

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Agar mendapatkan hasil penelitian yang maksimal maka diperlukan suatu penelitian terdahulu, sebagai penambahan informasi serta pembandingan dengan penelitian ini. Berikut ini terdapat beberapa referensi yang berkaitan diantaranya.

Dwinanto, A. Y., dan Muhammad, F. B (2015), dalam penelitian ini dilakukan pemilihan *body* dan *chassis* dengan mengumpulkan data untuk kendaraan listrik dengan *subject* berupa *prototype* agar dapat mengetahui kelebihan serta kekurangan dalam perencanaan pembuatan kendaraan listrik. Adapun metode penelitian yang digunakan ini diantaranya, metode kepustakaan (*library research*) dengan cara membaca sumber-sumber informasi terdahulu yang berhubungan dengan pembahasan agar mendapatkan data yang ingin digunakan. Dan metode penelitian lapangan (*field research*) mengumpulkan data dengan cara turun langsung dilapangan melakukan wawancara, observasi serta mendokumentasikan *object* penelitian. Dalam penelitian ini membedakan tiga kendaraan listrik dengan penggunaan *material* serta bentuk dan ukuran yang berbeda yaitu, kendaraan bernama Aristo EV-3 jenis *diesel prototype* menggunakan *body* fiber glass dan *chassis* alumunium ladder dengan ukuran keseluruhan 300 cm x 81,5 cm x 68,95 cm dan berat 54 kg. Aristo EV-1 jenis *prototype* listrik menggunakan *body carbon fiber* dan *chassis* alumunium ladder dengan ukuran keseluruhan 310 cm x 81,5 cm 69,06 cm dan berat 43 kg. Keris R-VII jenis *prototype* listrik menggunakan *body carbon fiber* dan *chassis monocoque (foam core)* dengan ukuran keseluruhan 280 cm x 81,5 cm 55 cm dan berat 42 kg.

Hidayat, T., dkk (2017), tujuan penelitian ini adalah merancang bentuk *chassis* yang sesuai dengan tingkat *reguler Shell Eco Marathon tipe urban concept* serta menghitung dan mensimulasikan pembebanan statik pada kendaraan sehingga dapat diketahui batasan aman muatan. *Chassis* yang aka

dibuat adalah jenis *ladder frame*. *Ladder frame* merupakan dua buah batangan panjang yang dapat menahan berat beban untuk kendaraan. Pemilihan model ini didasari pada kriteria-kriteria yang diinginkan menggunakan matrik pengambilan keputusan dengan melakukan perbandingan terhadap jenis-jenis *chassis* yaitu, *ladder frame*, *tubular space frame*, *monocoque*, dan aluminium *chassis frame*. Serta didasari pada hasil simulasi pembebanan menggunakan *software autodesk inventor*. Berdasarkan desain pembuatan *chassis* dilakukan dengan menggunakan sistem sambungan T. Sambungan T dibuat dari *material* baja karbon dan disatukan dengan proses pengelasan. Lobang yang terdapat di kedua ujung sambungan T nantinya digunakan untuk memasukan *material* rangka yang akan disatukan. *Chassis* ini menggunakan bahan utama aluminium *square hollow* jenis AA 6061 dan memiliki ukuran keseluruhan yaitu, panjang 206 cm x lebar 60 cm yang disusun oleh dua batang utama berukuran 40 x 40 x 2 mm serta ditambah tujuh batang penumpu ukuran 25 x 25 x 3 mm dengan menggunakan 14 buah sambungan T. Dengan asumsi berat pengemudi 70 kg dimana berat badan pengemudi adalah 60 kg yaitu 80% dari berat pengemudi dan untuk berat kaki pengemudi 20% dari berat pengemudi yaitu 10 kg serta berat mesin sebesar 40kg.

Pursadi, A., dkk (2017), dalam penelitian ini melakukan perubahan diantaranya pada mesin penggerak otomatis menjadi mesin manual 4 langkah dengan tujuan menghemat biaya pengeluaran tetapi memiliki perpindahan daya ataupun kecepatan lebih stabil (*best quality control*) dan tidak lupa mementingkan tingkat kenyamanan. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian analisis (*Content Analysis*). Penelitian analisis merupakan penyelidikan mendalam tentang sesuatu dengan memaparkan sebuah data atau fakta agar dapat dikaitkan antara data-data yang sudah ada. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan yang berada di *workshop* dengan tujuan mengembangkan serta menganalisa suatu objek. Adapun tahapan perhitungan yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil maksimal antara lain, perhitungan terhadap sambungan las dikarenakan akan menerima beberapa tegangan diantaranya tegangan tarik, tegangan tekan dan tegangan geser. Kemudian dilakukannya penentuan titik tumpu kendaraan dan gaya traksi kendaraan. Serta memperhitungkan sudut belok karena akan berguna serta

