

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Perancangan Terdahulu

*Chassis* adalah tulang punggung struktural penting dari sebuah mobil, terutama di mobil berpenumpang tunggal. Desain yang baik memungkinkan sasis yang ringan dan kaku dibuat dengan biaya minimal tanpa mengurangi keselamatan pengemudi. Untuk merancang dan menganalisis sasis tubular bingkai ruang yang akan digunakan dalam FSAE. Student Formula (FS) adalah kompetisi motorsport pendidikan paling mapan di Eropa, dijalankan oleh Institution of Mechanical Engineers. Ini adalah mitra Eropa dari Formula SAE, yang telah diadakan setiap tahun di Amerika Serikat sejak tahun 1978. Kompetisi ini bertujuan untuk menantang para mahasiswa untuk membuat, merancang, membangun dan membalap mobil balap roda terbuka mereka sendiri R. K. Rajput, (2017). *Strength of Materials, 4th Ed.S.Chand Inc.*

Tubular menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah bentuk atau kesatuan yang berbentuk pipa. Tubular masuk ke dalam Bahasa Inggris yaitu Bahasa Jermanik yang pertama kali dituturkan di Inggris pada awal pertengahan dan saat ini merupakan Bahasa yang paling umum digunakan di seluruh dunia

Tubular dalam dunia teknik adalah suatu sistem, konstruksi, atau struktur untuk menahan beban lateral dari angin, anginanan seismik (gempa), benturan, ataupun sebagainya Ali, Mir M, Moon Kyong Sun (2007)

Sistem ini dikembangkan pada tahun 1960 oleh Insinyur Fazrul Rahman Khan, dan telah digunakan untuk membangun gedung-gedung paling tinggi saat itu. Sistem tabung dapat dibangun menggunakan beton, baja atau komposit lainnya. Dalam bentuk sederhana, kolom j=arak dekat diikat bersama dengan balok sprandel yang melalui koneksi momen sebagai bagian dari perimeter eksternal bangunan.

Jhon Hancock Center, Chicago (1965) bangunan pertama menggunakan rangka tabung. Dibangun mulai tahun 1965 dan selesai pada 1969. Konsep sistem tabung didasarkan pada gagasan bahwa sebuah bangunan dapat dirancang untuk menahan beban lateral dengan mendesainnya sebagai penopang berlubang yang tegak lurus dengan tanah. Dalam perwujudan paling sederhana dari tabung, perimeter bagian luar terdiri dari kolom-kolom berjarak dekat yang diikat bersama dengan balok-balok *spandrel* yang dalam melalui koneksi-koneksi momen. Rangkaian kolom dan balok ini membentuk kerangka kaku yang membentuk dinding struktural padat dan kuat di sepanjang eksterior gedung

#### 2.2 Definisi *Chassis*

*Chassis* kendaraan mengacu pada struktur pendukung utama atau tulang punggung kendaraan, dimana setiap komponen kendaraan dan semua sistem mobil terpasang *Patil, dkk. (2013)*. Semua bodi kendaraan memiliki dua bagian yaitu sasis dan *bodywork* atau *superstruktur*, Karaoglu dan Kur,alay (2002). Kerangka adalah tempat utama untuk

menopang semua komponen kendaraan, termasuk bodi kendaraan yang terpasang dan diikat dengan sekrup ke sasis *Srinivasan, (2007), Naveen dan Kumar, (2014)*.

## 2.3 Jenis Chassis

### 2.3.1 Ladder Frame

Bentuk *chassis* yang mirip tangga ini merupakan *chassis* yang paling tua dalam sejarah dunia otomotif . *Ladder chassis* banyak digunakan untuk kendaraan yang memiliki beban berat, contohnya adalah bus, truk, dan kendaraan pengangkut.



**Gambar 2.3.0 Ladder Frame Chassis**

*Sumber: Buku Kerangka Kendaraan Naveen dan Kumar, (2014).*

Bahan sasis ladder terbuat dari material yang sangat kuat seperti baja simetris atau model balik yang diperkuat dengan *crossmembers* . Karena material berat, otomatis sasis ini memiliki frame yang berat sehingga tidak cocok untuk diaplikasikan ke mobil penumpang.

