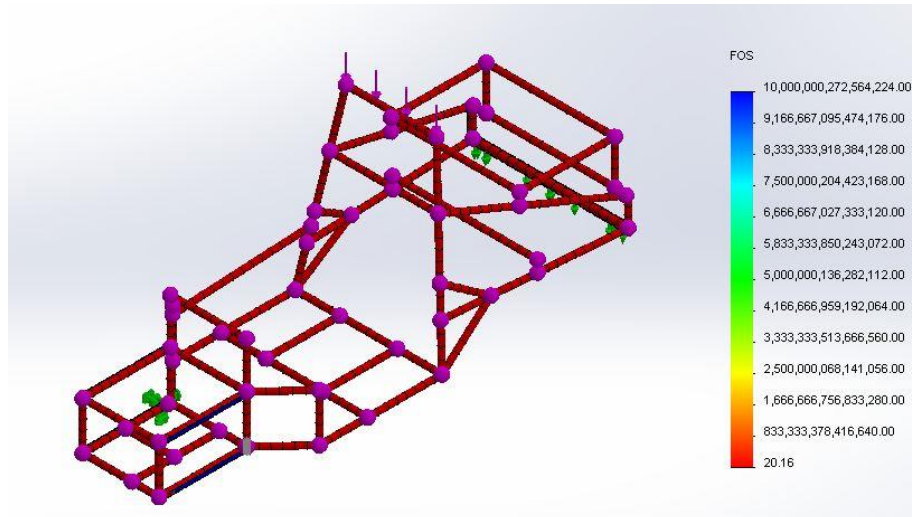
Gambar 4. 17 perhitungan massa desain rangka final

Sama halnya seperti pada simulasi kekuatan dan defleksi, massa pada desain rangka final pun berbeda dengan desain rangka awal. Pada desain rangka final massa rangka bertambah besar dari desain rangka awal yang memiliki bobot 45 kg menjadi 57.5 kg. Hal ini terjadi karena adanya penambahan batang pada rangka seperti untuk dudukan kursi pengemudi, dudukan *mounting* mesin dan dudukan bagasi.

Desain	Stress (MPa)			Displacement (mm)			Massa (Kg)
	X	Y	Z	X	Y	Z	
Final	32	25.5	21	1.3	1.8	0.9	57.5

Tabel 4. 2 tabel hasil simulasi rangka final

- Perhitungan faktor keamanan



Gambar 4. 18 faktor keamanan rangka

Factor keamanan untuk rangka dihitung dari arah gaya yang memiliki tegangan paling besar yaitu pada arah depan yang memiliki nilai tegangan sebesar 32 MPa. Nilai minimum dari factor keselamatan rangka adalah 20, seperti terlihat pada gambar di atas yang ditunjukkan dengan warna merah. Warna merah tersebut menunjukkan nilai dari factor keselamatan.

BAB V

PROTOTYPING

5.1. GAMBAR TEKNIK

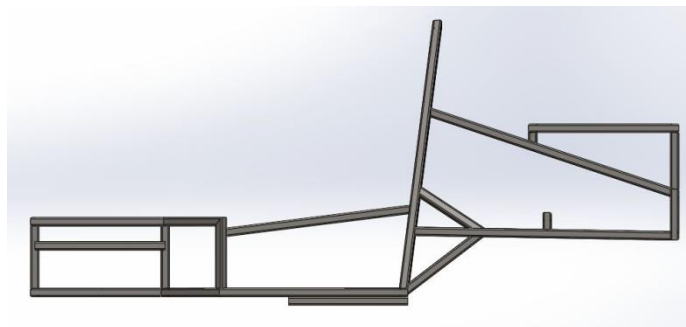
Gambar teknik ini dibuat setelah lolos seluruh tahapan proses desain. Pada gambar teknik ini terdapat detail dari rangka yang akan dibuat. Detail rangka ini memuat hal – hal penting dari rangka seperti :

- Dimensi rangka
- Material yang digunakan
- Proses pengerjaan

Hal – hal tersebut di atas harus benar – benar sesuai untuk menghindari kesalahan proses pengerjaannya bahkan kegagalan dalam prototyping. Selain itu agar proses pengerjaan prototyping ini menjadi efisien.