dapat mengetahui seberapa besar kendaraan dapat berbelok saat kendaraan melintas di jalan. Yang terpenting melakukan perhitungan beban maksimal yang dapat diterima *chassis* sebelum dilakukannya perancangan. Adapun bahan-bahan yang akan digunakan adalah besi petak 3 x 3 cm sebanyak 8 meter, besi L 3 cm sebanyak 4 meter, besi plat 5 mm sebanyak 9 meter, besi bulat 1 *inch* sebanyak 1 meter, besi bulat 0.3 *inch* sebanyak 1 meter dan besi pipa 2 *inch* sebanyak 30 cm. Dan penyambungan menggunakan mesin las listrik.

Laka, O., dkk (2018), dalam penelitian ini bertujuan merancang sistem rangka berdasarkan *regulasi* Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) tipe *urban concept* serta menghitung dan mensimulasikan pembebanan statik pada rangka kendaraan untuk memperoleh nilai ketahanan maksimal sehingga menciptakan rasa aman dan nyaman bagi *driver*. Pemilihan bahan yang digunakan dalam proses perancangan didasarkan pada hasil simulasi pembebanan menggunakan *software autodesk inventor student version*, kekuatan *material* dan bentuk penampang serta bodi yang akan digunakan mobil. Rangka yang dibuat yaitu jenis *monocoque* dengan penampang berbentuk *rectangular hollow* jenis *carbon steel* ST 37 dengan ukuran 50 x 30 mm, ketebalan 2 mm dan panjang batang yaitu 550 mm serta menerima beban sebesar 10 kg. *Monocoque* merupakan satu kesatuan stuktur rangka dari bentuk kendaraannya sehingga rangka ini memiliki bentuk yang beragam yang menyesuaikan dengan bodi mobil. Rangka ini dibuat dengan menggunakan pengelasan melalui proses otomatis sehingga hasil pengelasan yang dihasilkan berbentuk lebih sempurna dan lebih baik.

Prayogo, A. A., dkk (2018), dalam penelitian ini bertujuan menganalisis rangka gokart menggunakan metode *finite element analysis*. Metode *finite element analysis* adalah sebuah metode penyelesaian numerik yang menggunakan pendekatan dengan membagi-bagi (*diskritasi*) benda yang akan dianalisa menjadi bentuk elemen-elemen yang berhingga dan saling berkaitan. Metode penyelesaian FEA dapat dibagi mejadi dua langkah yaitu, *Processing* dimana desainer membuat model 3D data dari struktur atau benda yang akan dianalisa dan *Post Processing* tahap ini menampilkan hasil akhir analisa numerik dengan tampilan data *displacement* dan *stress* maksimum. Data yang ditampilkan adalah grafis dengan

kontur warna yang berdegradasi yang menggambarkan tingkatan tegangan yang terjadi pada model geometri. Dan proses analisis rangka *software* yang digunakan adalah *Solidwork*. Adapun bahan yang digunakan adalah *hollow iron pipe 1 inch* dengan ukuran keseluruhan 170 cm x 85 cm x 65 cm dan *wheel base* 135 cm serta *iron plate* lebar 2 cm tebal 2 cm. Pada proses penyambungan menggunakan las listrik.

Sinaga, S., dan Pranoto, H (2020), dalam penelitian ini bertujuan mengetahui daya *input* dan *output* yang diberikan motor listrik (*speed control*) dengan variable yang dihasilkan mobil *hybrid* (paduan antara mesin bbm dengan motor listrik). Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, motor listrik (*object*), tang ampere (mengukur arus listrik), tachometer (mengukur putaran mesin), voltmeter (mengukur tegangan listrik), busur (menentukan sudut injakan pedal gas), bahan bakar (pertamax). Pengujian dimulai dari injakan gas 10° dihasilkan 328 rpm 49,17 volt 12,3 ampere dan 604,79 watt, 20° dihasilkan 459 rpm 48,96 volt 14,5 ampere dan 709,92 watt. 30° dihasilkan 556 rpm 48,84 rpm 16,2 ampere dan 791,20 watt. 40° 647 rpm 48,63 volt, 18,2 ampere dan 885,06 watt. 50° dihasilkan 794 rpm 48,51 volt 20,3 ampere dan 984,75 watt. Apabila pedal gas diinjak semakin dalam maka tegangan yang dibutuhkan untuk memutar semakin menurun. Hal ini berbanding terbalik dengan arus dan daya yang dibutuhkan untuk memutar motor listrik semakin meningkat.

