

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konstruksi Kapal

Sekat-sekat pada bangunan kapal ditinjau dari fungsinya dapat digolongkan menjadi beberapa golongan, yaitu sekat kedap air (tidak tembus air), sekat kedap minyak (tidak tembus minyak), sekat biasa yang hanya digunakan untuk membagi ruang bagi keperluan akomodasi, dan sekat berlubang untuk mengatasi permukaan bebas zat cair. Dari keempat jenis tersebut, sekat kedap air merupakan jenis sekat yang paling penting, kalau ada kapal bermuatan minyak, sekat kedap minyak yang memegang peranan utama.

Sekat kedap air mempunyai tiga fungsi utama, yaitu membagi badan kapal menjadi ruangan-ruangan yang kedap air, menambah kekuatan melintang kapal, dan mencegah menjalarnya api saat terjadi kebakaran. (Kusna Djaya, Indra. 2008)

2.1.1 Sekat Melintang Kedap Air (*Transvers Watertight Bulkhead*)

Sekat melintang kedap air adalah sekat kedap yang membagi kapal menjadi beberapa komponen, pembagiannya dilakukan secara melintang tegak lurus dengan *centerline* kapal. Peraturan tentang jumlah sekat melintang kedap air (*Transverse Watertight Bulkhead*) pada kapal-kapal tercantum dalam buku peraturan Biro Klasifikasi. Pada kapal-kapal paling sedikit harus mempunyai tiga sekat untuk kamar mesin yang terletak di belakang antara lain: sekat belakang kamar mesin, dan sekat buritan.

Jarak sekat melintang kedap air sedapat mungkin dibuat sama dan tidak perlu kurang dari lebar kapal. Untuk kapal-kapal pengangkut muatan berat (misalnya biji tambang) panjang ruang muat tidak boleh melebihi 30 meter. Sekat melintang yang membatasi tangki ceruk haluan dan ruang muat disebut sekat ceruk haluan dan pada umumnya disebut sekat tubrukan. Disebut sekat tubrukan karena berfungsi untuk melindungi bagian haluan

kapal jika bertubrukan dengan benda lain. Letak sekat ini ditentukan oleh Biro Klasifikasi dan merupakan fungsi panjang kapal.

Sekat-sekat dibuat dari beberapa lajur pelat yang disusun secara mendatar sampai geladak lambung timbul. Untuk penguatan pelat sekat dipasang penegar-penegar yang dipasang secara mendatar. Di samping itu sekat melintang dapat pula dibuat dari pelat bergelombang tanpa penegar (*corrugated watertight bulkhead*). Ukuran ketebalan pelat dan ukuran profil yang ditentukan oleh peraturan Biro Klasifikasi adalah sebagai berikut.

Berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Volume II 2014 Section 11, tebal pelat sekat melintang kedap air tidak boleh kurang dari :

$$t = C_p \cdot a \cdot \sqrt{p} + t_k \quad [\text{mm}] \dots\dots\dots (1)$$

$$t_{\min} = 6,0 \cdot \sqrt{f} \quad [\text{mm}] \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

C_p = Koefisien pelat yang bergantung pada jenis sekat.

$$C_p = 1,1 \sqrt{f} \quad \text{untuk sekat tubrukan}$$

$$C_p = 0,9 \sqrt{f} \quad \text{untuk sekat lainnya}$$

a = Jarak antar penegar [m]

$$p = 9,81 \cdot h \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

h = Tinggi atau jarak dari pertengahan panjang yang tidak ditumpu sampai 1,0 m diatas pinggir geladak sekat.

$$f = \frac{235}{R_{eH}}$$

R_{eH} = Minimum nominal upper yield point [N/mm²]

t_k = Faktor korosi yang bergantung pada ketebalan pelat. (Tabel 2.3)
(BKI Vol II, 2014 Section 11)

Tabel 2.1 Faktor Material k
(Sumber: BKI Vol II, 2014 Section 2 B.2.1)

