

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab II kajian pustaka dan dasar teori ini dijelaskan mengenai keterkaitan beberapa referensi dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Bab II ini meliputi beberapa aspek bahasan, diantaranya: Budidaya kepiting soka, desain produk, produk *crab box* yang telah ada, simulasi pembebanan, simulasi radiasi termal, karakterisasi material polimer.

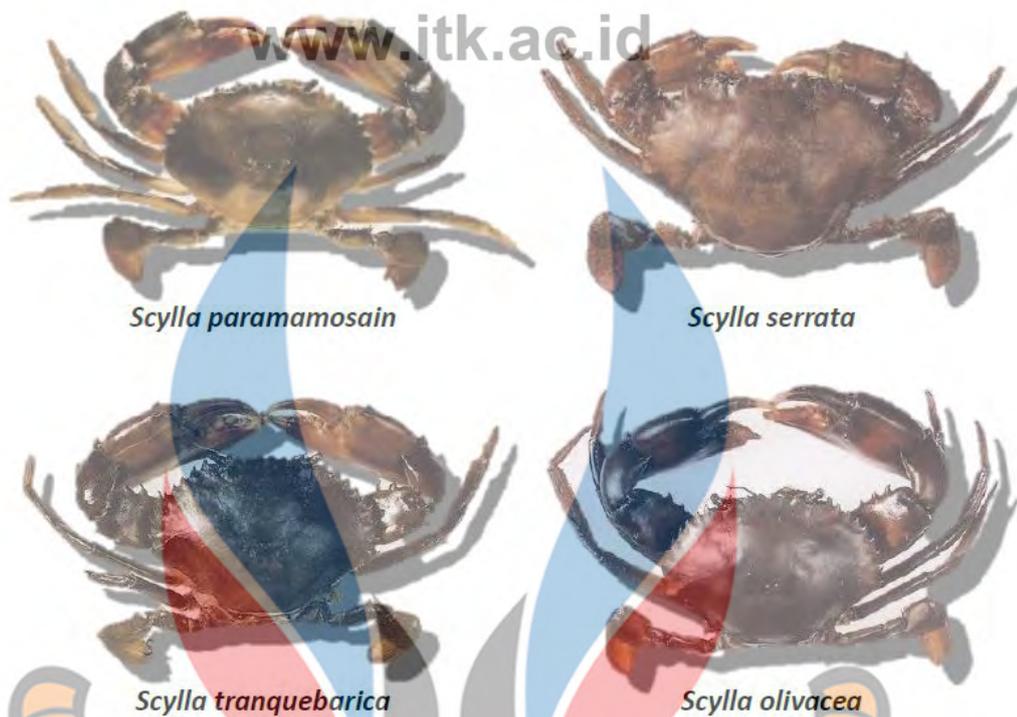
#### 2.1. Budidaya Kepiting

Sejak tahun 1980-an, kepiting bakau telah menjadi komoditas perikanan penting, mempunyai nilai ekonomis penting, dan memiliki harga yang tinggi baik di pasar dalam negeri maupun luar negeri, antara lain di Asia (seperti Singapura, Thailand, Taiwan, Hongkong dan China) (Rusdi dan Hanafi, 2009), maupun di Amerika dan Eropa. Dalam perdagangan internasional jenis kepiting bakau dikenal sebagai Mud Crab atau bahasa Latinnya *Scylla* spp.

Menurut Stephenson dan Campbell (1960), Motoh (1977), Warner (1977), Moosa (1980) dan Keenan dkk (1998), kepiting bakau dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Klass : Crustacea  
Ordo : Decapoda  
Famili : Portunidae  
Genus : *Scylla* (de Han)  
Spesies : *Scylla serrata*

Menurut Keenan dkk. (1998), terdapat paling sedikit 4 (eMPat) spesies kepiting bakau di bawah genus *Scylla* yang terdiri atas *S. serrata*, *S. olivacea*, *S. paramamosain* dan *S. tranqueberica* (Gambar 2.1), dengan ciri-ciri pokok atau pembeda di antara jenis tersebut berupa duri pada dahi dan lengan corpus yang disaMPaikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Jenis-jenis Kepiting Bakau (Keenan dkk,1998)

Kepiting bakau dalam menjalani kehidupannya mermula dari perairan pantai ke laut, kemudian induk berusaha kembali ke perairan pantai, muara sungai, atau hutan bakau untuk berlindung, mencari makanan, atau tumbuh berkembang. Kepiting betina matang pada ukuran lebar karapas antara 80-120 mm sedangkan kepiting jantan matang secara fisiologis ketika lebar karapas berukuran 90-110 mm, namun tidak cukup berhasil bersaing untuk pemijahan sebelum dewasa secara morfologi (yaitu dari ukuran capit) dengan lebar karapas 140-160 mm (Agus, 2008).

Kepiting bakau cangkang lunak adalah kepiting bakau fase ganti kulit (*moulting*) atau biasa disebut dengan kepiting soka. Kepiting dalam fase ini mempunyai keunggulan yaitu mempunyai cangkang yang lunak (*soft shell mud crab*) sehingga dapat dikonsumsi secara utuh. Pengembangan budidaya kepiting bakau cangkang lunak merupakan bentuk diversifikasi produksi untuk menjawab permintaan pasar (Nurdin dan Armando 2010).

