

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Marlia dkk, 2017) dengan judul penelitian "Rancang Bangun Rangka (*CHASSIS*) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang" "Karena studi-studi tersebut menunjukkan bahwa dalam proses desain rangka mobil listrik, seperti membaca denah, mengukur bahan, memotong bahan, uji perakitan dan pengelasan, muncul cacat seperti as roda dan underpainting. Hasil terkait nilai mobil listrik Sula rangka dibuat dengan uji lintasan 1 km dan berat penumpang 50 kg Hal ini berdasarkan penelitian dimana dapat diartikan bahwa mobil listrik Sula yang telah jadi memenuhi syarat untuk mengikuti Kompetisi Mobil Listrik Nasional.

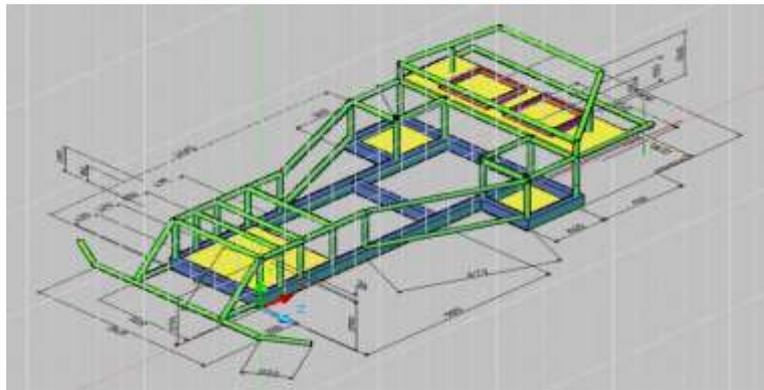
Penelitian yang dilakukan oleh (Efendi, 2020) dengan judul penelitian "Rancang Bangun Desain *Prototipe* Mobil Listrik sula". Yang menggunakan metode perancangan pada penelitian ini, pelat belakang berukuran 516 x 200 mm dan bagian bawah melintang untuk menopang beban putar motor listrik, yang ditransfer ke unit roda gigi yang dirakit dengan bagian lain. Ini juga berfungsi sebagai penyangga poros belakang yang terhubung ke roda dan mendukung rem cakram, *sproket*, rantai, dan *diferensial*. Dibuat dengan jarak 175,7 mm karena berfungsi sebagai letak *safety drive* untuk melindungi tubuh pengemudi dari putaran mesin saat berjalan. Itu juga digunakan untuk menyimpan komponen listrik. 3. Bagian tengah berukuran 1000 x 818 mm dan

terbagi menjadi 3 bagian, mis. bagian kiri, tengah dan kanan. Bagian tengah kanan antara tabung yang menyilang sebagai penopang pengemudi dan berfungsi sebagai penopang utama untuk menyamakan tekanan dari beban saat mobil listrik sedang melaju. Bagian kiri dan kanan berfungsi sebagai tempat dudukan *accu* atau baterai yang masing-masing berjumlah 2 buah. Baterai diletakan di bagian samping untuk mengefisiensikan tempat dengan lebar 818 mm. Tinggi rangka dibuat 300 mm disesuaikan dengan tinggi rata-rata pengemudi agar memudahkan pengemudi pada saat akan naik atau turun dari mobil. Serta sesuai peraturan dari Kompetisi Mobil Listrik Indonesia yang dikeluarkan oleh Kemenristek Dikti, bahwa tinggi dari rangka mobil tidak boleh melebihi bahu pengemudi untuk alasan keselamatan. Bagian leher mobil dibuat dengan ukuran 500 x 400 mm disesuaikan juga dengan tinggi rata-rata pengemudi agar memudahkan pengemudi pada saat sedang mengemudikan mobil, serta untuk memberikan ruang gerak bebas pada kaki pengemudi pada saat sedang menginjak pedal gas dan pedal rem. Bagian leher dibuat menyilang bertujuan untuk menahan beban kaki pengemudi dan sebagai dudukan untuk sistem kemudi pada mobil. Bagian depan mobil dibuat menyudut dan di desain aerodinamis bertujuan untuk meminimalisir gesekan dengan udara agar mobil dapat melaju kencang.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan & Wulandari, 2013) melakukan perancangan desain rangka mobil listrik Ganesa dengan desain rangka tipe *ladder frame*. Pilihan ini diambil karena rangka jenis ini memiliki keunggulan konstruksi yang sederhana dan cukup kuat untuk menopang beban