R_{eH} [N/mm ²]	k
315	0,78
355	0,72
390	0,66

Ukuran penegar sekat ditentukan berdasarkan perhitungan modulus penampang penegar. Untuk itu, dipakai rumus di bawah ini, dengan modulus penampangnya tidak boleh kurang dari:

$$W = C_s \cdot a \cdot l^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3] \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

l = Panjang yang tidak ditumpu [m]

a = Jarak antar penegar [m]

p = $9,81 \cdot h$ [kN/m²]

h = Tinggi atau jarak dari pertengahan panjang yang tidak ditumpu sampai 1,0 m diatas pinggir geladak sekat

C_s = Besar koefisien yang bergantung pada jenis tumpuan penegar dan jenis sekat (*Stiffener Coeffisien*). (Tabel 2.4)

(BKII Vol II, 2014 Section 11)

Jika sekat ceruk digunakan untuk tangki, modulus penampang penegar tidak boleh kurang dari:

$$W_1 = k \cdot 0,55 \cdot a \cdot l^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3] \dots\dots\dots (4)$$

$$W_2 = k \cdot 0,44 \cdot a \cdot l^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3] \dots\dots\dots (5)$$

Jika satu atau kedua ujung penegar ditumpu bebas, modulus penampang ditambah 50%. Penegar-penegar pelat sekat dipasang dengan jarak sekitar

760 mm. Jarak penegar sekat datar dikurangi sampai 610 mm untuk sekat tubrukan dan kedap minyak. Ujung-ujung penegar dapat diikat dengan pelat lutut, dengan mengelaskan langsung pada geladak dan dasar ganda atau membiarkan penegar tanpa pengikatan kecuali penegar yang dihubungkan dengan penumpu geladak dan penumpu samping alas.

2.1.2 Sekat Bergelombang (*Corrugated Watertight Bulkhead*)

Dengan adanya muatan yang bermacam-macam jenisnya, diperlukan pembagian ruangan kapal yang makin efisien. Muatan minyak memerlukan tangki-tangki yang mudah untuk dibersihkan. Untuk itu dipakai sekat bergelombang (*corrugated bulkhead*), yaitu jenis sekat yang tidak memiliki penegar-penegar. Sekat ini terdiri dari beberapa bagian elemen pelat yang mempunyai lekukan (gelombang) dan disambung dengan system pengelasan. Sudut-sudut elemen pelat gelombang (*alpha*) minimum 45°. ketebalan sekat bergelombang tidak boleh kurang dari persyaratan yang ditentukan untuk tebal pelat sekat rata karena pada sekat bergelombang tidak memiliki penegar. Untuk itu, jarak antara penegar *a* diambil nilai terbesar dari *b* atau *f* (dalam meter). Modulus penampang elemen sekat bergelombang ditentukan menurut rumus modulus penampang penegar sekat rata dengan mengganti nilai jarak penegar (*a*) dengan elemen (*e*) (dalam meter) dapat dilihat pada gambar 2.1.

Berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Volume II 2014 Section 11, tebal pelat sekat bergelombang tidak boleh kurang dari:

$$t = C_p \cdot a \sqrt{p} + t_k \quad [\text{mm}] \dots \dots \dots (6)$$

$$t_{\min} = 6,0 \cdot \sqrt{f} \quad [\text{mm}] \dots \dots \dots (7)$$

dimana:

C_p = Koefisien pelat yang bergantung pada jenis sekat.

$C_p = 1,1 \sqrt{f}$ untuk sekat tubrukan

$C_p = 0,9 \sqrt{f}$ untuk sekat lainnya

a = b atau s (diambil yang terbesar) [m]

p = $9,81 \cdot h$ [kN/m²]

h = Tinggi atau jarak dari pertengahan panjang yang tidak ditumpu sampai 1,0 m di atas pinggir geladak sekat.

$$f = \frac{235}{R_{eH}}$$

R_{eH} = Minimum nominal upper yield point [N/mm²]

t_k = Faktor korosi yang bergantung pada ketebalan pelat. (Tabel 2.3)
(BKI Vol II, 2014 Section 11)