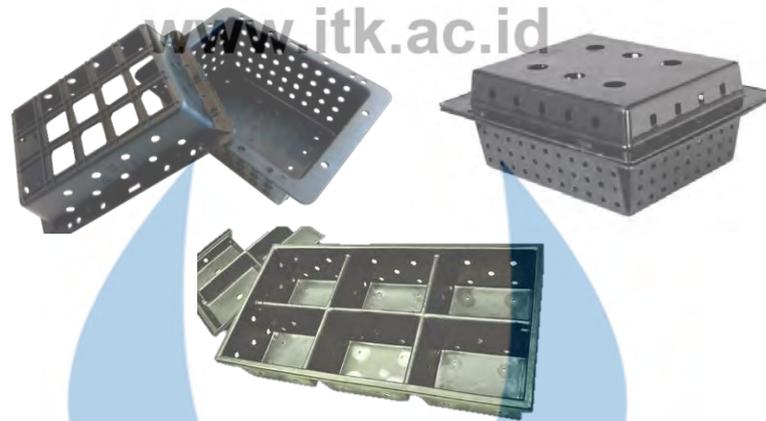
Cara untuk mempercepat proses ganti kulit seperti rangsangan melalui manipulasi makanan, lingkungan, penambahan *hormone ekdisteroid*, dan teknik pemotongan capit dan kaki jalan (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Hingga saat ini teknik pemotongan capit dan kaki jalan merupakan teknik yang paling praktis yang dapat diterapkan secara massal. Teknik pemotongan capit dan kaki jalan merupakan salah satu cara yang masih digemari oleh para pembudidaya kepiting bakau cangkang lunak untuk mempercepat ganti kulit. Ada beberapa cara dalam pemotongan capit dan kaki jalan ini, yaitu pemotongan semua organ kaki dan capit atau lebih dikenal dengan metode mutilasi, pemotongan bagian kaki jalannya saja, dan ada juga yang dibudidayakan secara alami (Nurdin dan Armando, 2010).



Gambar 2.2 Tambak Budidaya Kepiting Soka (Keenan dkk,1998)

## 2.2. *Crab Box* (Kotak Kepiting)

*Crab box* adalah fasilitas budidaya kepiting soka sebagai wadah pemeliharaan kepiting hingga proses panen (*molting*). Satu buah *crab box* berisikan satu ekor bibit kepiting. Ada beberapa jenis *crab box* yang sering digunakan dan beredar dipasarkan mulai dari berbagai bentuk dan ukuran yang beragam.



Gambar 2.3 Jenis *Crab Box* (Alibaba.com)

Umumnya *crab box* berbentuk keranjang yang memiliki tutup untuk mencegah kepiting kabur dari wadah pembesaran. Material yang di gunakan adalah plastik yang dapat tahan jangka waktu yang cukup lama berkisar 2 sampai 3 tahun. Material harus bersifat tahan terhadap paparan sinar matahari dan kuat untuk menahan beban capitan kepiting (Rustam, 2019).

Tabel 2.1 *Spesifikasi Crab Box*

No	Karakteristik	Spesifikasi
1	Material	<i>Polypropylene</i> / 100% PP
2	Dimensi Tutup (mm)	260 x 207 x 44
3	Dimensi Keranjang (mm)	260 x 207 x 105
4	Total berat (gram)	223

\*) Alibaba.com, 2019

Masalah yang sering terjadi pada produk *crab box* adalah patahnya profil batang rangka pada penutup *crab box* diakibatkan oleh jepitan dari capit kepiting seperti pada Gambar 2.4. Hal ini menyebabkan kepiting kabur dan asset budidaya berkurang (Rustam, 2019)

Menurut penelitian (Shinichiro Oka, 2016) kepala peneliti di laboratorium zoologi Okinawa Churashima Foundation." Gaya capitan kepiting mencapai 90 kali berat badan sang kepiting".



Gambar 2.4 Kerusakan Penutup *Crab Box*

### 2.3. Rangka Profil

Rangka profil banyak digunakan untuk membuat bangunan - bangunan seperti pergudangan, pabrik, gedung dan lain sebagainya. Rangka profil itu juga memiliki profilnya sendiri sesuai dengan bentuk, ukuran dan fungsinya. Berikut adalah jenis-jenis profil pada umumnya. (Aditia, 2015)

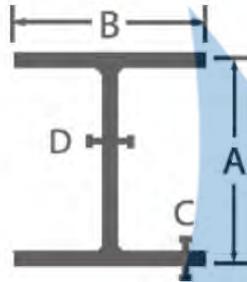


Gambar 2.5 Plastik Profil (Anonymous, 2015)

#### a) Wide Flange (WF)

Baja *Wide Flange* atau banyak sekali orang baja WF atau baja *H-beam* ini biasa dipakai untuk menciptakan sebuah kolom, balok, tiang pancang, *top & bottom chord* member pada truss, *composite beam* atau *coloum*, kantiliver

kanopi, dan masih tidak sedikit lagi manfaatnya. Ada juga istilah beda dalam melafalkan baja *Wide Flange* (WF): IWF, WF, H-Beam, UB, UC, balok H, balok I, balok W (Aditia, 2015).



