

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mobil Listrik

Mobil listrik merupakan mobil yang digerakkan menggunakan motor listrik dengan penyimpanan energinya pada baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya. Mobil listrik populer pada pertengahan abad ke-19 dan awal abad ke-20. Hal ini disebabkan karena mobil listrik menawarkan kenyamanan dan pengoperasian yang mudah yang tidak dapat dicapai oleh kendaraan-kendaraan bermesin bensin saat itu.

Seiring dengan perkembangan zaman, negara-negara di dunia mulai mengembangkan mobil listrik. Perspektif mobil listrik sangat cerah dalam bidang penelitian dan bisnis. Mobil listrik tidak memiliki emisi gas buang seperti mobil internal combustion, kebisingan mobil sangat rendah, namun harga dan perawatan mobil yang relatif mahal. Hal tersebut yang ingin dipecahkan oleh negara-negara di dunia, termasuk Indonesia.

2.2 Perencanaan dan Gambar Teknik

Perencanaan produksi produk merupakan bagian yang sangat besar dan menentukan kualitas produk. Perencanaan merupakan kegiatan awal dari rangkaian kegiatan sampai dengan proses produksi produk, maka dalam tahap ini juga ditentukan apa dan bagaimana melakukannya, termasuk merencanakan tahap-tahap pembuatan produk agar berjalan dengan kualitas yang baik. , disini juga didefinisikan, jika sudah diputuskan pada tahap desain maka masuk ke tahap desain yang dimulai pada tahap desain dengan penjelasan bentuk-bentuk desain. Proses desain itu sendiri adalah kemampuan untuk menggabungkan ide-ide, prinsip-

prinsip ilmiah, sumber daya dan seringkali produk yang sudah ada sebelumnya untuk memecahkan suatu masalah, sedangkan kemampuan untuk memecahkan masalah dalam desain itu adalah hasil dari pendekatan masalah yang terorganisir dan sistematis (Giesecke et al., 1999:6).

Menurut Harsokusoerno (1999:2) Gambar desain produk merupakan hasil akhir dari proses desain. Setelah membuat gambar desain, produk baru diproduksi. Gambar desain produk adalah gambar teknis yang dibuat di atas kertas dua dimensi standar. Dalam bentuknya yang modern, gambar desain produk merupakan data digital yang disimpan dalam memori komputer.

2.3 Standar Nilai Keamanan Industri Pada Perancangan

Menurut Juvinal dan Marshek (2000:259), faktor keamanan sebenarnya adalah kekuatan tarik absolut material dibagi dengan tegangan kerja atau nilai tegangan desain. Secara teori, faktor keamanan ini akan menjadi dasar untuk restrukturisasi bangunan. Selain itu, faktor keamanan merupakan ukuran efisiensi penggunaan bahan yang digunakan. Secara teoritis, faktor keamanan yang digunakan pada skala industri adalah antara 2 dan 4. Misalnya, setelah pengujian kekuatan modelnya, struktur mencapai nilai 20, yang berarti terlalu banyak material yang digunakan secara efektif. Bahkan dalam praktik mekanis modern, faktor keamanan tidak hanya didasarkan pada kekuatan tarik, tetapi juga pada kekuatan material yang cukup besar. Secara teoritis, faktor keamanan yang digunakan pada skala industri minimal 4, sedangkan pada software Solidwork tingkat faktor keamanan ditentukan dengan warna yang berbeda dalam pengujian. Hasil warna merah dengan nilai 0-2, kuning dengan nilai 2-3, dan hijau dengan nilai minimal 3. Desain dianggap baik dan layak jika hasil uji faktor keamanan sudah hijau, yaitu

dengan nilai minimal 3. Faktor keamanan minimal 4 merupakan praktek umum dalam dunia industri. Aturan ini juga digunakan oleh Toyota, Daihatsu, PT. Astra Honda Motor, PT. Semesta Citra Motorindo.