Baruddin, L. O. M. A., dan Pranoto., H (2020), dalam penelitian ini menganalisis pengaruh kecepatan terhadap jarak dan waktu pengeraman pada mobil *hybrid urban* yang bertujuan agar mengetahui jarak dan waktu pengeraman. Pengeraman itu sendiri mempunyai dua cara yaitu dengan mengurangi kecepatan ataupun dengan menginjak pedal rem. Dan *system* pengeraman yang dipakai dalam penelitian ini adalah *system hydraulic break* dikarenakan lebih efisien dibandingkan pengeraman *system tromol*. Berikut hasil pengujian dengan kecepatan bervariasi yang dilakukan yaitu, 20 km/jam dengan lima kali percobaan dan didapatkan hasil percobaan 1 sejauh 50 cm dan waktu tempuh 1,2. Percobaan 2 sejauh 52 cm dan waktu tempuh 1,4. Percobaan 3 sejauh 40 cm dan waktu tempuh 1,3. Percobaan 4 sejauh 41 cm dan waktu tempuh 1,7. Percobaan 5 sejauh 45 cm

dan waktu tempuh 1,8. Dan mendapatkan rata-rata jarak 45,6 cm dan waktu tempuh 1,48. Variasi 30 km/jam dengan lima kali percobaan dan didapatkan hasil percobaan 1 sejauh 50 cm dan waktu tempuh 1,31. Percobaan 2 sejauh 55 cm dan waktu tempuh 1,66. Percobaan 3 sejauh 60 cm dan waktu tempuh 1,64. Percobaan 4 sejauh 58 cm dan waktu tempuh 1,71. Percobaan 5 sejauh 55 cm dan waktu tempuh 1,50. Dan mendapatkan rata-rata jarak 55,6 cm dan waktu tempuh 1,56. Variasi 40 km/jam dengan lima kali percobaan dan didapatkan hasil percobaan 1 sejauh 80 cm dan waktu tempuh 2,63. Percobaan 2 sejauh 70 cm dan waktu tempuh 2,30. Percobaan 3 sejauh 85 cm dan waktu tempuh 2,50. Percobaan 4 sejauh 85 cm dan waktu tempuh 2,26. Percobaan 5 sejauh 88 cm dan waktu tempuh 2,31. Dan mendapatkan rata-rata jarak 81,6 cm dan waktu tempuh 2,4. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa terjadi penurunan jarak dan peningkatan jarak yang disebabkan oleh kondisi jalan yang tidak rata dan berpasir.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

NO	PENULIS (TAHUN)	JUDUL	PENELITIAN YANG DILAKUKAN	KESIMPULAN
1	Arya Yudistira Dwinanto Fahri Burhanuddin Muhammad (2015)	Analisis Karakteristik Bodi dan <i>Chassis</i> Pada <i>Prototype</i> Kendaraan Listrik	Membandingkan ketiga mobil untuk pemilihan bodi dan <i>chassis</i> serta mengetahui kelebihan dan kekurangan	Mobil Aristo Ev-1 dan Aristo Ev-3 menggunakan <i>Ladder Chassis</i> dengan <i>material</i> alumunium dan memiliki bobot beban yang lebih berat sedangkan Keris R-VII menggunakan <i>Monocoque Chassis</i> dengan <i>material foam core</i> serta meiliki bobot yang lebih ringan.
2	Taufik Hidayat dkk, (2017)	Perancangan dan Analisis Statik <i>Chassis</i>	Merancang bentuk <i>chassis</i> yang sesuai dengan regulasi	Bahan utama alumunium <i>square hollow</i> jenis AA 6061 dan memiliki

		Kendaraan <i>Shell Eco Marathon</i> Tipe <i>Urban Concept</i>	tingkat reguler <i>Shell Eco Marathon</i> tipe <i>urban concept</i> serta menghitung dan mensimulasikan pembebanan statik	ukuran keseluruhan yaitu, panjang 206 cm x lebar 60 cm. Mempunyai tegangan statik maksimum sebesar 19,36 MPa dengan defleksi 3,542 mm (<i>software inventor</i>). Dan tegangan statik maksimum sebesar 18,3 MPa dengan defleksi 3,35 mm (<i>manual</i>).
3	Aklis Pursadi dkk, (2017)	Analisis Perancangan Sasis Pada Gokart Dengan Penggerak Motor Bensin Manual 4 Langkah	Menganalisis serta merancang sasis gokart yang menggunakan suspensi dan penggerak mesin manual 4 langkah	Bahan yang digunakan adalah besi petak ST 37 dengan ukuran 3 x 3 cm sebanyak 8 meter dan mempunyai kekuatan tarik sebesar 360-370 N/mm ² . Serta dapat menopang beban maksimum sebesar 100kg.
4	Oktafatahna Laka dkk, (2018)	Perancangan dan Analisis Statik Sistem Rangka Mobil Hemat Energi “Asykar Hybrid Universitas Riau”	Merancang sistem rangka berdasarkan <i>regulasi Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) tipe urban concept</i> serta menghitung dan mensimulasikan pembebanan statik pada rangka kendaran	Ukuran rangka keseluruhan yaitu 2456 mm x 932 mm x 920 mm dan didapatkan tegangan statik maksimal pada batang utama sebesar 56,94 MPa (<i>manual</i>) dan 46,99 MPa (<i>simulasi</i>). Rangka utama masih dalam batas aman yaitu 4,39 Mpa dengan material carbon steel ST 37.