Perhitungan modulus penampang sekat bergelombang bisa ditentukan dengan rumus yang sama pada perhitungan sekat melintang kecap air, hanya saja untuk nilai a merupakan lebar dari elemen sekat bergelombang atau biasa disebut e dalam meter dapat dilihat pada Gambar 2.1 . Modulus penampang sesungguhnya dari sekat bergelombang dapat juga ditetapkan dengan rumus berikut:

$$W = t \cdot d (b + s/3) \quad [\text{cm}^3] \dots\dots\dots(8)$$

dimana :

e = width of element [cm]

b = breadth of face plate [cm]

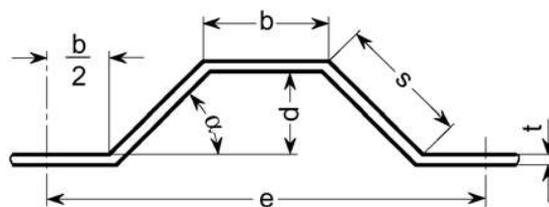
s = breadth of web plate [cm]

d = distance between face plates [cm]

t = plate thickness [cm]

$\alpha \geq 45^\circ$

(BKI Vol II, 2014 Section 11)



Gambar 2.1 Elemet of corrugated bulkhead

Nilai t , d , b , s dan e (dalam meter) seperti ditunjukkan pada gambar sekat bergelombang.

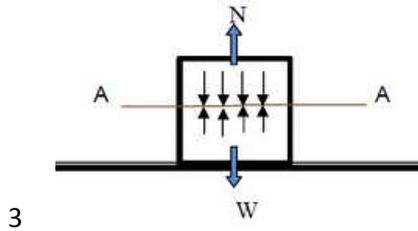
Keuntungan pemakaian sekat bergelombang antara lain adalah:

- a. Penghematan berat yang relatif besar, bila dibandingkan dengan sekat rata berpenegar,
- b. Pengelasannya berkurang,
- c. Mempunyai konstruksi yang lebih sederhana,
- d. Sekat lebih mudah dibersihkan, terutama pada kapal-kapal tangki,
- e. Mempermudah pemuatan barang pada kapal-kapal kargo.

Sekat bergelombang dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama. Salah satunya adalah sekat horizontal bergelombang atau "*horizontal corrugated bulkhead*" dan yang lainnya adalah sekat vertikal bergelombang atau "*Vertical Corrugated Bulkhead*". (BKI Vol II, 2014 Section 11)

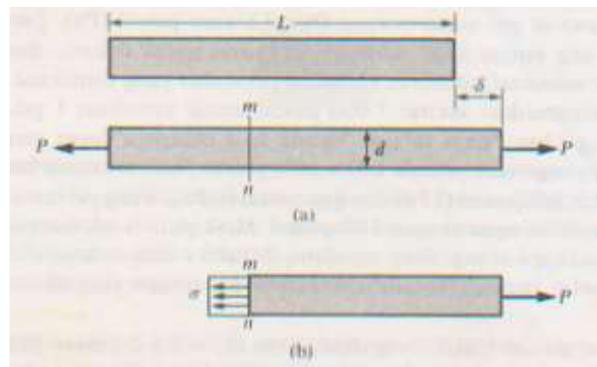
2.2 Tegangan

Pada umumnya tegangan adalah gaya dalam yang bekerja pada luasan yang kecil tak berhingga pada sebuah potongan dan terdiri dari bermacam-macam besaran dan arah. Hukum *Newton* pertama tentang aksi dan reaksi, bila sebuah balok terletak di atas lantai, balok akan memberikan aksi pada lantai, demikian pula sebaliknya lantai akan memberikan reaksi yang sama, sehingga benda dalam keadaan setimbang. Gaya aksi sepusat (F atau W) dan gaya reaksi (F'') dari bawah akan bekerja pada setiap penampang balok tersebut. Jika kita ambil penampang A-A dari balok, gaya sepusat (F) yang arahnya ke bawah, dan di bawah penampang bekerja gaya reaksinya (F'') yang arahnya ke atas. Pada bidang penampang tersebut, molekul-molekul di atas dan di bawah bidang penampang A-A saling tekan menekan, maka setiap satuan luas penampang menerima beban sebesar: F/A sesuai dengan gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tegangan yang Timbul pada penampang A-A