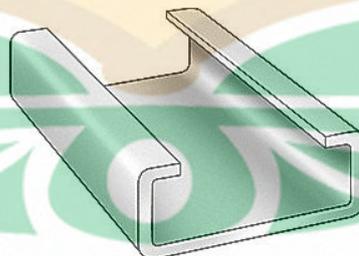
Gambar 2.6 WF Profil Wide Flange (anonymous, 2015)

a) ***U Channel* (Kanal U, UNP)**

Baja *Channel* atau UNP ini punya manfaat yang nyaris sama dengan baja WF, kecuali guna kolom jarang baja UNP ini jarang dipakai karena profilnya yang mudah merasakan tekukan disetiap sisinya. bukan melulu baja WF yang mempunyai istilah beda baja UNP juga punya istilah beda ini lah istilah beda baja UNP: Kanal U, U-channel, Profil U (Aditia, 2015).

b) ***C Channel* (Kanal C, CNP)**

Baja channel C (CNP) biasa digunakan untuk: purlin (balok dudukan penutup atap), girts (elemen yang memegang penutup dinding misalnya metal sheet, dll), member pada truss, rangka komponen arsitektural. Istilah lain: balok purlin, kanal C, C-channel, profil C (Aditia, 2015).



Gambar 2.7 Profil C Channel (anonymous, 2015)

c) **RHS (*Rectangular Hollow Section*) – Cold Formed (Hollow Persegi)**

Baja jenis ini biasa dipakai untuk komponen rangka arsitektural (ceiling, partisi gipsum, dll), rangka dan support ornamen-ornamen non profil. ada juga istilah beda: besi hollow (istilah pasar), profil persegi, profil.

(Aditia, 2015).

d) **Steel Pipe (Pipa Baja, Pipa Hitam, Pipa Galvanis, Pipa Seamless, Pipa Welded)**

Penggunaan *bracing* (horizontal dan vertikal), *secondary beam* (biasanya pada rangka atap), kolom arsitektural, support komponen arsitektural (biasanya *exposed*, sebab bentuknya yang silinder memiliki nilai artistik) Istilah beda *steel tube*, pipa hitam, pipa galvanis (Aditia, 2015)

2.4. **Material *Polypropylene***

*Polypropylene* merupakan bahan baku pembuatan berbagai macam barang plastik. Polimer ini adalah polimer termoplastik dengan berat jenis spesifik 0,9 dan titik leleh 167-168 °C. Penggunaan *polypropylene* sangat luas di berbagai sektor industri. *Polypropylene* dimanfaatkan dalam industri *automotive appliance*, barang plastik rumah tangga, film, pembungkus kabel, pipa, *coating*, fiber dan *filament*, kontainer dan lain-lain termasuk mainan anak-anak dan peralatan kesehatan. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*iMPact strength*) rendah.

Rumus molekul :  $[-C_3H_6-]_n$

Simbol Polimer : PP

*Melting Point* : 167—168 °C

*Crystalizing Temperature* : 126 °C

Cp : 2,1770 kJ/kg K

(Brandrup dkk, 1999)

Menurut Natta, stereokimia *polypropylene* ada tiga profil yang mungkin ada pada *polypropylene* yaitu Ataktik, Isotaktik dan Sindiotaktik. Profil tersebut

dibedakan oleh letak gugus metil relatif terhadap tulang punggung *polypropylene* (Brandrup dkk, 1999). [www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

Tabel 2.2 Sifat mekanik *polypropylene* 100%

No	Sifat Mekanik dan Fisik	PP 100%
1	<i>Yield Stress</i>	31
2	<i>Elongation (%)</i>	21
3	Modulus Young (Gpa)	1.8
4	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	0.90-0.914

Sumber: (Erma, 2009)

## 2.5. Distribusi Tegangan

### 2.5.1. Kekuatan Bahan

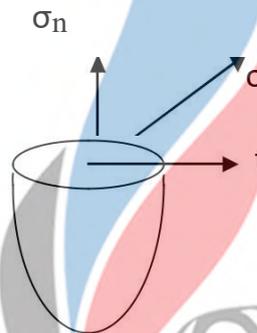
Suatu sistem profil yang menanggung beban luar (*external forces*) akan menyebabkan timbulnya gaya dalam (*internal forces*) pada elemen-elemen penyusun profil tersebut, gaya dalam berfungsi untuk menahan beban yang bekerja sesuai dengan hukum keseimbangan (*equilibrium*). Apabila gaya dalam bertambah maka akan menyebabkan bertambahnya tahanan dalam material yang digunakan sampai mencapai suatu nilai maksimum, jika penambahan beban masih terus dilanjutkan maka akan terjadi kegagalan pada elemen profil tersebut. Batas maksimum kemampuan elemen profil dalam memberikan tahanan guna melawan beban luar yang bekerja disebut sebagai kekuatan, selanjutnya kekuatan profil sangat dipengaruhi oleh material yang digunakan, jenis pembebanan, sistem profil, temperatur, jangka waktu pembebanan dan lain sebagainya.

Analisis kekuatan bahan perlu mempertimbangkan intensitas gaya dalam yang bekerja untuk menahan seluruh beban luar yang bekerja pada elemen profil. Intensitas gaya dalam yang bekerja pada setiap titik material disebut sebagai tegangan, sedangkan tegangan maksimum yang terukur pada saat terjadinya kegagalan disebut sebagai kekuatan bahan (Propov, 1984)

### 2.5.2. Tegangan

Tegangan atau *stress* merupakan intensitas gaya dalam pada elemen profil sebagai reaksi terjadinya deformasi yang timbul akibat bekerjanya beban luar, pada umumnya intensitas gaya ini berarah miring pada bidang potongan. Dalam praktek keteknikan intensitas gaya tersebut diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan yang sedang dianalisis. Penguraian intensitas gaya ini dapat dilihat pada Gambar 2.6, sehingga menghasilkan tegangan normal dan geser.