2.4 Rangka Chasis Kendaraan

Rangka merupakan salah satu bagian terpenting dari mobil (tulang punggung) yang harus memiliki struktur yang kuat untuk menahan atau menopang bobot kendaraan. Seluruh muatan kendaraan, baik itu penumpang, mesin, kemudi dan segala perlengkapan kenyamanan, tertampung di dalam rangka. Oleh karena itu, setiap struktur rangka harus menahan semua beban kendaraan. Pada saat yang sama, sasis adalah bagian dari kendaraan, yaitu bagian yang tersisa saat seluruh bodi dilepas. Sasisnya sendiri terdiri dari rangka, mesin, transmisi tenaga, sistem kemudi, suspensi dan sistem pengereman serta aksesoris lainnya.

Rangka chasis adalah struktur yang ujung-ujungnya terhubung dengan kuat (dilas atau lebih dari satu). Semua bagian yang terhubung secara kaku (bertekanan) menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen. Elemen rangka merupakan elemen dua dimensi dan merupakan gabungan dari elemen truss dan balok, sehingga setiap node memiliki tiga jenis gerakan yaitu gerakan horizontal, vertikal dan rotasi. Oleh karena itu diperlukan bahan yang kuat untuk memenuhi persyaratan ini. Kendaraan bermotor terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

- a. Frame chasis
- b. Body
- c. Sistem penghasil tenaga (power plane)
- d. Sistem penerus tenaga (driver train)

Ada juga beberapa fungsi utama dari rangka, yaitu :

- a. untuk menopang berat kendaraan, penumpang dan mesin.
- b. untuk mengatur suspensi.
- c. Menahan torsi yang disebabkan oleh mesin, transmisi, akselerasi dan deselerasi serta guncangan yang disebabkan oleh bentuk permukaan jalan.
- d. Untuk meredam dan menyerap energi yang dihasilkan oleh tumbukan dengan benda lain. sebagai alas untuk memasang rangka kendaraan, mesin, transmisi, tangki bahan bakar dan lain-lain.
- e. untuk menahan mesin dan getaran permukaan jalan.

Sasis mobil biasanya sederhana, terdiri dari potongan memanjang dan melintang. Batang memanjang biasanya digunakan untuk menghubungkan batang melintang sehingga struktur dasarnya lebih stabil dan cukup kuat untuk menahan beban.

Agar sebuah framework dapat berfungsi dengan baik, maka harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain:

- a. Kuat dan tahan lama sehingga dapat menopang mesin dan perlengkapan kendaraan lainnya serta mengangkut penumpang dan kargo tanpa kerusakan atau deformasi.
- b. Ringan agar tidak membebani mesin secara berlebihan (meningkatkan efisiensi tenaga yang dihasilkan mesin). Memiliki nilai kekenyalan atau kelenturan, yaitu menyerap getaran atau guncangan yang berlebihan yang diakibatkan oleh tenaga yang dihasilkan oleh mesin atau kondisi jalan yang buruk.

2.5 Dimensi Mobil Untuk 4 Penumpang

Beberapa macam jenis mobil empat penumpang diantaranya adalah sebagai berikut :

Forward FWD-XGZ01 (4 Passenger Electric) - Golf Cart



Gambar 2. 1 Forward FWD-XGZ01 (4 Passenger Electric) - Golf Cart

Table 2. 1 Forward FWD-XGZ01 (4 Passenger Electric) - Golf Cart

Kapasitas Penumpang	4 Penumpang
Pajang	2,641.6 mm
Lebar	1.200 15mm
Tinggi	1,739.9 mm
Panjang Sumbu Roda Depan Dan Belakang	1.663.7 mm

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

Club Car Transporter 4 (Electric) - Transportation Vehicle



Gambar 2. 2 Club Car Transporter 4 (Electric) - Transportation Vehicle

Table 2. 2 Dimensi Mobil Club Car Transporter (Electric) Transportation Vehicle

Kapasitas Penumpang	4 Penumpang
Pajang	3,390.9 mm
Lebar	1,252.22 mm
Tinggi	1,219.2 mm
Panjang Sumbu Roda Depan Dan Belakang	2,501.9 mm