Tegangan timbul akibat adanya tekanan, tarikan, bengkokan, dan reaksi. Pada pembebanan tarik terjadi tegangan tarik, pada pembebanan tekan terjadi tegangan tekan, begitu pula pada pembebanan yang lain dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Batang Prismatik yang Dibebani Gaya Aksial

Konsep dasar dari tegangan dan regangan dapat diilustrasikan dengan meninjau sebuah batang prismatik yang dibebani gaya-gaya aksial (*axial forces*) P pada ujung-ujungnya. Sebuah batang prismatik adalah sebuah batang lurus yang memiliki penampang yang sama pada keseluruhan panjangnya. Untuk menyelidiki tegangan-tegangan internal yang ditimbulkan gaya-gaya aksial dalam batang, dibuat suatu pemotongan garis khayal pada irisan mn (Gambar 2.3). Irisan ini diambil tegak lurus sumbu longitudinal batang. Karena itu irisan dikenal sebagai suatu penampang (cross section).

Intensitas gaya (yakni, gaya per satuan luas) disebut tegangan (*stress*) dan lazimnya ditunjukkan dengan huruf Yunani σ (*sigma*). Dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi secara merata pada seluruh penampang batang, maka resultannya sama dengan intensitas σ kali luas penampang A dari batang. Selanjutnya, dari kesetimbangan benda, besar

resultan gayanya sama dengan beban P yang dikenakan, tetapi arahnya berlawanan. Sehingga diperoleh rumus:

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

dimana:

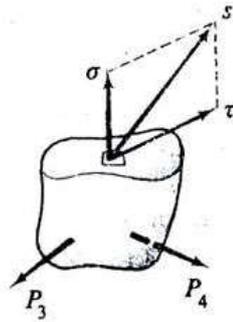
- σ = Tegangan [N/m²]
- F = Gaya Aksial [N]
- A = Luas Penampang [m²]

2.2.1 Tegangan Normal

Tegangan normal terjadi akibat adanya reaksi yang diberikan pada benda. Gaya yang tegak lurus atau normal terhadap irisan disebut tegangan normal (*normal stress*) pada sebuah titik. Jika gaya dalam diukur dalam N, sedangkan luas penampang dalam m², maka satuan tegangan adalah N/m² atau dyne/cm².

Gaya internal yang bekerja pada sebuah potongan dengan luasan yang sangat kecil akan bervariasi baik besarnya maupun arahnya. Pada umumnya gaya-gaya tersebut berubah-ubah dari suatu titik ke titik yang lain, umumnya berarah miring pada bidang perpotongan. Dalam praktek keteknikan intensitas gaya diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan. Tegangan normal adalah intensitas gaya yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap irisan yang mengalami tegangan, dan dilambangkan dengan σ (sigma).

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 dapat dilihat pada Gambar 2.4.

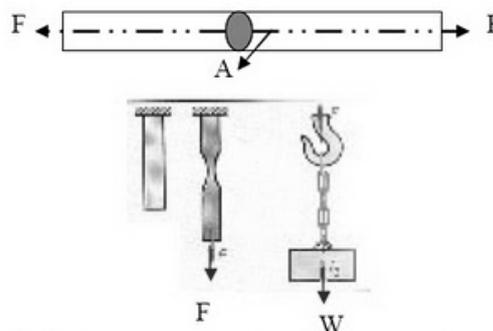


Gambar 2.4 Komponen – komponen Tegangan Normal dan Geser dari Tegangan

2.2.2 Tegangan Tarik

Apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang, dan akibatnya batang ini cenderung 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.

Tegangan tarik pada umumnya terjadi pada rantai, tali, paku keling, dan lain-lain. Rantai yang diberi beban W akan mengalami tegangan tarik yang besarnya tergantung pada beratnya sesuai dengan Gambar 2.5.