(Broto 2008)



Gambar 2.8 Komponen Tegangan Normal dan Geser dari Tegangan

Tegangan normal merupakan intensitas gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan taMPang melintang, apabila tegangan normal tersebut bekerja ke arah luar dari penaMPang maka disebut sebagai tegangan tarik dengan tanda positif, sedangkan tegangan yang menuju potongan taMPang disebut tegangan tekan dengan tanda negatif. Besarnya tegangan normal dihitung menurut persamaan

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Tegangan geser merupakan intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan potongan taMPang melintang yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Dimana:

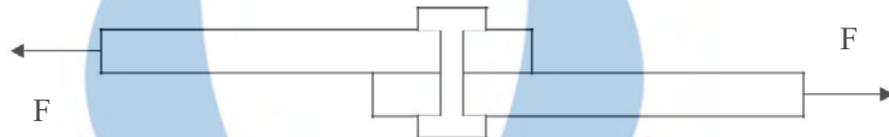
$\sigma$  : Tegangan

$\tau$  : Tegangan Geser

$F$  : Beban Uniaksial

$A$  : Luas Penampang Tegak Lurus dengan arah Beban

Contoh nyata bekerjanya tegangan normal dan geser dapat dilihat pada Gambar 2.7, di mana pada batang baja bekerja tegangan normal positif pada  $A_{baja}$  sedangkan pada sambungan baut bekerja tegangan geser pada  $A_{baut}$  (Broto 2008).

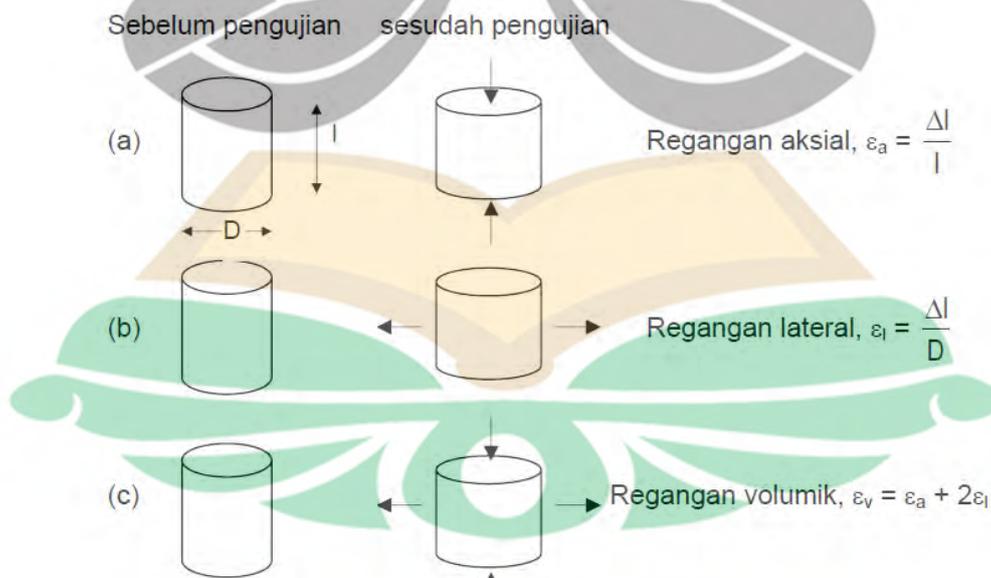


Gambar 2.9 Sambungan Baut

(Broto 2008).

### 2.5.3. Regangan

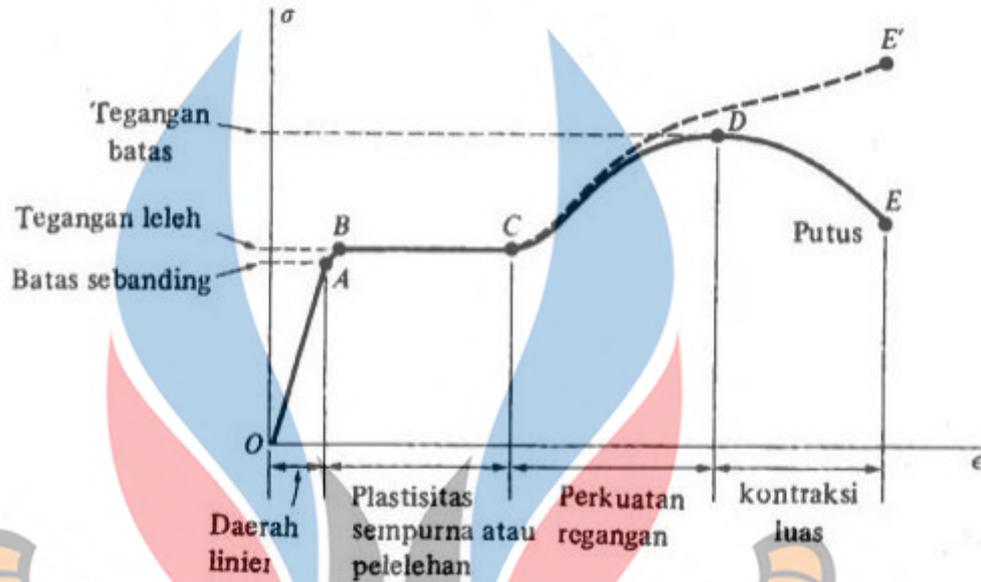
Deformasi yang terjadi pada elemen batang yang menerima beban luar tergantung pada ukuran awal penampang, sehingga lebih tepat jika dinyatakan dalam bentuk regangan yang merupakan nilai banding perubahan dimensi per satuan ukuran terhadap dimensi awalnya, regangan dapat juga didefinisikan sebagai ekspresi non-dimensional dari deformasi. (Broto 2008)