5	Alfino Adam Prayogo dkk, (2018)	Perancangan dan Pembuatan Rangka Pada Gokart Berbahan Bakar Gas LPG	Mengalasis rangka gokart menggunakan metode <i>fenite element analysis</i> dengan software solidwork	Bahan (<i>hollow iron pipe</i>) dengan ukuran keseluruhan 170 cm x 85 cm x 65 cm dan <i>wheel base</i> 135 cm serta <i>iron plate</i> lebar 2 cm tebal 2 cm. Dan hasil analisa tegangan chassis menggunakan software solidwork dengan nilai tertinggi 3,206e+007 N/m ² jauh dibawah yield strength yaitu 6,204e+0007.
6	Samuel Sinaga Hadi Pranoto (2020)	Analisis Kebutuhan Energi Motor Listrik Pada Mobil Hybrid Urban KMHE 2018	Mengetahui daya <i>input</i> dan <i>output</i> yang diberikan motor listrik (<i>speed control</i>) dengan variable yang dihasilkan mobil <i>hybrid</i> (paduan antara mesin bbm dengan motor listrik)	Pengujian dimulai dari injakan gas 10° - 50° dihasilkan apabila pedal gas diinjak semakin dalam maka tegangan yang dibutuhkan untuk memutar semakin menurun. Semakin besar beda potensial listrik antara dua sudut injakan pedal gas, maka semakin besar pula arus yang mengalir.

7	La Ode Muhammad Azdhar Baruddin	Analisis Pengaruh Kecepatan Terhadap Jarak dan Waktu Pengereman Pada Mobil Hybrid Urban KMHE 2018	Menganalisis pengaruh kecepatan terhadap jarak dan waktu pengeraman	Semakin tinggi kecepatan kendaraan maka semakin besar jarak pengereman yang dibutuhkan hingga mobil berhenti. Semakin tinggi kecepatan kendaraan maka waktu pengereman sampai kendaraan berhenti semakin lama. Jarak dan waktu pengereman dipengaruhi koefesien gesek.
---	--	--	--	--

2.2. Kontes Mobil Hemat Energi

Kontes mobil hemat energi (KMHE) merupakan suatu ajang unjuk kreatifitas seluruh mahasiswa baik dari universitas/institut/politeknik seluruh indonesia tingkat nasional yang mengutamakan ramah lingkungan serta pengiritan bahan bakar agar dapat dilintaskan dalam lintasan yang telah disediakan, dan diselenggarakan oleh pusat prestasi nasional (puspresnas) kementerian pendidikan dan kebudayaan (kemendikbud) Republik Indonesia. Bertujuan sebagai pengembangan *soft skill* ataupun *hard skill* yang menunjang kreatifitas, kedisiplinan serta pengaplikasian ilmu pengetahuan yang didapat dari pelajaran selama perkuliahan dan sebagai solusi dalam pemecahan masalah mengenai kelangkaan energi. Sehingga diperlukannya penelitian terlebih dahulu untuk menentukan konsep agar mendapatkan hasil yang memenuhi kriteria perlombaan. Adapun kategori kontes yang dilombakan diantaranya jenis *prototype* (kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan efisiensi) dan *urban concept* (tampilannya mirip mobil pada umumnya), dimana masing-masing menggunakan 4 kelas *engine* yaitu Motor Pembakaran Dalam (MPD) *Gasoline*, MPD *Diesel*, MPD Etanol dan Motor Listrik.