Uniknya, sasis *ladder* diproduksi pertama kali bukan menggunakan bahan yang kuat seperti besi. Sasis *ladder* pertama kali dibuat menggunakan bahan kayu wood. Di Amerika, sasis *ladder* masih kerap digunakan karena mereka dulu berpikir bahwa sasis ini akan lebih mudah dilakukan *face-lift* (penggantian desain) tanpa harus mengubah sasis.

Keuntungan menggunakan *chassis ladder* adalah mudah untuk didesain dan dimodifikasi, lebih cocok untuk kendaraan berat, serta mudah untuk dilakukan reparasi. Sisi minusnya menggunakan ladder chassis adalah karena materialnya berat, kinerja rangka menjadi lebih rendah daripada sasis jenis lain dan akan lebih boros bahan bakar.

### 2.3.2 Monocoque Chassis

*Chassis monocoque* umum digunakan pada mobil penumpang. Monokok pertama kali dipublikasikan pada tahun 1923 oleh mobil Lancia Lambda. Kemudian perlahan *chassis monocoque* sudah tidak menggunakan sasis batang lagi melainkan menggabungkan setiap komponen bodi mobil yang dapat menopang mesin dan segala komponen penyusun mobil.



**Gambar 2.3.1 Monocoque Chassis**

*Sumber: Buku Kerangka Kendaraan Naveen dan Kumar, (2014).*

Alasan mengapa *chassis monocoque* banyak digunakan pada kendaraan ringan serta mobil penumpang adalah untuk keefisienan proses produksi karena tidak membutuhkan bodi lagi. Keunggulan sasis yang digabung dengan bodi mobil adalah ketika kendaraan melewati jalanan yang tidak stabil, maka ruang kabin akan menjadi lebih aman disebabkan gaya benturan akan langsung disalurkan ke bodi. Lain halnya dengan sasis jenis lain yang jika mengalami benturan, maka akan ada bagian bodi yang juga terkena benturan.

Kelemahan *chassis monocoque* adalah bila terjadi tabrakan akan mengalami kesulitan perbaikan karena sasis menyatu dengan bodi. Jika ingin melakukan facelift, maka harus mengubah bentuk rangka dan dirombak besar-besaran.

### **2.3.3.1 Tubular Space Frame Chassis**

*Chassis* jenis ini didesain menggunakan campuran dari jenis besi balok atau jenis besi pipa yang kemudian dirakit. Indikatornya, sasis jenis ini memiliki bentuk mirip dengan konstruksi kendaraan khusus. Contohnya ada pada mobil balap. Hampir semua mobil balap menggunakan sasis tipe ini. Keunggulannya, sasis jenis ini sangat mudah untuk didesain dan dilakukan penambahan komponen. Kesulitannya, struktur sasis ini mengharuskan untuk semua komponen yang tersusun sudah tersambung dengan baik dan ter triangulasi (tersusun dari sambungan model segitiga).



**Gambar 2.3.2 Tubular Frame**

*Sumber: Buku Kerangka Kendaraan Naveen dan Kumar, (2014).*

Keuntungan *chassis tubular* ini memiliki konstruksi yang lebih rigid dibanding *chassis* lainnya. Dan memiliki kekuatan dan kekakuan yang besar karena penopang beban terbuang pada struktur *triangulasi* yang sudah tersambung menjadi rangka.

#### **2.3.4 Aluminium Space Frame Chassis**

Pertama kali diperkenalkan oleh Audi bersama dengan perusahaan pembuat aluminium Alcoa. Sasis aluminium diklaim sebagai pengganti dari sasis monokok yang biasa digunakan untuk mobil penumpang. Keunggulan utamanya adalah memiliki bobot yang lebih ringan 40% dari sasis yang bentuknya sama persis dengan material non aluminium. Walaupun sasis ini terbuat dari aluminium, namun kerangkanya lebih rigid 40% dari tipe sasis lainnya