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

Club Car Villager 2+2 LX LSV (Electric) – NEV



Gambar 2. 3 Club Car Villager 2+2 LX LSV (Electric) – NEV

Table

2. 3 Dimensi Mobil Club Car Villager 2+2 LX LSV (Electric) – NEV

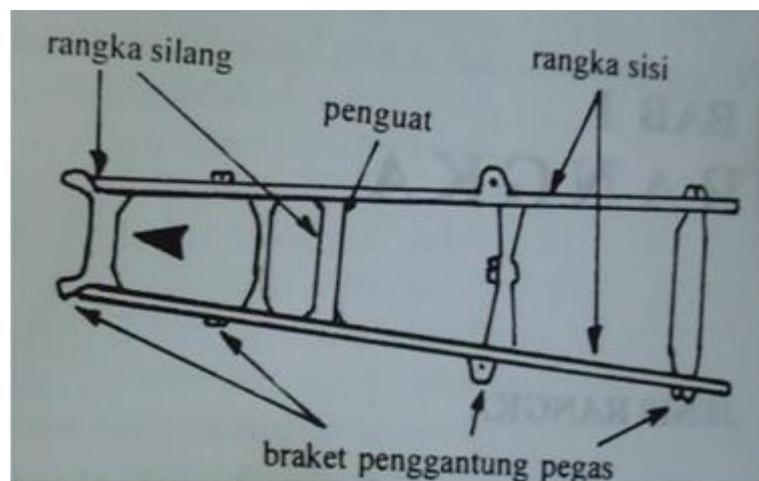
Kapasitas Penumpang	4 Penumpang
Pajang	2,796.54 mm
Lebar	1,290.32 mm
Tinggi	1,264.92 mm
Panjang Sumbu Roda Depan Dan Belakang	1,709.42 mm

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

2.6 Tipe Konstruksi Bentuk-Bentuk Rangka

1.6.1 Rangka Tangga

Rangka tangga umumnya digunakan pada truk dan kendaraan utilitas, yang sebagian besar mengangkut alat berat.



Gambar 2. 4 Rangka Jenis Tangga

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

Komponen utama rangka tangga adalah sebagai berikut.

1. Rangka Silang

Rangka silang dipaku, dibuat atau dilas ke bingkai samping untuk membentuk chasis. Rangka silang berukuran, dibentuk, dan diposisikan untuk menopang komponen utama kendaraan.

2. Penguat

Penguat digunakan untuk memperkuat atau memperkuat sambungan antara anggota silang dan penyangga samping.

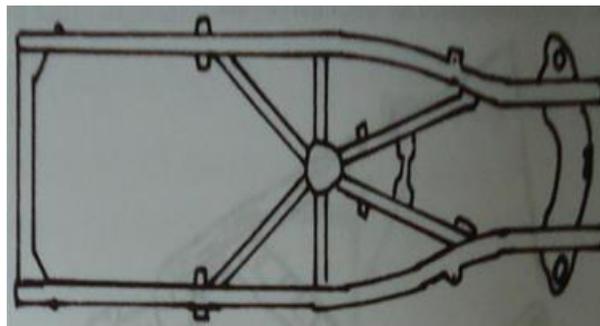
3. Braket Penggantung dan Penompang

Braket baja tuang yang ditekan dilas atau dipaku ke rangka komponen utama seperti engine dan pegas suspensi.

1.6.2 Rangka *Cruciform*

Rangka jenis *cruciform* terdiri dari beberapa komponen misalnya seperti rangka jenis tangga, perbedaannya adalah sebagai berikut :

1. Rangka sisi melengkung, membentuk bingkai lebar untuk penyangga tubuh atau bantalan beban, tetapi juga menyediakan fleksibilitas roda depan untuk kenyamanan pengemudi.
2. Rangka silang utama ditengah rangka membentuk diagonal atau membentuk huruf X atau yang disebut *cruciform*.