pengemudi serta seluruh bagian kendaraan. Jenis material yang digunakan untuk proses desain rangka mobil Garnesa Electromos adalah baja *hollow* persegi dan bulat tipe ST 36. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis statistik adalah AutoCAD 2007. Hasil desain chasis adalah sebagai berikut:

Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rancangan Rangka Mobil Listrik Garnesa

Sumber : (Kurniawan & Wulandari, 2013)

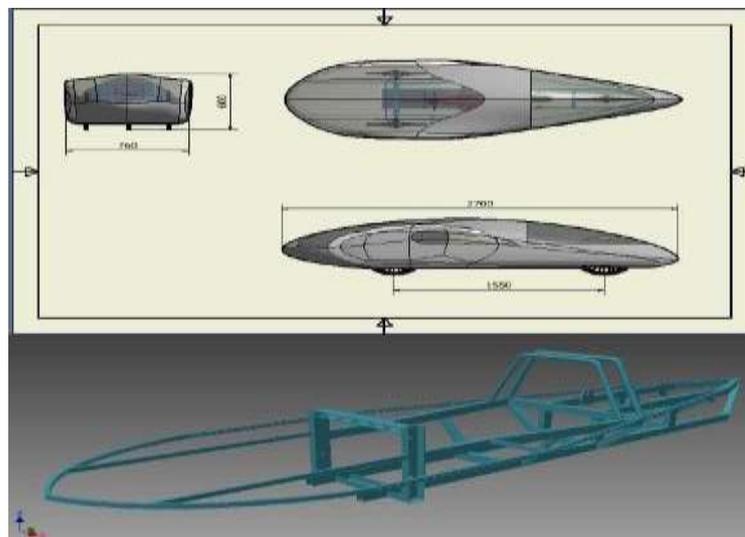
Berdasarkan hasil hitungan yang didapat dari analisa perancangan rangka kendaraan ini meliputi, beban total rangka normal sebesar 29,63 kg. Rangka penyangganya mampu menahan beban maksimal sebesar 4069,44 kg. Untuk beban pengemudi, rangka kendaraan ini mampu menahan beban hingga 1350 kg.

B. Kajian Teori

1. Mobil Listrik

Penggunaan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi, baik secara individu maupun kolektif, semakin meningkat dan menimbulkan emisi yang tinggi jika digabungkan dengan udara. Mobil listrik sama sekali tidak

mengeluarkan emisi apapun selama proses pengerjaannya. Beda halnya dengan mobil dengan mesin pembakaran dalam. Kecepatan mobil listrik adalah kinerja torsi instan. Salah satu karakter yang ditawarkan adalah mesin yang torsi puncaknya langsung tersedia saat pedal akselerator ditekan.. Dengan begitu mobil listrik terasa sangat lincah dan gesit saat digunakan terutama dalam situasi *stop and go* (Prasetya, 2017).



Gambar 2. 2 Skema Chassis Mobil Listrik

Sumber : (Universitas Muhammadiyah Malang, 2019)

2. Rangka Mobil

a. Pengertian Rangka

Rangka adalah suatu struktur datar yang terdiri dari beberapa batang yang pada ujungnya dihubungkan satu sama lain, sehingga membentuk suatu kerangka yang kokoh. Rangka berguna sebagai penopang utama yang merupakan pusat dari semua gaya yang dihasilkan dari semua komponen.

Konstruksi rangka bertanggung jawab untuk mendukung beban atau gaya yang bekerja pada sistem. Beban tersebut harus diletakkan di atas tumpuan untuk dapat menjalankan tugasnya - posisi tetap.

Beberapa jenis – jenis *Chassis* Mobil antara lain :

1) *Ladder Frame*

Bentuk *Chassis* ini menyerupai tangga yang terbuat dari baja berbentuk balok dengan tambahan joint dan crossmember. Jenis mobil yang menggunakan *Chassis ladder frame* adalah mobil *Sport Utility Vehicle (SUV)* dan *multi-purpose vehicle (MPV)* (Setyono et al., 2020).