**Gambar 2.3.3 Aluminium Space Frame**

*Sumber: Buku Kerangka Kendaraan Naveen dan Kumar, (2014).*

## 2.4 Perkembangan Chassis Tubular

Dunia balap mulai menyadari pentingnya struktur sasis dan kekakuan torsional. Para insinyur luar angkasa mulai beralih tubular pada 1950-an dan 1960-an. Konstruksi *spaceframe tubular* pertama kali dimulai di industry aerospace saat era perang dunia kedua kembali terjadi. Karena ada sedikit terobosan dalam pengembangan sasis untuk aplikasi balap. Insinyur mulai mencari inspirasi di luar industri mobil dan mulai menyadari aplikasi yang memungkinkan penerapannya dari konstruksi *spaceframe tubular* ke konstruksi sasis. Pada konstruksi sasis ini ekstrusi diatur secara spesial dengan beberapa cara yang dilakukan pada rangka ini LIEW ZHEN HUI (B.Eng. Hons., NUS) 2012.



Gambar 2.4.1 Suzuki Attack Speed

Sumber: Suzuki100th

Ekstrusi adalah proses untuk membuat benda dengan penampang tetap. Keuntungan dari proses ekstrusi adalah bisa membuat benda dengan penampang yang rumit, bisa memproses bahan yang rapuh karena pada proses ekstrusi hanya bekerja tegangan tekan, sedangkan tegangan tarik tidak ada sama sekali. Aluminium, tembaga, kuningan, baja dan plastik adalah contoh bahan yang paling banyak diproses dengan ekstrusi. Contoh barang dari baja yang dibuat dengan proses ekstrusi adalah rel kereta api Harper, Charles A. (2000). *Modern Plastics Handbook (edisi ke-1st)*. Mc Graw Hill. hlm. 5.55–5.84.

Selama dunia balapan berlangsung, para insinyur takjub dengan konstruksi sasis tubular karena efektivitasnya pada Kekakuan sehingga meningkatkan torsional struktural sasis. Dengan munculnya sasis tubular, pengembangan mobil balap mengalami lompatan besar. Seperti waktu perkembangannya, mobil balap menjadi lebih ringan, lebih cepat dan lebih mudah diprediksi karena karakteristik yang sangat baik dari sasis tubular. Namun, masih ada kekurangannya pada jenis konstruksi sasis ini. Pembuatan sasis tubular menerapkan desain dan assymling yang memakan waktu. Perlengkapan peralatan dan jig yang rumit diperlukan pada proses pengelasan sasis untuk hasil yang tepat. Sasis tubular tak lepas dari permasalahan perbaikan dalam masa pengembangannya (B.Eng. Hons., NUS) 2012

## 2.5 Definisi Aluminium 6061

Aluminium ialah unsur kimia. Lambang aluminium ialah *Al*, dan nomor atomnya 13. Aluminium ialah logam paling berlimpah. Aluminium bukan merupakan jenis logam

berat, tetapi merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi dan paling berlimpah ketiga.

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

6061 adalah paduan aluminium yang diperkeras curah hujan, mengandung magnesium dan silikon sebagai elemen paduan utamanya. Awalnya disebut "Alloy 61S", ini dikembangkan pada tahun 1935. Ini memiliki sifat mekanik yang baik, menunjukkan kemampuan las yang baik, dan sangat umum diekstrusi (kedua dalam popularitas hanya 6063). Ini adalah salah satu paduan aluminium yang paling umum untuk keperluan umum. *ASM Material Data Sheet, Aluminum Standards and Data 2006 Metric SI, by the Aluminum Association Inc.*

Spesifikasi Alumunium 6061	
Densitas	2,7g/cc
Modulus Elastisitas	68,9GPa
Kekuatan Tekan	310MPa
Kekuatan Geser	207MPa
Kekuatan tekan	120Kg/mm