Gambar 2.10 Regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan batuan regangan aksial, (b) regangan lateral dan (c) regangan volumik (Broto 2008)

#### 2.5.4. Hubungan Tegangan dan Regangan

Secara umum hubungan antara stress dan regangan dapat dilihat pada diagram stress – regangan berikut ini :



Gambar 2.11 Diagram Stress Regangan (Gere dan Timoshenko, 1996)

Dari diagram regangan Gambar 2.11 diketahui pemberian beban hingga batas sebanding akan mempercepat regangan setiap pertambahan stress, akibatnya jika stress melebihi batas sebanding maka terjadi kurva kemiringan hingga dititik B (*stress* leleh), dari kurva titik B terjadi regangan yang sangat besar hingga pada titik C tanpa adanya *stress*, gejala tersebut dinamakan pelelehan bahan. Setelah mengalami regangan yang besar di daerah BC, maka material akan mengalami perkuatan regangan yang menghasilkan bertambahnya tahanan bahan terhadap deformasi selanjutnya. Akhirnya pembebanan mencapai nilai maksimum pada titik D yang disebut stress batas, jika penarikan bahan itu dilakukan sebenarnya diikuti dengan pengurangan beban dimana terjadi proses necking atau kontraksi luas, membuat bahan menjadi putus dititik E. jika luas penampang sebenarnya pada bagian sempit dari kontraksi luas digunakan untuk menghitung stress, maka kurva *stress* regangan sebenarnya akan mengalami seperti garis terputus-putus CE'. (Gere dan Timoshenko, 1996)

### 2.5.5. Safety Factor (Faktor Keamanan)

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan suatu struktur, dimana untuk menghindari terjadinya keruntuhan struktur (structure-failure) maka kekuatan sebenarnya dari suatu bahan haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan. Perbandingan dari kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan disebut faktor keamanan (safety factor)  $n$  yang dirumuskan:

$$\text{Safety Factor } (n) = \frac{\text{Kekuatan Sebenarnya}}{\text{Kekuatan yang Dibutuhkan}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Faktor keamanan harus lebih besar dari 1,0 untuk menghindari terjadinya kegagalan atau keruntuhan struktur. Nilai kisaran faktor keamanan berkisar antara 1,0 hingga 10. Keruntuhan struktur dapat berarti patah atau runtuhnya sama sekali suatu struktur atau dapat berarti bahwa deformasinya telah melampaui beberapa harga batas sehingga strukturnya tidak lagi mampu memperlihatkan fungsinya yang diharapkan. (Shigley dan Mitchell, 1984)

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

- a) Bahan-bahan ulet
  - i)  $n = 1,25$  hingga  $2,0$  untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan
  - ii)  $n = 2,0$  hingga  $2,5$  untuk perancangan elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan
  - iii)  $n = 2,5$  hingga  $4,0$  untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifat-sifat bahan, analisis stress, atau lingkungan
  - iv)  $n = 4,0$  atau lebih untuk perancangan struktur statis atau elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian

mengenai beberapa kombinasi bahan, sifat-sifat bahan, analisis stress, atau lingkungan

b) Bahan-bahan getas

- i)  $n = 3,0$  hingga  $4,0$  untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan
- ii)  $n = 4,0$  hingga  $8,0$  untuk perancangan struktur statis yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifat-sifat bahan, analisis stress, atau lingkungan.

Dalam praktek, terdapat beberapa cara dalam mendefinisikan dan melaksanakan faktor keamanan. Pada kebanyakan struktur perlu diperhatikan agar bahannya tetap berada dalam jangkauan elastis agar dapat menghindari terjadinya deformasi permanen, apabila bebannya diambil. Pada umumnya metoda desain yang digunakan adalah penggunaan faktor keamanan terhadap peluluhan (yielding) dari konstruksi. Dengan penerapan faktor keamanan pada stress luluh diperoleh stress izin (allowable stress) atau stress kerja (working stress) yang tidak boleh dilampaui di bagian manapun dalam struktur yang dirumuskan (Mott, 2009)