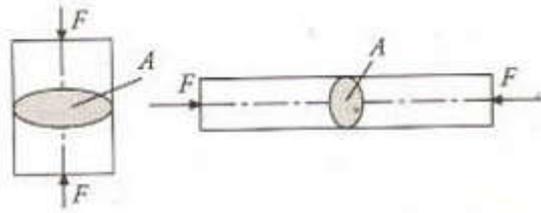
Gambar 2.5 Tegangan Tarik

2.2.3 Tegangan Tekan

Apabila sepasang gaya tekan aksial mendorong suatu batang, akibatnya batang ini cenderung untuk mempendek atau menekan batang tersebut. Maka gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tekan pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.

Tegangan tekan terjadi bila suatu batang diberi gaya F yang saling berlawanan dan terletak dalam satu garis gaya. Misalnya, terjadi pada tiang

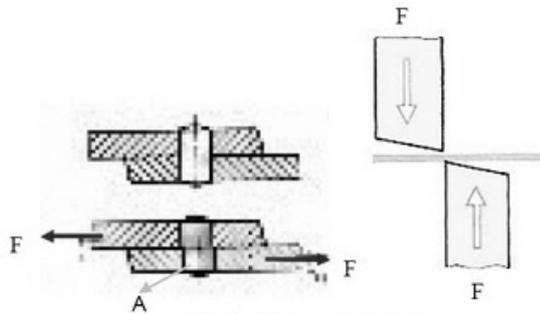
bangunan yang belum mengalami tekukan, porok sepeda, dan batang torak dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tegangan Tekan

2.2.4 Tegangan Geser

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen sesuai dengan Gambar 2.7. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi. Misalnya: sambungan keling, gunting, dan sambungan baut.



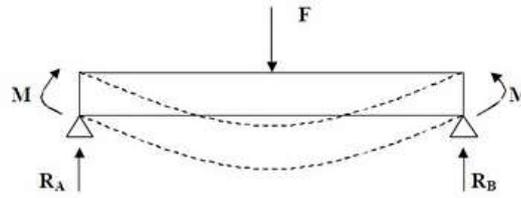
Gambar 2.7 Tegangan Geser

Tegangan geser terjadi karena adanya gaya radial F yang bekerja pada penampang normal dengan jarak yang relatif kecil, maka pelengkungan benda diabaikan.

2.2.5 Tegangan Lengkung

Tegangan lengkung adalah tegangan yang diakibatkan karena adanya gaya yang menumpu pada titik tengah suatu beban sehingga mengakibatkan benda tersebut seolah-olah melengkung. Misalnya, pada poros-poros mesin

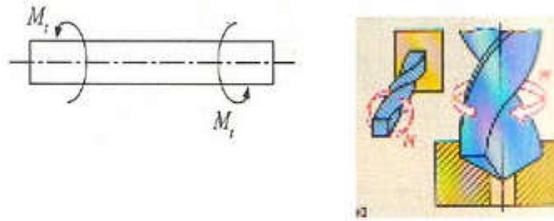
dan poros roda yang dalam keadaan ditumpu. Jadi, merupakan tegangan tangensial sesuai dengan Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tegangan Lengkung

2.2.6 Tegangan Puntir

Tegangan puntir adalah tegangan yang diakibatkan oleh gaya putar pada Gambar 2.9. Tegangan puntir sering terjadi pada poros roda gigi dan batang-batang torsi pada mobil, juga saat melakukan pengeboran. Jadi, merupakan tegangan tangensial.



Gambar 2.9 Tegangan Puntir

2.3 Regangan

Regangan (*strain*) adalah bagian dari deformasi, yang dideskripsikan sebagai perubahan relatif dari partikel-partikel di dalam benda yang bukan merupakan benda kaku. Definisi lain dari regangan bisa berbeda-beda tergantung pada bidang apa istilah tersebut digunakan atau dari dan ke titik mana regangan terjadi.