Gambar 2.3 *Chasis Ladder Frame*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/ox55ENjHUKd54MZKA>

2) *Monocoque Frame*

Chassis satu ini terbuat dari lembaran baja komposit yang digabungkan dan dipererat membentuk kerangka bodi mobil. Fungsinya adalah menyatukan rangka dengan bodi mobil yang dipasang di bagian tengah agar ruang kabin terlindungi dari benturan.



Gambar 2.4 *Chassis Monocoque Frame*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/9MBdS8YCufSgj7A1A>

Monocoque merupakan satu kesatuan struktur *Chassis* dari bentuk kendaraannya sehingga *chassis* ini memiliki bentuk yang beragam yang menyesuaikan dengan *body* mobil. Material yang digunakan adalah baja sedangkan pada *chassis* lain digunakan campuran material antara baja dengan *aluminium* sehingga bobotnya lebih ringan.

3) *Backbone Frame*

Berbentuk tulang rangka utama tunggal terletak melintang panjang pada bagian tengah sehingga menghubungkan bagian depan dan belakang mobil. Kekurangannya adalah biaya produksi tinggi dan memiliki *side effect*.



Gambar 2.5 *Chasis Backbone Frame*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/q6tGDg8svp2y3t4s6>

4) *Tubar Space Frame*

Terbuat dari sambungan pipa-pipa baja. Bentuknya bulat memberikan kekuatan maksimal dalam menahan beban. Selain itu, mampu memberikan kontrol agar roda tetap menyentuh saat mobil melaju dengan kecepatan tinggi. Umumnya digunakan pada mobil balap.

5) *Aluminium Space Frame*

Chassis ini terbuat dari *aluminium* yang ringan. *Aluminium* dinilai memiliki daya tahan yang kuat. Kekurangannya adalah proses perakitan rumit dengan melakukan pengecoran pada setiap sisinya. Bentuknya hampir sama dengan *monocoque frame*.



Gambar 2.6 *Chasis Aluminium Space Squere*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/KPouDh6NQ5XoTHyv5>

Bahan dan Spesifikasi yang digunakan :

1. *Alloy Steel*
2. Ukuran *Alloy Steel* (25 mm x 25 mm x 2 mm)

- a. *Alloy Steel*, Baja yang mengandung selain FE dan C juga unsur – unsur paduan lainnya. Unsur – unsur paduan yang ditambahkan pada baja diantaranya Ni,Cr,Mo,Ti.
- b. Tujuan penambahan unsur paduan adalah untuk mendapatkan sifat yang diinginkan sesuai.
- Meningkatkan *toughness*, kekuatan tarik tanpa kehilangan keuletannya.
 - Mempertahankan sifat – sifatnya pada suhu tinggi.
 - Meningkatkan ketahanan korosi dan fatik.
 - Meningkatkan *eastisitas*.
- c. Bisa disimpulkan mengapa *Chassis* menggunakan *Alloy Steel*, Bahan ini banyak kebinyannya dari segi kekuatan dan segi ketahanan bahan.

a. Gaya luar

Gaya luar adalah gaya yang bekerja diluar konstruksi. Gaya luar dapat berupa gaya vertikal, gaya horizontal, momen lentur, momen puntir. Pada persamaan statis tertentu untuk menghitung besarnya gaya yang bekerja harus memenuhi syarat kesetimbangan :

Persamaan gaya luar :

$$F_x = 0$$

$$F_y = 0$$

$$M = 0$$

b. Gaya dalam

Gaya dalam adalah gaya – gaya yang reaksinya didalam konstruksi sebagai reaksi terhadap gaya luar. Reaksi yang timbul antara sebagai berikut

1). Gaya normal (N)

Gaya normal merupakan gaya yang bekerja sejajar dengan bidang gaya.

Gaya normal positif (+) jika sebagai gaya tarik.



Gambar 2. 7 Gaya Geser Normal Positif

Gaya normal negatif (-) jika sebagai gaya desak.