**Tabel 2.5.1 Spesifikasi Alumunium 6061**

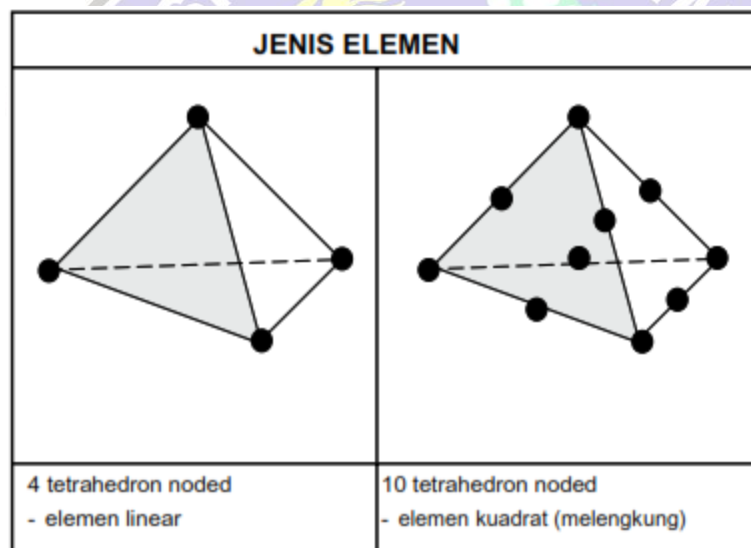
*Sumber:ASM Material Data Sheet,*

Alumunium ini umumnya tersedia dalam kelas pra-tempered seperti 6061-O (anil), nilai *tempered* seperti 6061-T6 (usia dioptimalkan dan buatan) dan 6061-T651 (solusi, peregangan bebas stres dan usia buatan).

6061 sangat mudah disambung atau dilas, misalnya menggunakan pengelasan gas inert tungsten (TIG) atau pengelasan gas inert logam (MIG). Biasanya, setelah pengelasan, sifat-sifat di dekat las adalah dari 6061-T4, kehilangan kekuatan sekitar 40%. Bahan tersebut dapat dipanaskan ulang untuk mengembalikan suhu mendekati -T6 untuk seluruh bagian. Setelah pengelasan, material dapat menua secara alami dan mengembalikan kekuatannya juga. Sebagian besar kekuatan pulih dalam beberapa hari pertama hingga beberapa minggu. Namun demikian, Aluminium Design Manual (Aluminium Association) merekomendasikan kekuatan desain material yang berdekatan dengan lasan untuk diambil sebagai 165 MPa / 24000 PSI tanpa perlakuan panas yang tepat setelah pengelasan. Bahan pengisi yang umum adalah 4043 atau 5356. *ASM Handbook, Volume 2: Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials ASM Handbook Committee, p 102 DOI: 10.1361/asmhba0001060*

## 2.6 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga atau *finit elemen metode (FEM)* adalah teknik numeric matematik berbasis komputer berfungsi untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur teknik. Banyak *software* analisis lainnya didasarkan pada *FEM* dimana komponen-komponen dipecah menjadi banyak elemen kecil. Sebagai asumsi adalah perpindahan komponen yang bersifat kuantitas dan bertindak atas setiap elemen dengan cara yang telah ditentukan dan dengan jumlah serta jenis elemen yang dipilih sehingga dapat didistribusi secara keseluruhan. Distribusi di masing – masing elemen ini umumnya disajikan oleh polimial apakah itu linear, kuadrat, atau bahkan kubik. Hal ini penting untuk dicatat bahwa *FEM* selalu perkiraan komponen yang sebenarnya dan sifatnya akan memiliki kesalahan karena diskritisasi - batas terutama di sekitar melengkung atau geometris komponen kompleks. Kesalahan ini karena diskritisasi dapat dikurangi dengan baik menentukan elemen lebih atau menggunakan polinomial orde tinggi untuk mendekati distribusi kuantitas yang tidak diketahui atas elemen - juga disebut fungsi interpolasi sebagai polinomial.



Gambar 2.6.1 Jenis Elemen

Sumber: *FEM-FEA Inventor 2019 Student*

Kebanyakan perangkat lunak elemen hingga menggunakan metode, khususnya yang dikenal sebagai proses H-perbaikan, yang perangkat lunak berjalan melalui proses berulang mengurangi jumlah elemen pada setiap iterasi sampai hasil telah berkumpul.