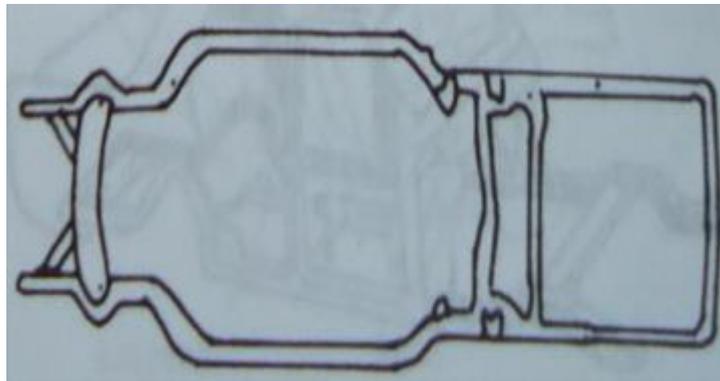
Gambar 2. 5 Rangka Jenis Cruciform

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

1.6.3 Rangka Perimeter

Rangka perimeter adalah struktur yang cukup ringan dibandingkan dengan rangka tangga atau rangka silang. Hal ini memungkinkan rangka kendaraan memberikan beberapa kekuatan yang dibutuhkan. Ciri-ciri utama bentuk ini adalah :

1. Bagian samping rangka membentuk rangka luar berbentuk bulat yang meruncing dari luar roda depan ke roda belakang.
2. Rangka silang tidak digunakan di tengah bingkai, yang menambah ruang penumpang.



Gambar 2. 6 Rangka Jenis Perimeter

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

Pada beberapa kendaraan, bodywork diperkuat sehingga rangka tidak perlu bertahan selama kendaraan. Umumnya bentuk bodi sebagian diletakkan di depan bodi untuk menopang mesin, transmisi, dan suspensi depan. Ini disebut "bingkai depan".

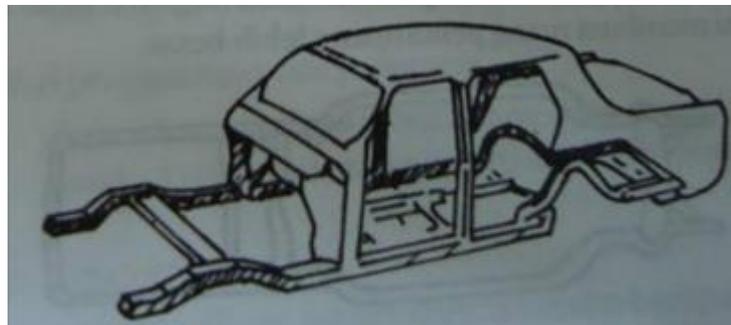


Gambar 2. 7 Rangka Jenis Bagian

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

1.6.4 Rangka dan Bodi Yang Menyatu(*TipeIntegral*)

Kerangka tunggal dan struktur bodi terdiri dari kombinasi Body dan Rangka terpisah. Badan kendaraan harus membawa semua bagian kendaraan dan muatannya.



Gambar 2. 8 Kontruksi Rangka dan Bodi Menyatu

Sumber : www.golf-carts.findthebest.com

2.7 Analisis Titik Berat dan Momen

Analisis titik berat kontruksi merupakan cara yang paling penting untuk mendapatkan informasi apakah desain sudah cukup baik atau belum. Hal ini dikarenakan setiap struktur memiliki titik berat, yang selanjutnya titik berat tersebut mempengaruhi stabilitas dan daya

dukung masing-masing struktur dalam analisis perencanaan balok dan kolom.

Konsep pusat gravitasi lebih mudah dipahami jika kita terlebih dahulu mempertimbangkan konsep pusat gravitasi suatu bahan tipis, tebal seragam, dan homogen. Tentukan pusat gravitasi plat seragam dengan bentuk tidak beraturan tetapi tebal dan bahannya seragam, mengingat berat setiap elemen W , yaitu berat seluruh plat, bekerja melalui pusat gravitasi plat.

Ada beberapa hal pokok yang harus kita perhatikan diantaranya adalah :

- a. Tentukan pusat massa dari luas penampang.
- b. Menghitung momen inersia pertama atau pertama dari setiap permukaan terhadap sumbu.
- c. Hitung momen kedua atau momen inersia setiap luasan terhadap sumbu.