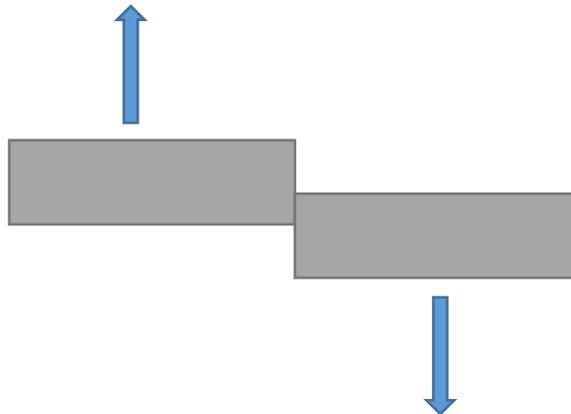


Gambar 2. 8 Gaya Geser Normal Negatif

b) Gaya geser (S)

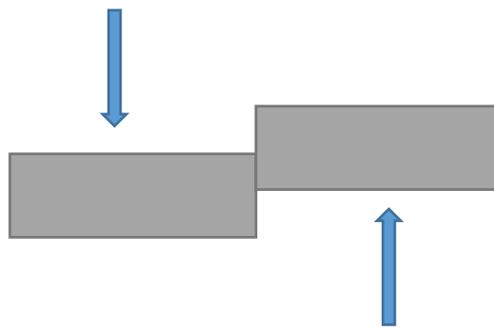
Gaya geser merupakan gaya yang melawan muatan dan bekerja tegak lurus terhadap bidang gaya.

Gaya positif bernilai jika searah jarum jam.



Gambar 2. 9 Gaya Geser Positif

Gaya geser bernilai negatif berputar berlawanan jarum jam.

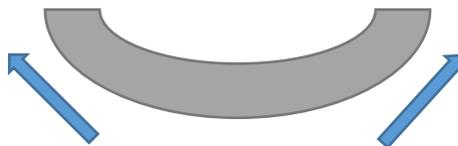


Gambar 2. 10 Gaya Geser Negatif

c) Momen lentur

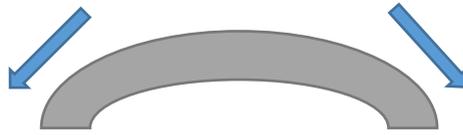
Momen lentur adalah gaya pelawanan dari beban sebagai penahan lenturan yang terjadi pada balok atau penahan terhadap kelengkungan.

Momen lentur bernilai positif jika gaya yang terjadi menyebabkan sumbu batang cekung ke bawah.



Gambar 2. 11 Momen Positif

Momen lentur bernilai negatif jika yang terjadi menyebabkan sumbu batang cekung ke atas. (Prayoga, 2021)