#### 2.5.6. Von Mises Stress

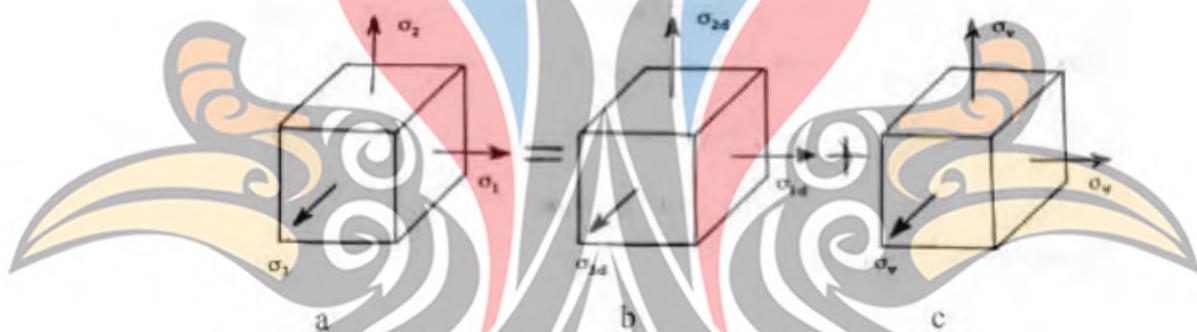
*Von mises stress* adalah stress yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada material apabila material mendapatkan stress triaksial yang menghasilkan energi regangan. Kegagalan terjadi ketika besar energi regangan dari *stress* triaksial sama dengan energi regangan dari uji tarik standar material ketika mulai terjadi luluh (Bhandari, 1994)

Kegagalan pada suatu material dapat terjadi dalam berbagai wujud seperti misalnya *yielding*, retak, patah, korosi, aus, dan lain-lain. Penyebab kegagalan juga bermacam-macam seperti misalnya salah desain, beban operasional, kesalahan maintenance, cacat material, temperatur, lingkungan, waktu, dan lainlain. Dalam beberapa kasus kegagalan juga dapat diakibatkan oleh beban mekanis yaitu yang berhubungan dengan jenis *stress* yang terjadi pada material. Dengan pengetahuan yang lengkap tentang kegagalan, maka para insinyur dapat mempertimbangkan

berbagai aspek penyebab kegagalan dalam perancangan sehingga diharapkan kegagalan tidak akan terjadi selama umur teknisnya. (Hasan, 2015)

Dalam dunia teknik dikenal beberapa teori kegagalan statik. Teori kegagalan statik dimana kegagalan suatu material terjadi bila tegangan normal maksimum mencapai suatu harga tegangan luluh atau tegangan ultimate-nya, tanpa memperhatikan tegangan utama (principal stress) lainnya.

Teori kegagalan ini diperkenalkan oleh Huber (1904) dan kemudian disempurnakan melalui kontribusi Von Mises dan Henky. Teori ini menyatakan bahwa kegagalan diprediksi terjadi pada keadaan *stress* multiaksial bilamana energi distorsi per unit volume sama atau lebih besar dari energi distorsi per unit volume pada saat terjadinya kegagalan dalam pengujian *stress* uniaksial sederhana terhadap spesimen dari material yang sama.



Gambar 2. 12 Stress elemen 3 dimensi (Bhandari, 1994)

Gambar 2.13 menggambarkan sebuah unit kubus yang dikenai tiga *stress* normal  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ , Gambar 2.13a menggambarkan elemen dengan tiga *stress* sumbu, Gambar 2.13b menggambarkan komponen *stress* untuk distorsi, Gambar 2.13c menggambarkan komponen *stress* untuk perubahan volume.

Von Mises (1913) menyatakan bahwa akan terjadi luluh bilamana tegangan normal itu tidak tergantung dari orientasi atau sudut (invarian) kedua deviator tegangan  $J_2$  melampaui harga kritis tertentu (Saeed, 2008)

$$J_2 = k^2 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan  $J$  adalah yield untuk kondisi Von Mises (N/m<sup>2</sup>) dan  $k$  adalah tegangan luluh bahan pada geser murni (N/m<sup>2</sup>) dimana:

$$J_2 = \frac{1}{6}(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana  $\sigma$  : adalah tegangan tarik bahan (N/m<sup>2</sup> ). Untuk mengevaluasi tetapan k dan menghubungkannya dengan tegangan luluh dalam uji tarik uniaksial akan terjadi bila  $\sigma_1 = \sigma_0$ ,  $\sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_0$  sehingga didapatkan bentuk kriteria luluh Von Mises

$$\sigma_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{1/2} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dari persamaan (2.11) dapat dilihat bahwa luluh akan terjadi bilamana selisih tegangan pada sisi kanan persamaan melampaui tegangan luluh dalam uji tarik uniaksial  $\sigma_0$ . Untuk mengidentifikasi tetapan k dalam persamaan (2.11), perhatikan keadaan tegangan dalam geser murni, seperti dalam uji puntir.  $\sigma_1 = -\sigma_3 = \tau$ , dan  $\sigma_2 = \sigma_0 = 0$  pada luluh dimana:

$$\tau^2 + \tau^2 + 4\tau^2 = 6k^2 \dots\dots\dots(2.10)$$

Sehingga rumus untuk energi regangan total menjadi:

$$U = \frac{1}{2E} [(\sigma_1^2 + (\sigma_2^2) + (\sigma_3^2)) - 2\nu(\sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_3 \sigma_1)] \dots\dots(2.11)$$

Sehingga  $\sigma_1 = k$ , maka k menggambarkan tegangan luluh dalam keadaan geser murni (puntir). Karena itu kriteria von mises meramalkan bahwa tegangan luluh pada puntiran akan lebih kecil dari pada dalam penegangan uniaksial, sesuai dengan:

Kriteria luluh von mises mengisyaratkan bahwa luluh tidak tergantung pada tegangan normal atau tegangan geser tertentu, melainkan tergantung dari fungsi ketiga harga tegangan geser utama. Karena kriteria luluh didasarkan atas selisih tegangan normal,  $\sigma_1 - \sigma_2$ , dan sebagainya maka kriteria tersebut tidak tergantung pada komponen tegangan hidrostatik. Karena kriteria luluh von mises melibatkan suku pangkat dua, hasilnya tidak tergantung dari tanda tegangan individual (Saeed, 2008)