2.8 Dasar-Dasar Penghitungan Rangka

Pada dasarnya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan rangka yaitu kekuatan balok, ketahanan terhadap getaran mesin, ketahanan terhadap akselerasi dan juga ketahanan terhadap guncangan yang diakibatkan oleh bentuk jalan. permukaan Untuk mengetahui berapa beban yang akan diterima oleh rangka dapat diketahui momen inersia dan beban pada batang, karena ada beberapa gaya yang bekerja pada bidang dengan sumbu.

2.8.1 Keseimbangan Statis Translasi

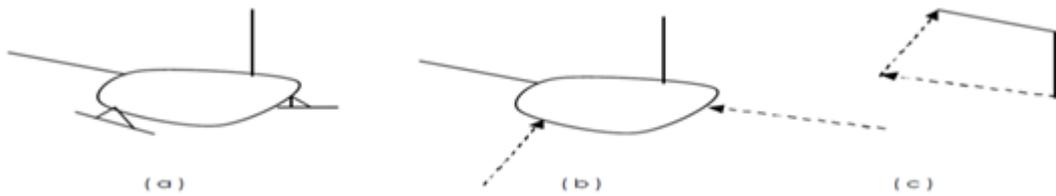
Keseimbangan statis adalah kondisi tertentu dari kondisi dinamis yang memenuhi persamaan dari Hukum Newton II :

$$\Sigma F = m.a \dots\dots\dots (1)$$

yaitu bahwa percepatannya, $a = 0$, berarti merupakan kondisi yang diam atau bergerak dengan kecepatan konstan. Sehingga persamaan menjadi

$$: \Sigma F = 0 \dots\dots\dots (2)$$

ΣF : jumlah dari vektor gaya -gaya luar yang dikenakan (bekerja) pada benda, dalam hal ini pada batang atau link. Gaya luar termasuk gaya aksi dan gaya reaksi.

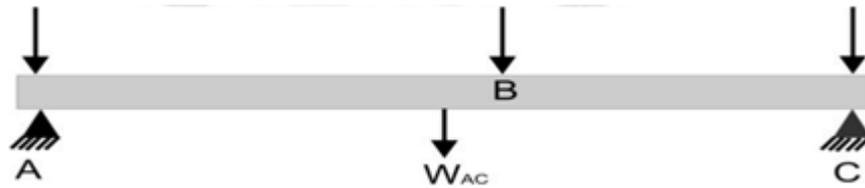


Gambar 2. 9 Gaya-gaya luar (aksi dan reaksi)

Adalah benda yang mendapat gaya aksi $F1$ dan $F2$, gambar-1b, reaksi yang terjadi pada benda untuk mendapai keseimbangan statis, dan gambar-1c poligon gaya yang melukiskan keseimbangan gaya, dari persamaan (1-2). Gaya resultan adalah jumlah vektor dari gaya-gaya (gaya luar), berarti keseimbangan statis terjadi bila gaya resultan adalah nol (Sutikno dan Sulisty, 2003: 1).

Sebelum melakukan pengujian yang harus dilakukan adalah melakukan perhitungan pembagian beban pada roda depan dan roda

belakang. Dalam mencari pembagian beban tersebut dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. 10 Pembebanan

Gambar diatas menunjukkan ilustrasi pembagian beban mobil apabila melihat mobil dari samping dimana titik A adalah roda depan, titik B adalah tempat penumpang dan letak baterai, titik C adalah roda belakang dan batang AC di gambarkan sebagai rangka dan bodi mobil dimana dalam pembagian beban disini berat rangka dan bodi mobil di anggap sama rata dari depan sampai belakang sehingga dalam menghitung beban di rodan depan dan belakang dapat di rumuskan sebagai berikut :

Mencari beban yang di alami roda belakang (titik C), titik A dijadikan poros :.....(3)

$$N_C \cdot (L_{AC}) - W_B \cdot (L_{AB}) - W_{AC} \cdot \left(\frac{1}{2} L_{AC}\right) - W_C \cdot (L_{AC}) - W_A \cdot (L_{AA}) = 0$$

.....(4)

Mencari beban yang di alami roda belakang (titik A), titik C dijadikan poros :.....(5)

$$W_C \cdot (L_{CC}) + W_B \cdot (L_{BC}) + W_{AC} \cdot \left(\frac{1}{2} L_{AC}\right) + W_A \cdot (L_{AC}) - N_A \cdot (L_{AC}) = 0$$

.....(6)

Pada roda belakang terdapat terdapat 2 roda kanan dan kiri sehingga dalam melakukan pengujian struktur pada setiap komponen suspensi belakang adalah setengah dari beban pada titik C.