Regangan merupakan ukuran mengenai seberapa jauh batang tersebut berubah bentuk. Tegangan diberikan pada materi dari arah luar, sedangkan regangan adalah tanggapan materi terhadap tegangan. Pada daerah elastis, besarnya tegangan berbanding lurus dengan regangan. Perbandingan antara tegangan dan regangan benda tersebut disebut modulus elastisitas atau

modulus Young. Pengukuran modulus Young dapat dilakukan dengan menggunakan gelombang akustik, karena kecepatan jalannya bergantung pada modulus Young. Secara matematis dirumuskan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

dimana:

ε = Regangan (*strain*)

L = Panjang benda [mm]

ΔL = Pertambahan panjang (*displacement*) [mm]

2.4 Sifat – Sifat Material

Suatu material yang kaku tentunya memiliki fleksibilitas meskipun material tersebut terbuat dari baja. Material baja meskipun dibebani dengan beban yang besar tentunya akan memiliki nilai elastisitas walaupun kecil sehingga dapat merubah bentuknya secara perlahan. Kekakuan suatu material sangat penting dalam perancangan suatu komponen konstruksi, sebab kekakuan tersebut nantinya akan menimbulkan masalah akibat pembebanan yang besar. Untuk mengatasi hal tersebut tiap material suatu komponen konstruksi memiliki nilai *Modulus Young* yang besarnya berbeda untuk tiap-tiap materialnya.

1. Ketangguhan (*Toughness*)

Ketangguhan (*toughness*) adalah kemampuan atau kapasitas bahan untuk menyerap energi sampai patah atau penahanan suatu material terhadap pecah menjadi dua, dengan suatu retakan melintang ini disebut “retak” serta menyerap energi. Jumlah energi yang diserap selama retak tergantung pada ukuran komponen yang pecah menjadi dua. Jumlah energi yang diserap setiap satuan luas dari retakan adalah tetap untuk material yang ditentukan dan ini disebut ketangguhan juga.

2. Pemanjangan (*Elongation*)

Pemanjangan (*elongation*) sampai kegagalan (*failure*) adalah suatu ukuran keliatan suatu material, dengan kata lain adalah jumlah regangan yang dapat dialami oleh bahan sebelum terjadi kegagalan dalam pengujian tarik.

3. Kepadatan (Density)

Kepadatan (*Density*) adalah suatu ukuran berupa berat suatu benda untuk ukuran yang ditentukan, yaitu massa material setiap satuan volume. Perubahan temperatur tidak secara mantap (signifikan) mempengaruhi kepadatan suatu material walaupun material bertambah luas ketika dipanaskan, perubahan ukuran adalah sangat kecil.

4. Kelentingan (*Resilience*)

Kelentingan (*resilience*) adalah kemampuan material menyerap energi saat material mengalami deformasi *elastic*.

5. Keliatan (*Ductility*)

Keliatan (*ductility*) adalah ukuran derajat deformasi plastis yang telah dialami saat patah. Material yang mengalami deformasi plastis yang tinggi disebut material yang liat (*ductile*). Sedang material yang mengalami sedikit atau tidak mengalami deformasi plastis disebut material getas (*brittle*).
(Centre, E. D. *Structural and Thermal Analysis By FEM Using Ansys*)

2.5 Finite Element Methode

Finite Element Methode (metode elemen hingga) atau FEM adalah salah satu metode numerik yang paling banyak dipakai di dunia Engineering. FEM adalah singkatan dari *Finite Element Method*, dalam bahasa Indonesia disebut *Metode Elemen Hingga*. Konsep paling dasar FEM adalah, menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi obyek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah. Kata "*finite* atau terhingga" digunakan untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut tidak tak terhingga, seperti yang lazim digunakan pada metode integral analitik. Membagi bagian analisa menjadi bagian-bagian kecil disebut "*discretizing* atau diskritisasi". Bagian-bagian kecil ini disebut elemen, yang terdiri dari titik-titik sudut (disebut *nodal*, atau *node*) dan daerah elemen yang terbentuk dari titik-titik tersebut. Membagi sebuah object menjadi bagian-bagian kecil secara fisika sebenarnya menuntun kita kepada pembuatan persamaan diferensial. Jadi

secara lebih matematis, FEM didefinisikan sebagai teknik numerik untuk menyelesaikan problem yang dinyatakan dalam persamaan diferensial. Namun biasanya definisi FEM secara matematis memberikan kesan yang rumit yang sebenarnya tidak perlu. Oleh karena itu dalam pelajaran kita, pendekatan matematis tidak terlalu ditekankan.