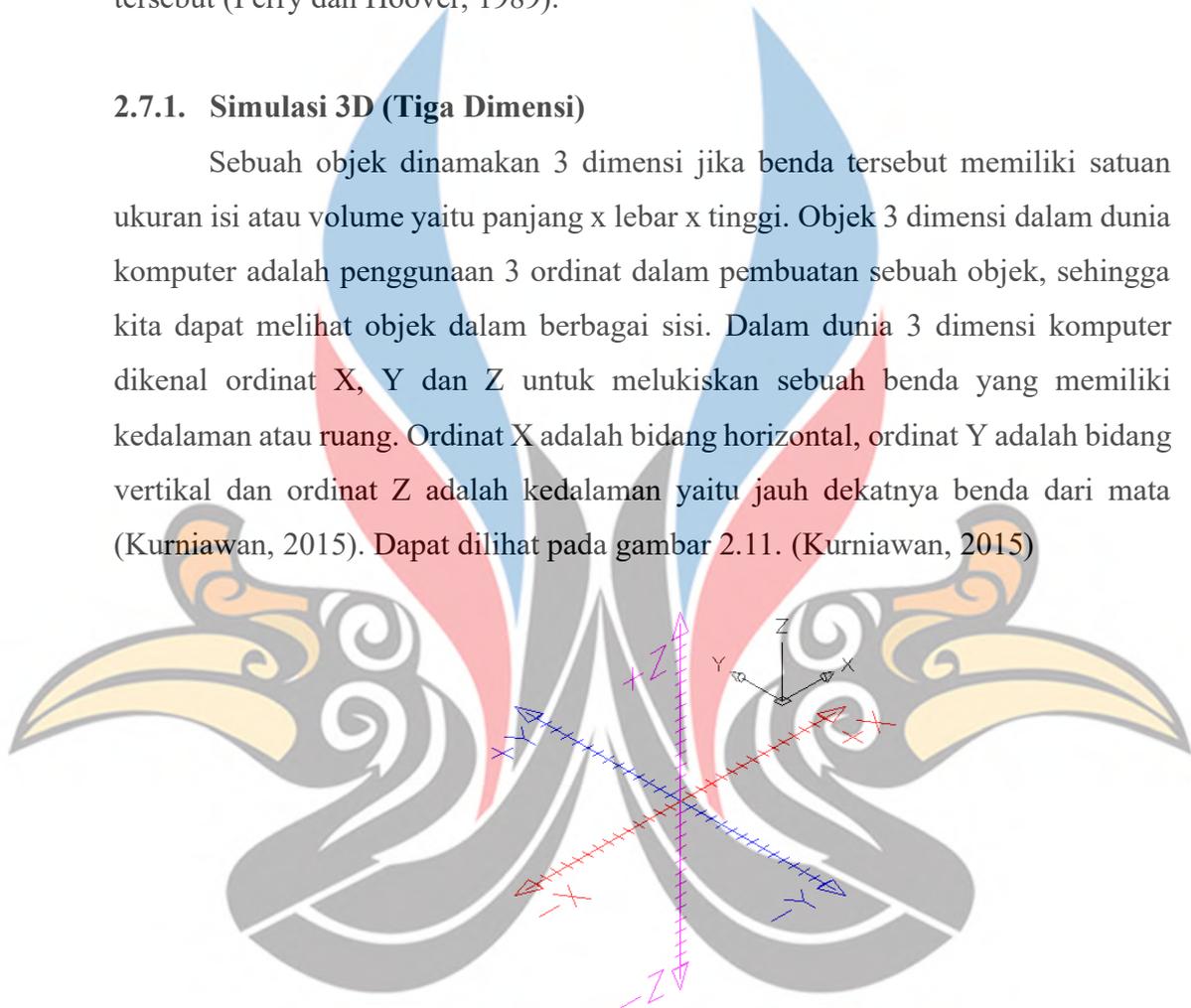
## 2.6. Simulasi Desain

Simulasi dapat diartikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya (Kakiay, 2004).

Simulasi adalah proses merancang model matematis atau logis mengenai sistem nyata dan menjalankan eksperimen dengan komputer terhadap model tersebut untuk menguraikan, menerangkan, dan meramalkan kelakuan system nyata tersebut (Perry dan Hoover, 1989).

### 2.7.1. Simulasi 3D (Tiga Dimensi)

Sebuah objek dinamakan 3 dimensi jika benda tersebut memiliki satuan ukuran isi atau volume yaitu panjang x lebar x tinggi. Objek 3 dimensi dalam dunia komputer adalah penggunaan 3 ordinat dalam pembuatan sebuah objek, sehingga kita dapat melihat objek dalam berbagai sisi. Dalam dunia 3 dimensi komputer dikenal ordinat X, Y dan Z untuk melukiskan sebuah benda yang memiliki kedalaman atau ruang. Ordinat X adalah bidang horizontal, ordinat Y adalah bidang vertikal dan ordinat Z adalah kedalaman yaitu jauh dekatnya benda dari mata (Kurniawan, 2015). Dapat dilihat pada gambar 2.11. (Kurniawan, 2015)