Setelah melalui semua perhitungan tersebut kemudian tinggal melakukan proses simulasi pengujian struktur kepada setiap komponen sistem suspensi dan poros tranmisi daya. Hasil pengujian tersebut akan menunjukan tingkat *displacement* maksimal, *stresses* dan *safety factor* dari rancangan. Hasil pengujian yang berupa tingkat *displacement* hanya menunjukan pergerakan atau perpindahan maksimal yang terjadi pada konstruksi saja, sedangkan *stresses* akan menunjukan tegangan maksimal yang terjadi pada konstruksi. Besar kecilnya tegangan yang terjadi pada konstruksi sangat mempengaruhi tingkat *safety factor*. Hubungan tegangan dan *safety factor* dapat digambarkan melalui persamaan berikut :

$$n = \frac{S}{\tau} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana n = *safety factor* (angka keamanan) (N/mm²)

S = *yield strength* (kekuatan) (N/mm²)

τ = tegangan (N/mm²)

Hasil pengujian ini akan menunjukan kelemahan dan kelebihan dari rancangan. Analisa data yang telah dilakukan nantinya akan dapat mewujudkan sebuah rancangan rangka *chasis* mobil listrik yang telah memenuhi rancangan berskala industri, sehingga menjadikan rancangan

tersebut siap untuk diproduksi. Untuk menentukan ukuran elemen mesin dan beban batang yang diterima dapat dihubungkan sebagai berikut.

2.8.2 Konsep Tegangan

- a. Untuk tarik atau tekanan, tegangan normal nominal

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana A = luas penampang normal yang memberi tahanan terhadap gaya normal F , σ_t = adalah tegangan tarik dan σ_d = adalah tegangan tekan

- b. Untuk putus geser, tegangan putus normal

$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(9)$$

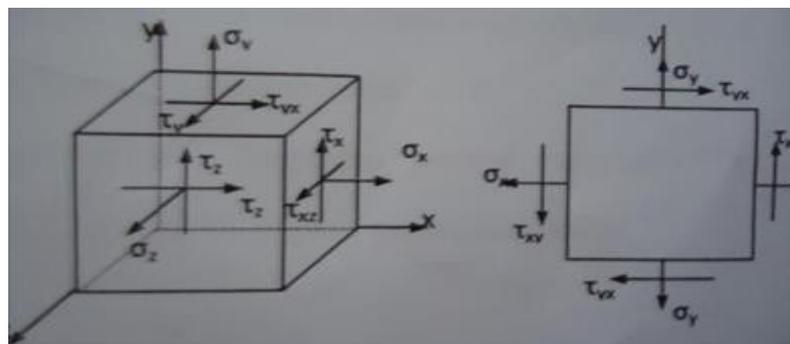
Dalam hal ini A = adalah luas penampang yang memberikan tahanan terhadap gaya geser F .

- c. Untuk lenturan, tegangan lentur normal

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots(10)$$

Dalam hal ini W_b adalah momen tahanan terhadap lenturan pada penampang normal yang memberi tahanan terhadap momen lentur dalam M_b .

- 2.1.1 Tegangan geser adalah tegangan yang sejajar terhadap permukaan benda yang ditimbulkan oleh gaya geser, gaya putir, dan torsi.