2.3. Regulasi Kontes Mobil Hemat Energi Kategori *Prototype*

Prototype merupakan salah satu jenis kendaraan yang diperlombakan dalam kontes mobil hemat energi nasional yang diadakan di Indonesia, *prototype* sendiri merupakan inovasi dalam teknologi otomotif yang memaksimalkan aerodinamika untuk keperluan lomba. Dalam kategori *prototype* ini terdiri dari beberapa kelas yaitu bensin, diesel, etanol, listrik. Adapun peraturan yang harus dilakukan oleh para peserta diantaranya:

1. *Prototype* harus mempunyai tiga buah roda, dengan dua buah roda didepan dan satu buah roda dibagian belakang yang selalu menempel pada lintasan.
2. Berat minimal pengemudi kendaraan *prototype* adalah 50 kg saat memakai peralatan *safety*.
3. Ukuran (dimensi) kendaraan kategori *prototype* berdasarkan regulasi KMHE nasional yaitu:
 - a. Ketinggian maksimal kendaraan adalah 100 cm.
 - b. *Track width* minimal 50 cm diukur dari titik kontak roda pada lintasan.
 - c. Jarak sumbu antara roda depan dan roda bagian belakang minimal 100 cm.
 - d. Lebar keseluruhan maksimal kendaraan adalah 130 cm.
 - e. Panjang keseluruhan maksimal kendaraan 350 cm.
 - f. Berat total kendaraan tanpa pengemudi adalah 140 kg.
4. *Rollbar* harus dapat menahan beban statik sebesar 70 kg dari segala arah.

2.4. Teori Dasar Perancangan *Design*

Pengertian perancangan adalah suatu proses pembuatan benda berdasarkan pemikiran dan imajinasi yang dimiliki oleh seorang perancang yang dituangkan dalam karya nyata dan didefinisikan secara terperinci yang melewati tahap-tahapan. Adapun tahapan yang harus dilewati diantaranya:

1. Membuat konsep produk yang akan dibuat dengan mementingkan kegunaan dan fungsinya.
2. Menentukan mekanisme dari suatu produk apakah akan statis atau dinamis.
3. Menggambar dalam bentuk dua dan tiga dimensi dengan sedetail mungkin.

4. Memasukkan data ataupun informasi mengenai komponen-komponen lain kedalam gambar.
5. Menganalisis kekuatan dari produk yang telah kita buat menggunakan *software* komputer.
6. Menentukan serta melakukan produksi terhadap benda yang telah diuji.

Pengertian desain (*design*) merupakan suatu kegiatan kreatif untuk merencanakan dan merancang sesuatu dalam kata lain desain (*design*) adalah rencana atau gambar yang dibuat untuk memperlihatkan tampilan dan fungsi dari suatu objek (*object*) sebelum dilakukannya perancangan. Proses desain pada umumnya memperhitungkan aspek fungsi, estetik dan berbagai macam aspek lainnya, yang biasanya datanya didapatkan dari riset, pemikiran,, maupun dari desain yang sudah ada sebelumnya. Proses (secara umum) juga dianggap sebagai produk dari desain, sehingga muncul istilah “perancangan proses”. Adapun unsur dari desain itu sendiri yang meliputi: titik, garis, bidang, ruang, gelap-terang, bentuk dan sebagainya.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa perancangan (desain) suatu pola yang dibuat untuk mengatasi masalah yang akan dihadapi dengan cara melakukan analisis terlebih dahulu.

2.5. Autodesk Inventor

Merupakan sebuah program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik terkhusus mengenai *design* (perancangan desain) dan *drawing* yang mempunyai fitur parametrik yang berarti semua objek dan hubungan antar geometri dapat dimodifikasi kembali walaupun geometrinya sudah jadi, tanpa perlu mengulang lagi dari awal. *Autodesk inventor* juga bisa memberikan simulasi pergerakan dari produk yang telah didesain dan mempunyai alat untuk menganalisis kekuatan. Memiliki kemampuan *automatic create technical 2D drawing* serta *bill of material* dan tampilan *shading* serta *renreding* pada *layout*. Tampilan dari *material* ataupun bahan tampak lebih nyata. Program ini merupakan program penyempurnaan dari *autodesk autocad* dan *autodesk*

mechanical desktop. Didalam *software inventor* sendiri mempunyai template yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan diantaranya:

1. *Sheet metal.ipt*
2. *Standart.ipt*
3. *Standart.iam*
4. *Weldment.iam*
5. *Standart.dwg*
6. *Standart.idw*
7. *Standart.ipn*

2.6. Teori Dasar Analisis

Analisis (*analysis*) merupakan suatu percobaan yang dilakukan dengan cara mengamati secara keseluruhan (*detail*) untuk dikaji lebih lanjut. Dimana kata analisa pertama kali berasal dari kata Yunani kuno “*analisis*” yang berarti melepaskan. Terbentuk melalui dua suku kata yaitu “*ana*” berarti kembali dan “*leuin*” berarti melepas jika digabungkan mempunyai arti melepas kembali atau menguraikan. Adapun metode analisis secara umum yang digunakan dalam suatu kegiatan yaitu:

1. Analisis data secara kualitatif, metode ini tidak dapat dilakukan dengan alat statistik melainkan menginterpretasi tabel, grafik ataupun angka.
2. Analisis data secara kuantitatif, metode menggunakan alat statistik. Dan alat bantu analisis yang perlu diketahui antara lain:
 - a. *Flow map*, penggambaran grafik dari Langkah-langkah urutan prosedur dari sebuah program.
 - b. Diagram konteks, terdapat sebuah proses yang menggambarkan hubungan antara sistem.
 - c. *Data flow* diagram, grafik yang menggambarkan aliran data dan transformasi.
 - d. Kamus data, katalog fakta tentang data dan kebutuhan informasi.
 - e. Merancang basis data.