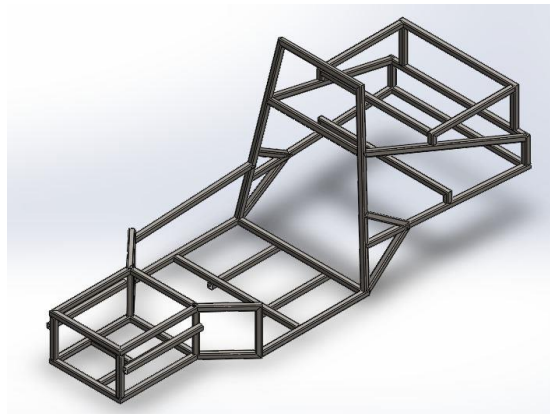
Gambar 5. 1 tampak depan



Gambar 5. 2 tampak samping



Gambar 5. 3 tampak atas



Gambar 5. 4 isometri

5.2. ANALISA PROSES

Pada detail desain terdapat proses pengerjaan rangka, dimana proses pengerjaan ini sebelumnya harus dianalisa untuk mendapatkan langkah – langkah proses yang tepat dan sesuai. Pada proses prototyping terdapat beberapa proses pengerjaan yaitu:

- A. Pengelasan
- B. Pemotongan

Selain itu pada detail desain juga diketahui material rangka yang digunakan yaitu baja ASTM A36 dengan profil square tube 30x30x2 mm dan profil square tube 20x20x1.6. Material tersebut memiliki sifat – sifat:

- A. Lunak
- B. Ulet
- C. Memiliki weldability yang tinggi

Setelah semua aspek sudah diketahui, maka langkah selanjutnya adalah analisis proses untuk mendapatkan tahapan proses yang tepat.

5.2.1. Pengelasan

Pada proses pengelasan terdapat beberapa aspek yang harus diketahui terlebih dahulu diantaranya adalah ketebalan material yang akan dilas, jenis material dan kekuatan tarik material tersebut. Dibawah ini adalah tabel spesifikasi material yang digunakan.

Material	kekuatan tarik	ketebalan
ASTM A36	255 MPa / 36984 PSI	2 mm

Tabel 5. 1 spesifikasi material

Diameter Elektroda (mm)	Arus (Ampere)
2,5	60-90
2,6	60-90
3,2	80-130
4,0	150-190
5,0	180-250

Sumber : Howard BC (1998)

Gambar 5. 5 tabel diameter elektroda vs arus

Data – data diatas menjadi menjadi acuan untuk mendapatkan jenis kawat las yang akan digunakan, besar ampere yang digunakan, dan jenis kampuh yang akan digunakan.

Maka dari hasil analisis diatas untuk proses pengelasan, didapat:

Jenis elektroda	E6013
Diameter elektroda	2.6 mm
Arus pengelasan	60 – 90 A
Jenis sambungan	Butt joint (tanpa kampuh) dan fillet

Tabel 5. 2 hasil analisa proses pengelasan

Pada jenis elektroda yang digunakan yaitu E6013, elektroda ini termasuk jenis selaput rutil yang dapat menghasilkan penembusan sedang. Dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi, tetapi kebanyakan jenis E 6013 sangat baik untuk posisi pengelesan tegak arah ke bawah. E 6013 yang mengandung lebih banyak Kalium memudahkan pemakaian pada voltage mesin yang rendah. Elektroda dengan diameter kecil kebanyakan dipakai untuk pangelasan pelat tipis.

Jenis elektroda ini paling umum digunakan dan banyak dijual dipasaran dan penggunaannya yang global karena elektroda jenis ini dapat digunakan pada semua jenis posisi pengelasan dan dapat digunakan pada semua jenis pengkutuban (DCSP / DCRP) maupun pada jenis arus bolak balik (AC). Selain itu jenis sambungan yang digunakan adalah butt join tanpa kampuh, ketebalan dari material yan hanya sebesar 2mm dan tidak mungkin untuk dikampuh karena syarat benda kerja untuk dikampuh adalah minimal memiliki ketebalan 6 mm.

5.2.2. Pemotongan

Proses pemotongan material menggunakan mesin pemotong atau cutting wheel. Pemilihan proses ini agar hasil potongan material lebih baik dibandingkan pemotongan manual. Hasil dari pemotongan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan dan rangka.



Gambar 5. 6 cutting wheel

5.3. PERSIAPAN PROSES

Persiapan proses prototyping ini adalah tentang persiapan alat – alat, material atau bahan baku dan sumber daya manusia. Dimana alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- A. Satu set mesin las dan peralatan keselamatan
- B. Elektroda
- C. Gerinda tangan dan gerinda meja
- D. Cutting wheel
- E. Gergaji
- F. Ragum
- G. Meja rata
- H. Palu
- I. Baja ASTM A36

Material yang dibutuhkan adalah baja lunak (*mild steel* ASTM A36) sebanyak tiga length untuk profil 30x30x2 mm dan satu length untuk profil 20x20x1.6 mm yang masing – masing length sepanjang 6 meter. Pembelian material ini sesuai dengan kebutuhan prototyping yaitu baja profil *square tube* 30x30x2 mm sepanjang 15.8 meter dan baja profil *square tube* 20x20x1.6 mm sepanjang 4 meter.