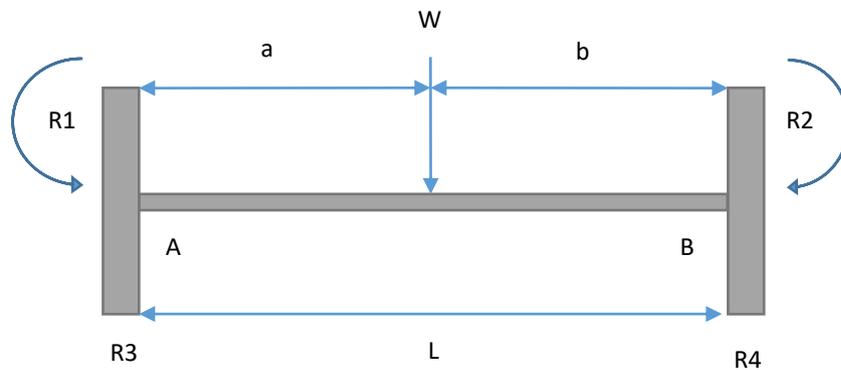


Gambar 2. 12 Momen Negaif

c. Kekuatan Rangka

Jika kelebihan gaya yang dipilih dalam metode uji gaya dilepaskan oleh reaksi, sistem kekebalan yang terkait dengan sisa reaksi harus dihilangkan dan kabel lama dapat diganti dengan kabel listrik statis yang memiliki resistansi rendah terhadap peralatan karena reaksi berlebihan. ujung terjepit atau lambat berarti blok kelas rendah sederhana atau blok *kantilever* kelas rendah secara bersamaan. Karena konstruksi balok sederhana lebih mudah dianalisis daripada konstruksi balok *kantilever*, opsi pertama memberikan solusi yang lebih baik untuk persamaan keadaan untuk angka. arah *overforce* harus nol. Jadi, harus sedemikian sehingga, bersama dengan beban yang diberikan, hal itu menyebabkan kemiringan nol pada kedua ujung balok sederhana. Setelah menerima reaksi berlebih, reaksi lain ditentukan dari persyaratan statis dan geser dan diagram momen balok asli dapat diperoleh. Secara umum, solusi pertama dapat diperoleh dengan menggunakan metode kelebihan daya yang sesuai, dan kemudian pemeriksaan untuk memastikan bahwa persyaratan yang sesuai cukup tinggi mengingat kontras antara level yang lebih rendah. Dalam hal balok ujung terjepit, R1 dan R2 akan menjadi yang pertama dengan menggunakan balok sederhana rendah, dan periksa untuk memastikan bahwa

R2 dan R1 akan menjadi nol kemiringan dan defleksi ujung bebas balok konsol. dari tingkat yang lebih rendah (Prasetyo, 2012).



Gambar 2. 13 Gambar Statik Tidak Tertentu

Untuk menyelesaikan permasalahan seperti gambar menunggu rumus:

$$R1 = \frac{w \cdot a \cdot b}{L}$$

$$R2 = \frac{w \cdot a \cdot b}{L}$$

$$R3 = \frac{w \cdot a \cdot b}{L} (3a + b)$$

$$R4 = \frac{w \cdot a \cdot b}{L} (3a + b)$$

Sumber : (Chu-kia wang, Ph.D, 1985 : 118)

3) Pengelasan

a. Pengertian Las

Setelah mendapatkan reaksi berlebih, reaksi lain ditentukan oleh statis dan geser yang diperlukan dan sketsa waktu asli dapat diperoleh. Secara umum,

solusi pertama dapat diperoleh dengan menggunakan metode beban berlebih yang sesuai, dan kemudian memeriksa untuk memastikan bahwa persyaratan yang sesuai cukup tinggi dengan perbandingan tingkat rendah. Dalam kasus balok ujung terjepit, R1 dan R2 pertama-tama harus menggunakan balok rendah sederhana, dan pastikan bahwa R2 dan R1 akan menjadi nol kemiringan dan defleksi ujung bebas balok konsol. dari tingkat yang lebih rendah (Saifuddin, 2017).

b. Klasifikasi Cara Pengelasan

1) Pengelasan Cair

Cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.

2) Pengelasan Tekan

Pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan menjadi satu.

3) Pematrian

Cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah, dalam cara ini logam induk tidak mencair (Prasetyo, 2012).

d. Jenis sambungan las

1. *Butt joint*

Dua benda yang luas berada dalam bidang yang sama.

2. *Lap joint*

Dua benda yang dilas berada pada bidang yang sama tapi saling numpuk.

3. *T-joint*

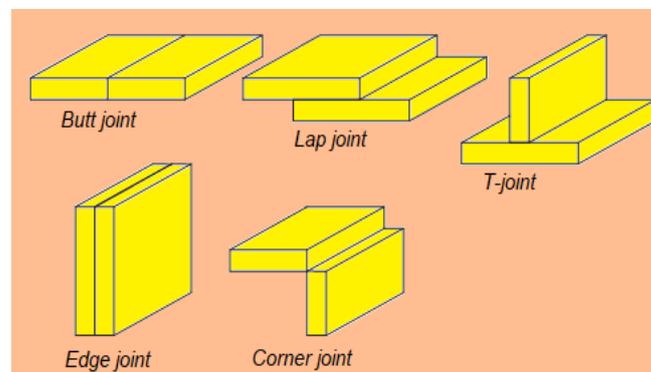
Benda yang dilas tegak lurus.