2.7. Teori Dasar *Finite Element Analysis*

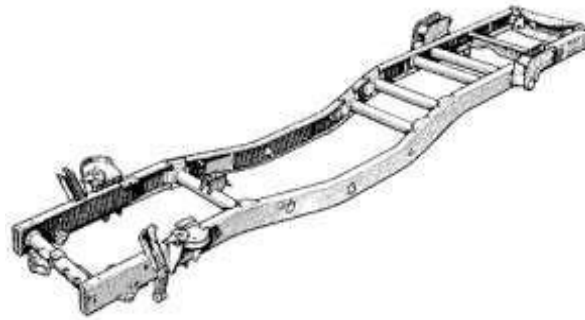
Kata “*Finite*” digunakan dalam metode ini untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut menjadi tidak tak terhingga yang biasa disebut dengan *element* yang terbentuk dari titik-titik sudut (*nodes*). FEA (*finite element analysis*) merupakan kata lain dari FEM (*finite element method*) konsep paling dasar adalah menyelesaikan masalah dengan cara membagi objek menjadi bagian-bagian yang akan di uji menjadi *element* berhingga (*finite*) dan tiap *element* saling terhubung satu sama lain. Kemudian bagian-bagian kecil inilah yang akan di analisa dan hasilnya akan digabungkan dengan keseluruhan pengujian agar mendapatkan hasil dari keseluruhan *material*/benda yang akan digunakan.

2.8. *Chassis*

Kerangka mobil (*chassis*) merupakan suatu bagian terpenting bagi sebuah kendaraan yang mempunyai fungsi sebagai penopang terbesar dalam suatu kendaraan serta sebagai tempat mounting mesin, suspensi, sistem kelistrikan dan pengemudi. Sehingga dibutuhkan *chassis* yang kuat tetapi ringan dan mengutamakan kenyamanan serta keamanan. Adapun jenis-jenis *chassis* diantaranya:

1. *Ladder frame*.

Ladder frame merupakan chassis yang memiliki bentuk seperti tangga. *Chassis ladder frame* ini dipasang dibagian bawah kendaraan untuk menopang bodi, mesin dan seluruh komponen suatu mobil dan lebih cocok digunakan untuk kendaraan yang memiliki bobot berat (*heavy duty*) seperti bus, truk dan kendaraan pengangkut lainnya. Bahan dari *chassis ladder* biasanya menggunakan baja simetris atau model balok yang diperkuat dengan *cross members* sehingga konstruksinya menjadi kokoh. Keuntungan dari *chassis* ini yaitu mudah dilakukan pendesainan ulang (*facelift*) dan mudah dimodifikasi. Sedangkan kekurangannya dikarenakan *material* yang digunakan memiliki bobot yang berat sehingga kinerjanya lebih rendah dari jenis *chassis* lain.



Gambar 2.1. *Ladder Frame* [13]

2. *Monocoque chassis*.

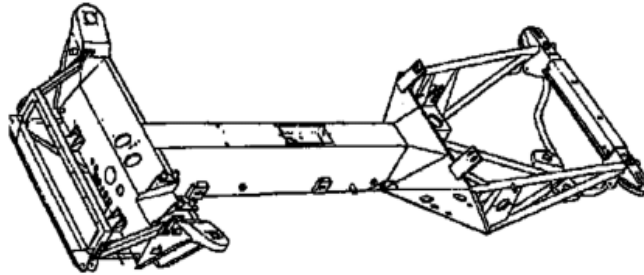
Merupakan *chassis* mobil yang dibuat menyatu sebagai bodi mobil. Dalam bahasa Prancis, *monocoque* berarti rangka tunggal. Jadi maksudnya, bagian terluar bodi mobil di desain sedemikian rupa sehingga sekaligus berfungsi sebagai kerangka kuat yang melindungi ruang kabin dari benturan. Alasan mengapa *chassis* ini lebih banyak digunakan oleh jenis mobil ringan salah satunya adalah untuk efisiensi proses produksi karena sudah tidak perlu membuat bodi mobil lagi lalu menyatukannya dengan *chassis*. Kelebihan *chassis monocoque* adalah jika mobil melalui medan yang kurang stabil maka ruang kabin akan tetap aman karena benturan. Dan mempunyai bobot ringan. Sedangkan kekurangan dari *chassis* jenis ini yaitu sulit dilakukan pendesainan ulang (*facelift*) karena bodi mobil yang menyatu dengan *chassis* serta sulit dilakukannya pembongkaran.