Secara umum langkah-langkah dalam FEM bisa diringkas sebagai berikut:

1. Membagi obyek analisa ke dalam elemen-elemen kecil.
2. Melakukan modelisasi sederhana yang berlaku untuk setiap elemen. Misalnya dimodelkan sebagai pegas, di mana pegas ini sifatnya sederhana, yaitu tegangan berbanding lurus dengan perubahan bentuknya.
3. Membuat formula sederhana untuk setiap element tersebut. Misalnya untuk pegas berlaku hukum $f = k.x$. Di mana k adalah konstanta pegas, dan x adalah pertambahan panjang pegas. Pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut "*element stiffness matrix*" atau matriks kekakuan elemen.
4. Mengkombinasikan seluruh elemen dan membuat persamaan simultan yang mencakup semua variabel. Untuk elemen yang dimodelkan dengan pegas, mencakup f , k , dan x dari semua elemen. Biasanya pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut "*global stiffness matrix*" atau matriks kekakuan global. (Sonief, Ir. A. As'ad. MT. *Diktat Metode Elemen Hingga*)

2.6 **SOLIDWORKS Simulation**

Solidworks simulation berfungsi untuk melakukan uji produk sebelum mulai dibuat, membantu mencegah kesalahan lebih awal pada proses desain. Aplikasi ini sangat berguna untuk analisis FEA, namun cukup mudah untuk desainer produk. *SOLIDWORKS Simulation* dapat digunakan untuk mengoptimalkan kinerja dan biaya desain dengan maksimal.

SOLIDWORKS Simulation disertakan pada *SOLIDWORKS Premium*, mencakup *tools* utama yang diperlukan untuk menguji desain, baik bagi para

pemula maupun yang sudah berpengalaman. *SOLIDWORKS Simulation* dapat dibuka pada user interface *SOLIDWORKS*, sehingga tidak perlu membuka beberapa aplikasi. Desain dapat disimulasikan pada kondisi yang sama seperti pada dunia nyata, termasuk tekanan (*stress*), benturan (*impact*), panas (*heat*), aliran udara (*airflow*) sehingga tidak menunggu produk maupun prototype untuk melakukan tes. Fitur utama *Simulation* sudah ada pada *SOLIDWORKS Premium*, dan fitur tambahan lainnya bisa ditambahkan sesuai kebutuhan. Jenis fitur pada *SOLIDWORKS* adalah sebagai berikut :

1. *SOLIDWORKS Simulation*

SOLIDWORKS simulation merupakan tools utama yang diperlukan untuk menguji desain bagi para pemula maupun yang sudah berpengalaman. Fitur ini telah berada dalam *SOLIDWORKS premium*

2. *SOLIDWORKS Simulation Professional*

SOLIDWORKS simulation professional dapat mensimulasikan desain dengan memberikan tekanan (*stress*) seperti di dunia nyaata. Fitur ini dapat membantu memperpendek siklus pembuatan prototipe serta menjual produk lebih cepat.

3. *SOLIDWORKS Simulation Premium*

SOLIDWORKS simulation premium berfungsi untuk *finite element analysis* (FEA) yang luar biasa kepada *designer maupun engineers*. Fitur ini memiliki biaya yang terjangkau serta tanpa kerumitan.

4. *SOLIDWORKS Flow Simulation*

SOLIDWORKS Flow Simulation merupakan program analisa panas (Thermal) serta simulasi aliran fluida pertama. Fitur ini sangat mudah yang telah disertakan pada *software SOLIDWORKS*.

5. *SOLIDWORKS Simulation Xpress*

SOLIDWORKS simulation xpress menggunakan langkah awal penggunaan tools analisis. Fitur ini telah disertakan pada *SOLIDWORKS Standard* serta *Professional* untuk melakukan analisis tekanan dasar pada masing- masing parts.
(<http://www.solidworks.com/sw/products/simulation/finite-element-analysis.htm>)