5.4. PROSES PROTOTYPING

Secara umum tahapan proses prototyping terdiri dari kegiatan – kegiatan sebagai berikut:

5.4.1. Pembuatan rangka bagian bawah

Rangka bagian bawah merupakan rangka yang berada pada bagian bawah dan berfungsi sebagai alas bagi pengemudi. Lebar dari rangka bagian bawah menjadi acuan untuk untuk dimensi dari kompartemen pengemudi yang sudah ditentukan oleh *article 45 : Dimensions, point f shell eco marathon rules*. Dengan lebar minimum 700 mm yang diukur dari pundak pengemudi. Sehingga lebar rangka bagian bawah sebesar 830 mm.



Gambar 5. 7 rangka bagian bawah

Proses pemotongan untuk rangka bagian bawah dipotong dengan sudut 45° agar saat penyetelan bisa lebih mudah dan hasil rangka tidak ada bagian yang terbuka / tertutup.



Gambar 5. 8 bentuk sambungan pada rangka

5.4.2. Pembuatan rangka bagian depan dan belakang

Pada pembuatan rangka bagian depan proses nya sama seperti sebelumnya yang dimulai dengan pemotongan bahan dengan dimensi yang sudah ditentukan dan dipotong dengan sudut 45° . Rangka bagian depan terdapat front roll hoop dan dudukan untuk suspensi. Dimensi lebar dari rangka bagian depan tergantung dari rancangan suspensi, karena lebar dari track width roda depan sudah diatur pada *Article 45: Dimensions point d, shell eco marathon rules.*



Gambar 5. 9 pengelasan rangka bagian depan

Untuk rangka bagian belakang dibuat sebagai tumpuan untuk menahan roll bar agar lebih kuat dan sebagai dudukan untuk bagasi kendaraan.



Gambar 5. 10 rangka bagian belakang

5.4.3. Pembuatan roll bar

Bagian selanjutnya adalah pembuatan roll bar, fungsi dari roll bar ini adalah melindungi pengemudi dari benturan saat kendaraan terguling atau tertimpa beban berat. Spesifikasi dari roll bar ini pun sudah diatur pada *Article 26: Chassis / Monocoque solidity point b,c,d. shell eco marathon rules*. Pada peraturan disebutkan dimensi dari roll bar harus lebih tinggi 5 cm di atas kepala pengemudi saat menggunakan helm dan pada posisi duduk. Sedangkan untuk kekuatan roll bar harus mampu menahan beban minimum 700 N pada arah vertical, horizontal dan perpendicular tanpa terdeformasi.



Gambar 5. 11 bentuk roll bar

5.4.4. Pembuatan dudukan suspensi depan dan belakang

Untuk pembuatan dudukan suspensi bagian depan tidak seluruh nya menggunakan baja profil square tube, namun menggunakan baja profil C atau C chanel. Untuk baja square tube hanya bagian yang ditempelkan pada rangka sedangkan C chanel untuk bagian yang menahan arm suspensi. Proses pembuatan untuk bagian dudukan arm suspensi menggunakan proses pemotongan, dan pengeboran untuk poros penahan arm suspensi.



Gambar 5. 12 posisi dudukan arm suspensi

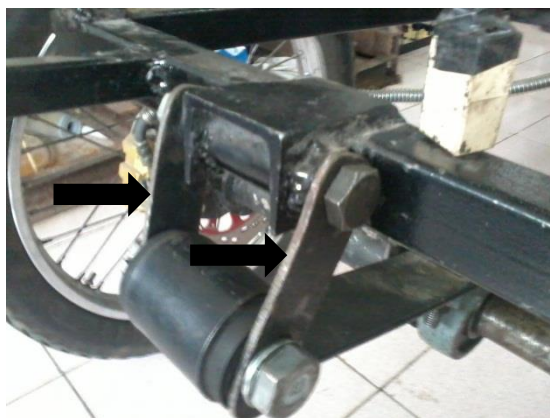
Pada gambar diatas posisi dudukan arm bagian bawah ditempatkan pada rangka bawah, sedangkan pada dudukan bagian atas ditempatkan pada batang yang tempatkan sedikit menjorok keluar dari rangka bagian depan.

Pada pembuatan dudukan suspense belakang material yang digunakan adalah baja profil C atau C chanel, tetapi baja C chanel yang digunakan memiliki dimensi yang berbeda. Pada dudukan yang terpasang pada bagian tengah rangka memiliki dimensi dan pada dudukan suspense yang terpasang

pada rangka bagian belakang memiliki dimensi. Untuk C chanel pada bagian tengah rangka memiliki dimensi yang lebih besar. Selain karena factor dari dimensi leaf spring, pada bagian ini tumpuan leaf spring yang fix atau diam. Sedangkan pada bagian belakang menggunakan baja C chanel yang lebih kecil dimensinya dan dibuat atau dibentuk sesuai dari fungsinya. Fungsi dudukan belakang ini dapat bergerak maju mundur sesuai dengan defleksi dari leaf spring saat diberi beban dan leaf spring tidak langsung bertumpu pada dudukan melainkan terhubung oleh plat baja yang telah dibentuk agar leaf spring dapat bergerak bebas.