Gambar 2.2. *Monocoque Chassis* [13]

3. *Backbone chassis.*

Merupakan *chassis* mobil berfungsi sebagai tulang rangka utama tunggal (*backbone*) yang melintang disepanjang bagian tengah mobil sehingga bagian depan dan bagian belakang mobil saling terhubung.



Gambar 2.3. *Backbone chassis* [1]

4. *Tubular space frame.*

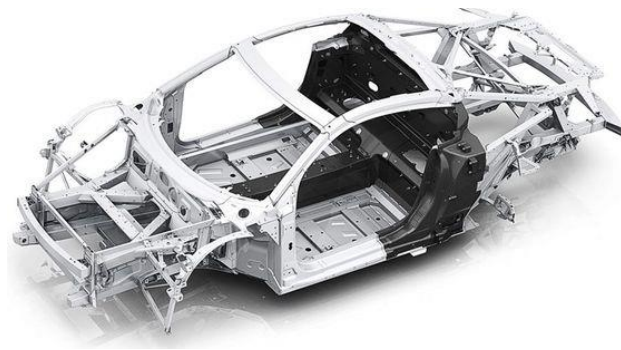
Tubular space frame merupakan jenis *chassis* yang menggunakan bermacam pipa baja untuk dirangkai dan dibentuk sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk mobil secara umum sesuai konstruksi yang diinginkan. Kekuatan *chassis* jenis *tubular space frame* ini sangat tergantung dari mutu dan kualitas sambungan las tiap sendi. Contohnya adalah *chassis* mobil balap, hampir semua jenis mobil balap menggunakan *chassis* jenis *tubular space frame chassis*. Kelebihan *chassis* ini mudah didesain dan mudah dilakukan penambahan komponen. Namun, hal itu akan menemui beberapa kesulitan karena semua komponen sudah tersusun dan sambungan yang berbentuk segitiga.



Gambar 2.4. *Tubullar Space Frame* [1]

5. Aluminium *space frame*.

Aluminium *space frame* merupakan *chassis* mobil yang dibuat seperti *chassis monocoque* namun menggunakan bahan aluminium seluruhnya. *Chassis* aluminium diklaim akan menggantikan *chassis mocoque* karena memiliki beberapa keunggulan, seperti bobotnya lebih ringan 40% dari jenis *chassis monocoque* dan mempunyai *material* keras 40% dari jenis *chassis* lainnya.



Gambar 2.5. Aluminium *space frame* [1]

2.9. Sifat *Material*

Dalam melakukan perancangan suatu produk, maka perlu diketahui sifat-sifat dari *material* guna mempermudah dalam pemilihan bahan yang sesuai dengan fungsi serta prinsip kerja dari produk (komponen) tersebut. Berdasarkan pengetahuan secara garis besar (bidang teknik) maka sifat-sifat *material* terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. Sifat mekanik.

Merupakan sifat yang paling penting dalam menentukan bahan untuk perancangan suatu produk (komponen). Dikarenakan sifat ini memiliki respon (kelakuan) terhadap *material* yang diberikan beban mekanik, dapat berupa beban statik ataupun beban dinamik. Perbedaan dari kedua beban ini terdapat pada fungsi waktu yaitu, beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu. Sifat mekanik meliputi diantaranya:

- a. Kekuatan (*strength*), kemampuan suatu bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan tersebut menjadi patah.

- b. Kekerasan (*hardness*) adalah ketangguhan dari bahan bila dilakukannya penelakanan (*penetrasi*).
- c. Ketangguhan (*toughness*), kemampuan material untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan.
- d. Kekakuan (*stiffness*) merupakan sifat bahan yang mampu regang pada tegangan tinggi tanpa diikuti regangan besar.
- e. Kekenyalan (*elasticity*), tidak terjadinya perubahan bentuk yang permanen pada suatu bahan yang diberikan tegangan.
- f. Kegetasan (*brittleness*) merupakan suatu sifat bahan yang mengalami pergeseran secara permanen apabila dilakukan peregangan.
- g. Melar (*creep*) merupakan suatu sifat yang mengalami deformasi plastik apabila dilakukan pembebana dengan skala besar dan waktu yang lama pada suhu tinggi.
- h. Plastisitas (*plasticity*) merupakan bahan yang dapat berubah bentuk ptanpa mengalami kerusakan.
- i. Keuletan (*ductility*) sifat ini biasanya digunakan dalam bahan besi lunak, tembaga, aluminium, nikel dan sebagainya.
- j. Kelelahan (*fatigue*), kecenderungan dari suatu bahan untuk menjadi patah bila menerima beban bolak-balik (*dynamic load*) yang besar.