Metode terakhir, menggunakan polinomial orde tinggi, disebut proses *P* - perbaikan, di mana perangkat lunak meningkatkan urutan polinomial pada setiap iterasi mulai dari 1 (linear) ke 2 (kuadrat), 3 (kubik), dan sebagainya di. Pendekatan lain untuk mengurangi kesalahan karena diskritisasi adalah dengan menggunakan elemen yang lebih tinggi (Wasim Younis, 2011).

## 2.7 Tegangan Dan Regangan

### 2.7.1 Tegangan

Tegangan diidentifikasi sebagai tahanan terhadap gaya-gaya luar yang di ukur dalam bentuk gaya yang di timbulkan per satuan luas (*Jensen dan Chenoweth, 1989: 1*).

Dalam menentukan bahan untuk pembuatan suatu struktur atau komponen, maka hal yang paling utama yang harus ditentukan adalah tegangan yang mampu diberikan pada struktur tersebut. Menurut *Jensen dan Chenoweth (1989: 4)* tegangan ijin merupakan bagian kekuatan batas yang bisa aman digunakan pada perancangan. Istilah dalam tegangan kerja dan tegangan kerja aman memberikan pengertian yang sama dan keduanya digunakan secara luas.

Tegangan yang bekerja pada penampang bahan dapat dirumuskan sebagai berikut : (*Singer dan Pytel, 1985: 5*)

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$\sigma$  = Tegangan atau gaya per satuan luas ( $N/m^2$ )

P = Beban (N)

A = Luas Penampang ( $m^2$ )

### 2.7.2 Regangan

Menurut *Shigley dan Mitchell (1984: 41)* regangan adalah jumlah pertambahan panjang atau pemuaian, sedangkan satuan regangan adalah pertambahan panjang per satuan panjang dari batang tersebut. Menurut *Singer dan Pytel (1985: 32)* untuk memperoleh satuan regangan, maka dilakukan dengan membagi perpanjangan ( $\delta$ ) dengan panjang (L) yang telah diukur, dengan demikian rumusnya :

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

Keterangan :

$\epsilon$  = Regangan

$\delta$  = Perubahan aksial total (mm)

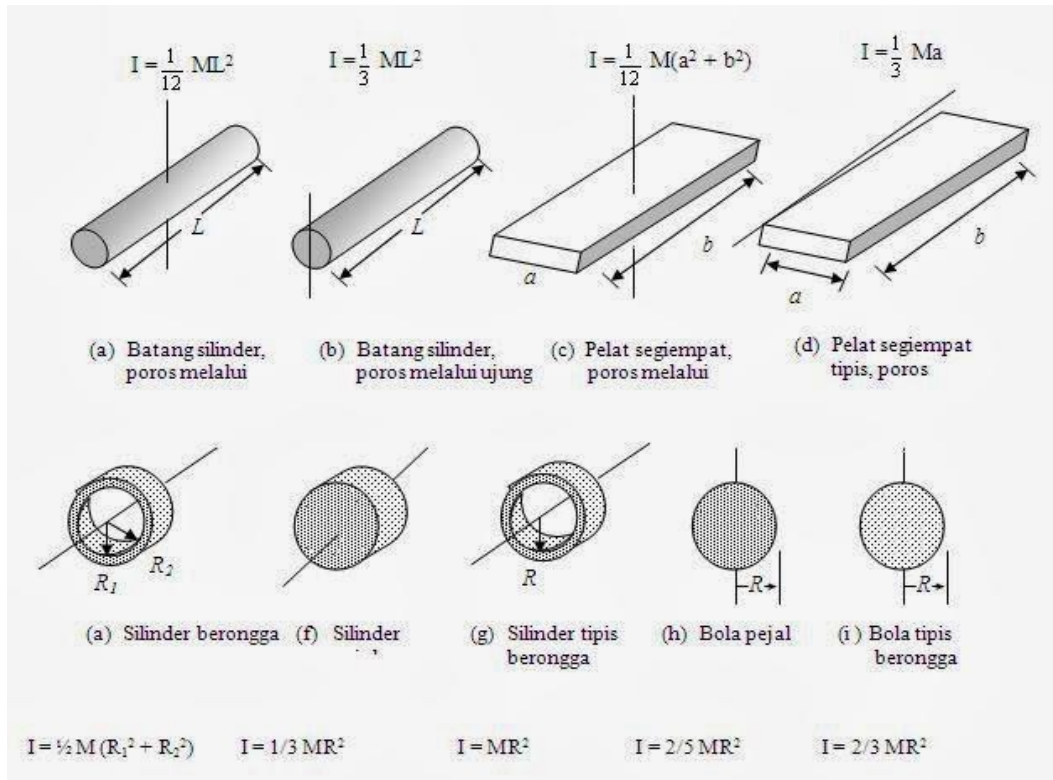
L = Panjang Batang (mm)