4. *Edge joint*

Benda yang dilas pada bidang parallel, tetapi yang dilas pada ujungnya.

5. *Corner joint*

Benda yang dilas tegak lurus satu sama lain, tetapi pengelasan dilakukan pada sudutnya.



Gambar 2. 14 Jenis Sambungan Las.

Sumber :(Teknik Mesin Manufaktur, 2015)

1) Tenggangan geser ijin pada sambungan las

$$T_s \text{ ijin} = l \times W$$

Keterangan : T_s ijin =tegangangan geser ijin sambungan las (Kg/mm²)

L = panjang pengelasan

W =beban yang bekerja pada sambungan las (Kg)

2) Tegangan geser pada sambungan las

$$T_s = \frac{W}{0.707}$$

Keterangan : T_s =tegangan pada sambungan las (Kg/mm²)

W =beban yang bekerja pada sambungan las(Kg)

0.707 =nilai koefisien tegangan besar

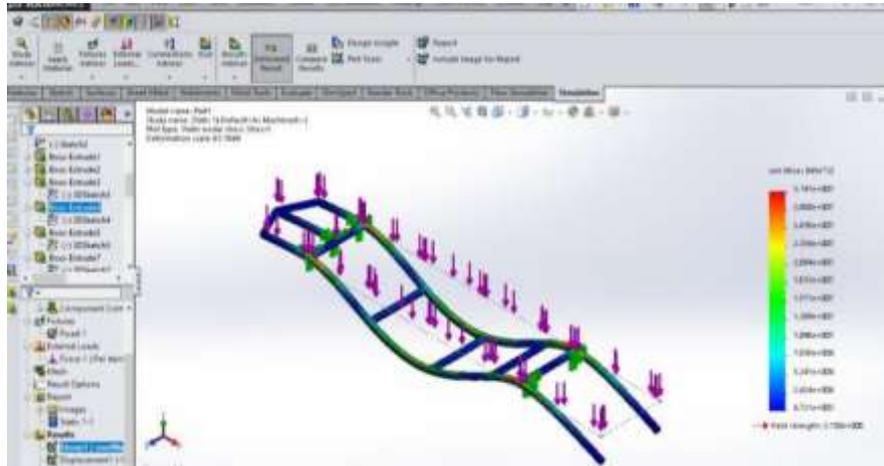
- 3) Penentuan aman tidaknya perencanaan pada sambungan dapat diketahui dengan melakukan perbandingan antara tegangan geser ijin bahan dengan tegangan geser sambungan las.

$$T_s < T_s \text{ ijin}$$

Perbandingan diatas menunjukkan bahwa perencanaan sambungan las aman (Budi prasetyo, 2012).

4) *Stress Analisa* kekuatan rangka

Setress *analysis* merupakan salah satu alat pengujian struktur pada *SolidWorks* 2014 dengan menerapkan konsep *Finite Element Methode(FEM)*.cara kerjanya dengan memecah suatu objek yang akan di uji menjadi elemen-elemen yang saling terhubung satu sama lain sehiga menghasilkan hasil yang akurat.(Sadam, 2013). Simulasi uji rangka untuk mengetahui kekuatan *Chassis* untuk menahan beban dari vertikal. Pada simulasi ini dapat diketahui bahwa kekuatan rangka cukup kuat untuk menahan beban untuk bodi dan pengemudi. uji coba *Chassis* dengan beban 800 N, Uji coba kedua dengan 1000 N, dan Uji Coba ke tiga dengan beban 1500 N.



Gambar 2. 15 *Stress Analisis* Dengan Beban 800N

Sumber :(Laporan KMHE 2020)

4) Mekanisme pengujian

Ada dua step yang dilakukan, yaitu membuat Analisa *Static* model lalu mencari best desainya menggunakan *design study*.

1. Mengimput Materi/bahan yang digunakan

bahan yang digunakan adalah *Alloy Steel*. Dalam *solidworks simulation* sudah tersedia material properties dan standar yang digunakan dalam standar internasional. Adapun jika standar ini belum mencukupi, bisa menggunakan custom “*user defined*”.