2. Sifat fisik

Kemudian sifat penting dalam pemilihan material yang kedua ada sifat fisik yaitu respon (kelakuan) dari suatu karakteristik fisik ataupun kondisi dari bahan itu sendiri. Dalam kata lain bukan dipengaruhi oleh pembebanan ataupun pemanasan dan sebaliknya yang menyebabkan kerusakan bahan. Contoh sifat yang berkaitan diantaranya:

- a. Titik cair.
- b. Konduktivitas panas dan listrik.
- c. Massa jenis.
- d. Warna.
- e. Ketahanan korosi.

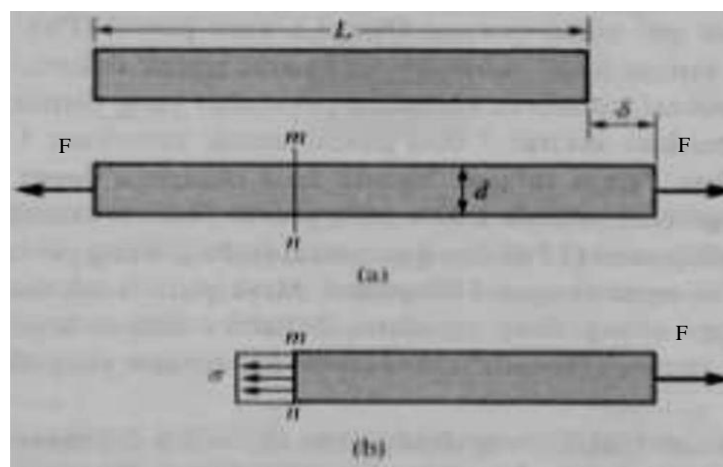
3. Sifat teknologi.

Dan terakhir ada sifat teknologi yang mempunyai kemampuan bahan untuk diproses lanjut dengan cara dipotong, dicor, dilas ataupun proses lainnya.

2.10. Mekanika Teknik

Dalam melakukan analisa tegangan pada rangka kendaraan perlu adanya pemahaman mengenai mekanika teknik. Mekanika teknik sendiri merupakan ilmu yang mempelajari perilaku struktur atau mesin terhadap beban yang bekerja padanya. Adapun tegangan yang terjadi dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Tegangan normal adalah intensitas gaya yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap penampang yang mengalami tegangan. Bila gaya-gaya luar yang bekerja pada suatu batang sejajar terhadap sumbu utamanya dan potongan penampang batang tersebut konstan, tegangan internal yang dihasilkan adalah sejajar terhadap sumbu tersebut. Gaya-gaya seperti itu disebut gaya aksial, dan tegangan yang timbul dikenal sebagai tegangan aksial. Konsep dasar dari tegangan dan regangan dapat diilustrasikan dengan meninjau sebuah batang prismatik yang dibebani gaya-gaya aksial F pada ujung-ujungnya. Untuk menyelidiki tegangan-tegangan internal yang ditimbulkan gaya-gaya aksial dalam batang maka dibuat suatu pemotongan garis khayal (*cross section*) yang tegak lurus sejajar sumbu longitudinal batang.



Gambar 2.6. Batang Prismatik Yang Dibebani Gaya Aksial [11]

Tegangan normal dapat berbentuk:

- a. Tegangan tarik (*tensile stress*) adalah tegangan normal yang menghasilkan tarikan pada sebuah batang yang mengakibatkan batang menjadi meregang atau bertambah panjang. Maka gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tarik pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.



Gambar 2.7. Tegangan Tarik [11]

- b. Tegangan tekan (*compressive stress*) adalah tegangan normal yang mendorong sebuah batang sehingga menghasilkan pemendekan.



Gambar 2.8. Tegangan Tekan [11]

2. Tegangan geser adalah intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas permukaan.
3. Tegangan ijin adalah tegangan yang tidak boleh dilampaui dibagian manapun dalam struktur bahan.
4. Regangan merupakan pemanjangan bentuk per satuan panjang pada suatu batang. Semua bagian bahan yang mengalami gaya-gaya luar, dan selanjutnya tegangan internal akan mengalami perubahan bentuk (regangan). Regangan sendiri dapat berbentuk:

- a. Regangan normal adalah regangan yang diakibatkan tegangan normal.

Regangan tarik akan terjadi apabila suatu batang mengalami gaya tarik.