Gambar 2. 11 Tegangan yang Bekerja pada Suatu Bidang

Keterangan :

σ_x = tegangan normal yang berkerja pada bidang x
 σ_y = tegangan normal yang berkerja pada bidang y
 σ_z = tegangan normal yang berkerja pada bidang z

τ_{xy} = tegangan geser yang berkerja pada bidang normal x dan arah y
 τ_{xz} = tegangan geser yang berkerja pada bidang normal x dan arah z
 τ_{yx} = tegangan geser yang berkerja pada bidang normal y dan arah x
 τ_{yz} = tegangan geser yang berkerja pada bidang normal y dan arah z
suatu tegangan normal, secara matematis dalam didefinisikan sebagai :

$$\sigma = \lim \frac{\Delta F}{\Delta A} \dots \dots \dots (11)$$

Dimana :

σ : tegangan normal (N/m^2)

F : gaya yang berkerja tegak lurus terhadap potongan (N)

A : luas bidang (m^2)

Tegangan normal terbagi menjadi dua macam, yaitu :

Tegangan tarik : tegangan yang mengasilkan suatu tarikan pada permukaan suatu benda

Tegangan tekan : Tegangan normal yang mengasilkan suatu dorongan pada permukaan benda.

Komponen dari intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas elemen adalah seperti terlihat pada gambaran diatas tegangan geser dilambang kan dengan tanda τ , yang secara matematis didefinisikan sebagai :

$$\tau = \lim \frac{\Delta V}{\Delta A} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana

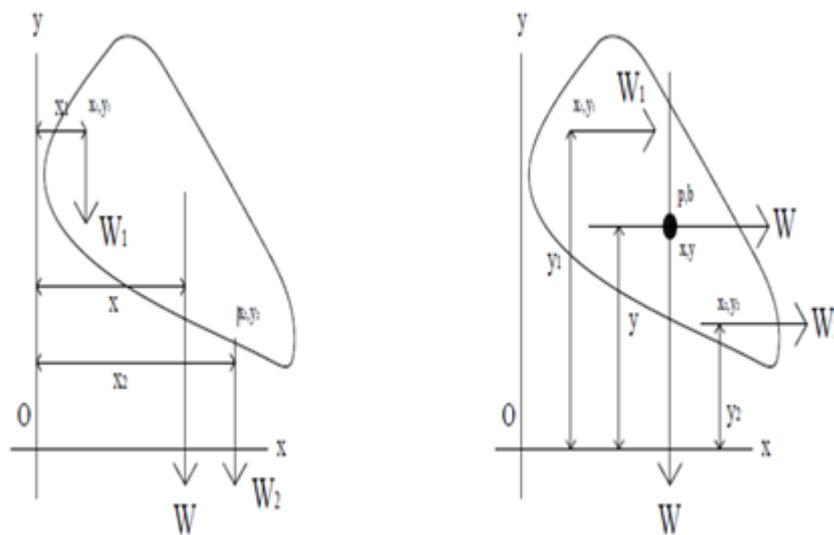
τ : tegangan geser (N/m^2)

V : komponen yang sejajar dalam bidang elemen

2.8.3 Pusat Beban

Berat adalah resultan dari semua gaya tarik bumi yang dialami oleh partikel zat dalam suatu benda. Tetapi karena jarak ke pusat bumi sedemikian jauhnya, sehingga gaya-gaya tersebut dapat dianggap sejajar. Dengan demikian berat benda dapat diartikan sebagai resultan dari sejumlah besar gaya sejajar.

Sedangkan pusat berat dari benda dapat diilustrasikan dari gambar berikut yang memperlihatkan benda tipis sembarang bentuk dan terletak pada bidang xy. Jika dimisalkan benda tersebut terbagi atas partikel – partikel dengan berat w_1, w_2



Berat total benda tersebut adalah:

$$W = W_1 + W_2 + \dots = \Sigma W \dots \dots \dots (17)$$

Koordinat x garis kerja W adalah:

$$x = \frac{w_1x_1 + w_2x_2 + \dots}{w_1 + w_2 + \dots} = \frac{\Sigma wx}{\Sigma w} = \frac{\Sigma wx}{W} \dots \dots \dots (18)$$

Kemudian jika gaya gravitasi kita putar 90⁰ berlawanan jarum jam, maka koordinat y dari garis kerjanya adalah:

$$y = \frac{w_1y_1 + w_2y_2 + \dots}{w_1 + w_2 + \dots} = \frac{\Sigma wy}{\Sigma w} = \frac{\Sigma wy}{W} \dots \dots \dots (19)$$

Titik perpotongan garis kerja W pada kedua bagian dengan koordinat x , y dinamakan pusat berat benda tersebut. Dan simetri suatu benda sering kali berguna untuk menentukan pusat berat benda.