2. Memilih bagian yang menjadi tumpuan

ada bagian ini dipilih sisi atau *entities* yang diasumsikan tersambung dengan benda lain ataupun yang menempel dengan tanah dan menjadi sisi yang tidak bergerak selama proses simulasi dilakukan.

3. Memilih sisi atau *enteties* yang mengalami gaya atau pembebanan eksternal

Disini bagian yang mengalami gaya adalah sisi ujung dari bucket, besar total gaya yang diinput adalah 700 Newton Ada berbagai jenis beban eksternal yang bisa diinput, beberapa diantaranya adalah *Force, Pressure, Torque*.

4. Melakukan *Meshing*

Setelah penginputan batasan kondisi pada model sudah selesai, maka dilakukan *meshing* pada model. Analisa yang digunakan pada *SolidWorks Simulation* adalah menggunakan *FEA (Finite Elemen Method)*. Pada proses ini elemen-elemen dibuat pada seluruh bagian model.

5. *Run Simulator*

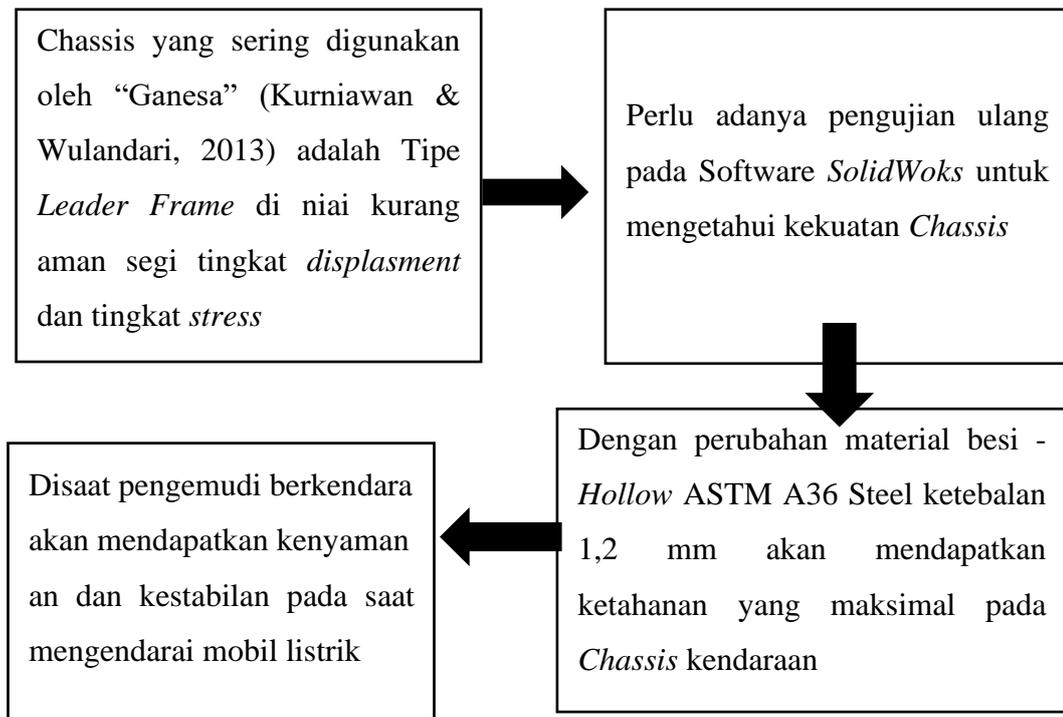
Lalu setelah proses *meshing* selesai, proses analisa mulai dilakukan.

6. *Post Process*

Setelah penginputan batasan kondisi pada model sudah selesai, maka dilakukan *meshing* pada model. Analisa yang digunakan pada *SolidWorks Simulation* adalah menggunakan *FEA (Finite Elemen Method)*. Pada proses ini elemen-elemen dibuat pada seluruh bagian model.

C. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir dalam suatu perancangan sangat penting untuk dicantumkan dengan tujuan untuk memudahkan pembaca dalam memahami alur dari perancangan tersebut. Adapun kerangka berfikir dari penelitian yang berjudul “Rancang Bangun *Chassis Prototipe* Mobil Listrik”. Dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 2. 16 Kerangka Berpikir