Gambar 5. 13 dudukan leaf spring bagian depan



Gambar 5. 14 dudukan leaf spring bagian belakang

Pada gambar di atas yang ditunjukkan oleh tanda panah adalah pelat yang menghubungkan leaf spring dengan dudukan. Pelat ini dapat bergerak bebas maju mundur sesuai dengan gerakan dari leaf spring.

5.5. *ASSEMBLY*

Setelah seluruh bagian rangka dan bagian pendukung lainnya selesai, langkah selanjutnya adalah proses assembly komponen chassis seperti:

- A. Suspense depan
- B. Suspense belakang
- C. Rear axle
- D. Sistem steering
- E. Roda
- F. Mesin

Sehingga hasil akhir dari prototyping rangka kendaraan adalah seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. 15 chassis kendaraan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah rangka kendaraan yang telah dibuat tidak melanggar peraturan dari *shell eco marathon rules* yaitu:

1. *Roll bar* lebih tinggi 8 cm dari kepala pengemudi.
2. *Roll bar* mampu menahan beban statis sebesar 700 N dari arah sumbu X, Y, Z tanpa terjadi deformasi plastis.
3. Dimensi *roll bar* lebih lebar 10 cm dari bahu pengemudi saat dalam posisi mengemudi.
4. Faktor keselamatan dari rangka adalah 20.

6.2. SARAN

Saat proses perancangan rangka kendaraan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Beban yang diterima rangka.
- Dimensi kendaraan.
- Material rangka (dimensi dan kekuatan material).

Ketiga hal diatas menjadi dasar dalam perancangan agar rangka yang dihasilkan sesuai dengan kriteria. Penggunaan material rangka harus disesuaikan dengan beban yang diterima oleh rangka dan *safety factor*, pemilihan material dapat dilakukan dengan mempertimbangkan dimensi material dan kekuatan material (kekuatan tarik) untuk menghindari *failed* atau *over design*.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Shell Corporation.** Shell Eco Marathon Europe. *Shell Official Website*. [Online] [Cited: October Monday, 2011.] <http://www.shell.com/home/content/ecomarathon/europe/>.
2. —. Shell Eco Marathon Americas. *Shell Official Website*. [Online] [Cited: October Monday, 2011.] <http://www.shell.com/home/content/ecomarathon/americas/>.
3. —. Shell Eco Marathon Asia. *Shell Official Website*. [Online] [Cited: October Monday, 2011.] <http://www.shell.com/home/content/ecomarathon/asia/>.
4. —. Shell Corporation. *Shell Official Website*. [Online] [Cited: October Monday, 2011.] http://www.shell.com/home/content/ecomarathon/asia/for_participants/asia_rules/.
5. —. Shell Corporation. *Shell Official Website*. [Online] [Cited: October Monday, 2011.] http://www.shell.com/home/content/ecomarathon/asia/2011_sepang/winners/.
6. **ridwan, bagas albani.** google. [Online] [Cited: 11 03, 2013.] <http://bagasalbany.blogspot.com/2012/06/bab-i-pendahuluan-latar-belakang.html>.
7. **Shell Corporation.** Shell Corporation. *Shell Corporation Website*. [Online] October Monday, 2011. [Cited: October Monday, 2011.] <http://www.shell.com/home/content/aboutshell/>.
8. **Muslimshare.** muslimshare. *muslimshare.wordpress.com*. [Online] [Cited: October Monday, 2011.] <http://muslimshare.wordpress.com/2010/07/11/its-juara-shell-eco-marathon-sem-2010-mengalahkan-mobil-irit-dari-15-universitas-ternama-asia/>.
9. **Shell Corporation.** History of Shell Eco-Marathon. *Shell Official Website*. [Online] [Cited: Oktober Monday, 2011.] <http://www.shell.com/home/content/ecomarathon/about/history/>.
10. —. Shell Official Website. *Shell Official Website*. [Online] [Cited: October Monday, 2011.] <http://www.shell.com/home/content/aboutshell/>.
11. 4 cool urban concept vehicles. *Thatslikewhoa*. [Online] [Cited: November 25, 2011.] <http://thatslikewhoa.com/4-cool-urban-concept-vehicles/>.
12. **George, Patrick E.** how stuff works. [Online] [Cited: November 25, 2011.] <http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/fuel-economy/aerodynamics4.htm>.
13. **BC, Howard.** [Online] 1998. [Cited: 10 28, 2013.]
14. **anjar.** google. [Online] [Cited: november 3, 2013.] <http://anjargondang.blogspot.com/2011/12/normal-0-false-false-false-in-x-none-x.html>.