2.9 Perancangan

Menurut Harsokusoerno (1999: 2) perancangan itu sendiri terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan karena itu perancangan kemudian disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut. Sedangkan untuk Perancangan juga adalah penentuan akhir ukuran yang dibutuhkan untuk membentuk struktur atau komponen sebagai suatu keseluruhan dalam menentukan konstruksi sesungguhnya yang dapat dikerjakan. Masalah utama dalam proses perancangan struktur adalah masalah beban yang dapat ditahan oleh struktur tersebut. Oleh karena itu, suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang

ditimbulkan oleh beban baik dalam bentuk tegangan aksial, lentur maupun geser.

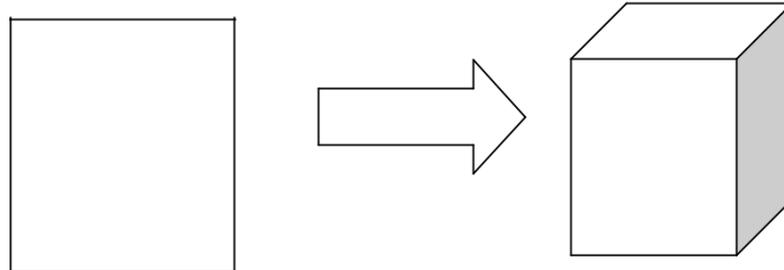
Dalam merancang suatu struktur, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Kekakuan suatu bahan sama dengan pentingnya dengan derajat lebih kecil, sifat seperti kekerasan, ketangguhan merupakan penetapan pemilihan bahan. Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan struktur antara lain :

- a. Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa terjadi kerusakan.
- b. Elastisitas (*elasticity*) adalah kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya, setelah gaya luar dilepas. Sifat ini sangat penting pada semua struktur yang mengalami beban berubah-ubah.
- c. Kekakuan (*stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk.
- d. Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari bahan yang memungkinkan bisa dibentuk secara permanen melalui perubahan bentuk yang besar tanpa terjadi kerusakan. Sifat ulet sangat diperlukan untuk bahan yang mengalami beban secara tiba-tiba.

3.9.1 Metode Pembentukan Model 3D solid dari 2D

Metode yang paling umum untuk membentuk 3D solid dari gambar 2D adalah dengan cara meng-*extrude* suatu profil yang terletak pada

sebuah bidang datar 2D. Dengan demikian gambar 2D yang semula terletak pada bidang datar tersebut sekarang mempunyai tebal dan menjadi model 3D solid.



Gambar 2. 12 membentuk model 3D solid dari gambar 2D

Gambar 2D yang ada dibentuk menjadi solid, bisa berasal dari *file* yang telah dibuat oleh CAD (*softcopy*). Tidak ada perbedaan dalam proses pembentukan dari model solid dari bentuk kedua sumber tadi. Sampai saat ini beberapa CAD berbasis Pc dapat membentuk model 3D solid dari bentuk geometri, kemudian diberi ketebalan secara manual. Sedangkan beberapa *featur* lain yang ada pada model tersebut (seperti lubang, *fillet*, dan sebagainya) ditambahkan kemudian pada model dasar solid tadi dengan operasi *boolean* atau operasi *feature*.

3.9.2 Pemodelan Rakitan

Proses *assembly* merupakan proses penggabungan dari beberapa *part design* yang dijadikan satu kesatuan sesuai bentuk yang dikehendaki sehingga menjadi bentuk baru dan fungsi baru. Proses *assembly* biasanya diawali langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Posisi *part* harus diluruskan dan *dioffsetkan* pada suatu sistem kordinat.

- b. Menempatkan dari kedua part yang berhimpit dalam sebuah assembly.
- c. Pelurusan garis sumbu tiap part yang akan diassembly.
- d. Dalam suatu *assembly* dapat ditampilkan pada sebuah *window* dan secara bersamaan masing-masing *part*-nya.