### 2.7.4 Momen Inersia

Momen inersia dari suatu luasan merupakan konsep abstrak dalam ilmu kekuatan bahan. Konsep ini bukan merupakan sifat dari luasan, tetapi lebih merupakan besaran matematis murni dan merupakan konsep yang sangat penting di dalam mempelajari kekuatan bahan (*Zainuri, 2008*). Inersia adalah sebuah kecenderungan suatu benda untuk dapat mempertahankan keadaannya yang naik itu tetap diam atau bergerak. Benda yang sukar bergerak juga dapat dikatakan memiliki inersia yang besar. Bumi yang selalu dalam keadaan rotasi juga memiliki inersia rotasi.



Momen Inersia adalah sebuah ukuran besarnya kecenderungan berotasi yang ditentukan oleh suatu keadaan benda atau partikel penyusunnya. Kecenderungan sebuah benda tersebut untuk mempertahankan suatu keadaan diam atau bergerak lurus beraturan disebut dengan Inersia. Inersia disebut juga dengan Lambam. Keadaan alami benda ini dapat berkaitan erat dengan hukum I Newton. Oleh karena itu, Hukum I Newton dapat disebut juga hukum inersia atau hukum kelembaman.



Gambar 2.7.4.1 rumus momen inersia  
 Sumber: *Tegangan dan Regangan, Budi S 2019*

### 2.7.5 kekuatan Tarik

Kekuatan tarik (*tensile strength, ultimate tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah (Irwan 2009:5). Kekuatan tarik adalah kebalikan dari kekuatan tekan, dan nilainya bias berbeda. Menurut Carli, dkk (2012:21) menyatakan semakin tinggi kekuatan tarik bahan, bahan tersebut akan semakin tahan terhadap gaya tarik sehingga bahan lebih kuat dan tidak mudah putus saat menerima tegangan.

### 2.7.6 Safety Factor

Shigley dan Mitchell (1984: 11) menyatakan definisi faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan suatu mesin. Sedangkan menurut Jensen dan Chenoweth (1989: 4) menyatakan faktor keamanan adalah perbandingan tegangan rusak terhadap tegangan izin. Sedangkan tegangan izin merupakan bagian

kekuatan batas yang biasa aman digunakan dalam perancangan (Jensen dan Chenoweth, 1989: 4).

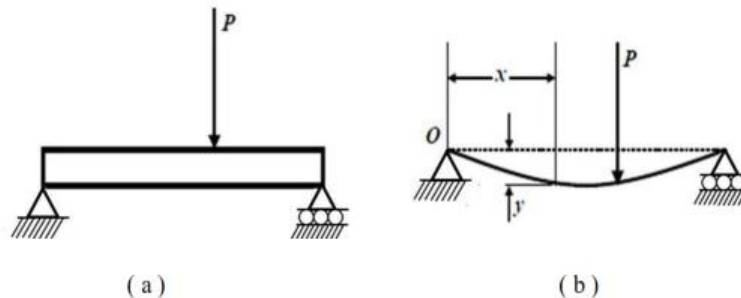
Secara teoritis nilai faktor keamanan yang digunakan dalam skala industri adalah minimal 4. Adapun sebagai pedoman, menurut Mott (2009: 164) untuk menentukan faktor keamanan suatu struktur yang akan dirancang dapat menggunakan aturan berikut:

- a)  $n = 1,25$  hingga  $2,0$  untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.
- b)  $n = 2,0$  hingga  $2,5$  untuk perancangan elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan.
- c)  $n = 2,5$  hingga  $4,0$  untuk perancangan struktur statis atau elemen - elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.
- d)  $n = 4,0$  atau lebih untuk perancangan struktur statis atau elemen - elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beberapa kombinasi beban, sifat-sifat bahan, analisis tegangan, atau lingkungan.

### 2.7.7 Defleksi

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok atau batang dalam arah vertikal dan horisontal akibat adanya pembebanan yang diberikan pada balok atau batang (Joko 2010: 12). Sumbu sebuah batang akan terdeteksi dari kedudukannya semula bila benda dibawah pengaruh gaya terpakai. Dengan kata lain suatu batang akan mengalami pembebanan transversal baik itu beban terpusat maupun terbagi merata akan mengalami defleksi.

Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Gambar a memperlihatkan batang pada posisi awal sebelum terjadi deformasi dan b adalah batang dalam konfigurasi terdeformasi yang diasumsikan akibat aksi pembebanan.



**Gambar 2.7.7.1 Defleksi yang terjadi pada batang**

*Sumber: Deflection, Jhon Hancock, 2014*

Jarak perpindahan  $y$  pada gambar 2.8 didefinisikan sebagai defleksi batang. Disamping faktor tegangan, spesifikasi untuk rancang bangun sering ditentukan oleh adanya defleksi. Dengan demikian, batang yang dirancang dengan baik tidak hanya mampu

menahan beban yang akan diterimanya, tetapi juga harus mampu mengatasi terjadinya defleksi sampai batas tertentu.

## 2.8 Regulasi Teknis KMHE 2020

Pasal 40: Ukuran (dimensi) Kendaraan Kelas Prototype ;

- a. Ketinggian maksimal kendaraan adalah 100 cm.
- b. Ketinggian maksimal diukur dari bagian ruang kemudi, yaitu 1,25 kali jarak antar roda paling luar (track width). Pengukuran dimensi ketinggian bodi harus dicapai oleh singularitas desain dan bukan pada peralatan tambahan.
- c. Track width minimal 50 cm diukur dari titik kontak roda pada lintasan.
- d. Jarak sumbu roda depan dengan belakang (wheelbase) minimal 100 cm.
- e. Lebar keseluruhan kendaraan maksimal 130 cm.
- f. Panjang keseluruhan kendaraan maksimal 350 cm. g. Berat total kendaraan, tanpa Pengemudi, adalah maksimal 140 kg

Pasal 26: Kekuatan dan Kekakuan Rangka *Chassis/ Monocoque*

- a.) *Chassis kendaraan* harus dilengkapi dengan *roll bar* yang memanjang berjarak sekitar 5 cm di sekitar helm pengemudi yang duduk pada posisi mengemudi normal dengan sabuk pengaman terpasang.
- b.) *Roll bar* ini harus melebar melebihi bahu pengemudi ketika pengemudi duduk pada posisi mengemudi normal dengan sabuk pengaman terpasang. Diperbolehkan menggunakan *roll* berjenis pipa atau panel. Jika menggunakan *roll bar* jenis pipa, *roll bar* harus dibuat dari logam. *Roll bar* panel adalah struktur kaku yang memisahkan ruang kemudi dengan ruang *engine*. *Roll bar* panel tersebut harus menyatu dengan rangka *chassis* kendaraan atau *monocoque*.
- c.) *Roll bar* harus dapat menahan beban *static* sebesar 700 N (~70 kg) pada arah vertikal, horizontal (pada segala arah) atau tegak lurus tanpa mengalami deformasi.

## 2.9 Proses Analisa dan Simulasi

Dalam suatu pekerjaan pembuatan kendaraan, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahapan-tahapan tersebut adalah suatu rangkaian atau rantai produksi dalam suatu pekerjaan. Berfokus pada pembuatan *chassis tubular* untuk kendaraan prototype. Desain body kemudian dilakukan analisa dan simulasi dengan menggunakan *Software Autodesk Inventor 2019 Student* dimana dimensi mengacu pada regulasi teknis KMHE 2020.