Gambar 2.13 Kodinat Tiga Dimensi (3D) (Kurniawan, 2015)

### 2.7.2. Autodesk Inventor

Autodesk Inventor adalah salah satu dari produk Autodesk Corp. yang diperuntukkan untuk *engineering design and drawing*. Autodesk Inventor merupakan pengembangan dari produk CAD setelah AutoCAD dan Mechanical Desktop. Autodesk Inventor memiliki beberapa kelebihan yang memudahkan dalam desain serta tampilan yang lebih menarik dan *riil*, karena fasilitas material yang disediakan. Beberapa kelebihan Autodesk Inventor diantaranya:

- iii) Memiliki kemampuan *parametric solid modeling*, yaitu kemampuan untuk melakukan desain serta pengeditan dalam bentuk solid model dengan data yang telah tersimpan dalam database. Dengan kemampuan tersebut *designer/engineer* dapat direvisi atau memodifikasi design yang ada tanpa harus mendesain ulang sebagian atau secara keseluruhan.
- iv) Memiliki kemampuan *animation*, yaitu kemampuan untuk menganimasikan suatu *file assembly* mengenai jalannya suatu alat yang telah di *assembly* dan dapat disimpan dalam file *avi*.
- v) Memiliki kemampuan *automatic create technical 2D drawing* serta *bill of material* dan tampilan *shading* serta *rendering* pada layout.
- vi) Di lengkapi dengan perhitungan analisa tegangan (*stress analysis*) yang modul perhitungannya didukung dengan teknologi dari ANSYS.
- vii) *Adaptive* yaitu kemampuan untuk menganalisis gesekan dari animasi suatu alat serta dapat menyesuaikan dengan sendirinya.
- viii) *Material* atau bahan yang memberikan tampilan suatu part tampak lebih nyata.
- ix) Kapasitas file lebih kecil.

(Firman, 2008)

### 2.7.3. Simulasi *Stress Analysis* Pada Autodesk Inventor

*Stress Analysis* merupakan sebuah alat yang disediakan bagi pengguna Autodesk Inventor yang berfungsi untuk menganalisis kekuatan. Alat ini cukup mudah digunakan dan dapat membantu kita untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang harus kita keluarkan akan berkurang, *time to market* dari benda yang kita desain pun dapat dipercepat karena kita sudah mensimulasikan terlebih dahulu benda yang kita desain di komputer sebelum masuk ke proses produksi. Kekuatan hasil analisis tergantung dari *Material*, *Restraint* (bagian yang diam), dan *loads* (beban) yang kita berikan. Jadi untuk mendapatkan hasil yang valid kita harus memastikan bahwa properti dari material yang kita berikan benar benar mewakili material yang akan digunakan. Demikian pula *restraints*, *loads*, kedua hal tersebut harus mewakili kondisi kerja

dari benda. *Stress Analysis* pada Autodesk Inventor menggunakan *linear static analysis* berdasarkan *Finite Element Method (FEM)*, untuk menghitung *stress*.

(Pratama, 2014)

#### 2.7.4. FEM (*Finite Element Method*)

FEM (*Finite Element Method*) atau biasa juga disebut Metode Elemen Hingga (MEH) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950. Sejak saat itu metode ini terus menerus dikembangkan. Sekarang Metode Elemen Hingga sudah menjadi alat canggih yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai persoalan teknik dan dipakai secara luas serta diterima oleh banyak bidang industri.

Perkembangan Metode Elemen Hingga antara lain dapat dilihat dalam penggunaannya dalam aplikasi komputer. Perkembangan dunia komputer telah begitu cepatnya mempengaruhi bidang-bidang penelitian dan industri, sehingga impian para ahli dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan industri telah menjadi kenyataan. Pada *trend* sekarang ini, metoda dan analisa desain telah banyak menggunakan perhitungan matematis yang rumit dalam penggunaan sehari-hari. Metode elemen hingga (*finite element method*) banyak memberikan andil dalam melahirkan penemuan-penemuan bidang riset dan industri, hal ini dikarenakan dapat berperan sebagai *research tool* pada eksperimen numerik. Aplikasi banyak dilakukan pada problem kompleks diselesaikan dengan metode elemen hingga seperti rekayasa profil, *steady state* dan *time dependent heat transfer, fluid flow*, dan *electrical potential problem*, aplikasi bidang medikal.

MEH merupakan prosedur numerik untuk menyelesaikan permasalahan fisik yang diatur dengan persamaan diferensial. Karakteristik MEH yang membedakan dengan prosedur numerik yang lain antara lain:

1. MEH menggunakan penyelesaian integral untuk menghasilkan sistem persamaan aljabar.
2. MEH menggunakan fungsi-fungsi kontinu sebagian untuk mendeteksi kuantitas atau beberapa kuantitas yang tidak diketahui.

Secara umum MEH terdiri dari lima langkah dasar yaitu :

1. Mendiskritisasikan daerah-daerah yang meliputi penempatan titik-titik nodal, penomoran titik-titik nodal dan penentuan koordinatnya.

- www.itk.ac.id
2. Menentukan derajat atau orde persamaan pendekatan linear atau kuadratik. Persamaan harus dinyatakan sebagai fungsi nodal.
  3. Menyusun sistem persamaan persamaan
  4. Menyelesaikan sistem persamaan persamaan.
  5. Menghitung kuantitas yang dicari. Kuantitas dapat merupakan komponen tegangan dan lain-lain.

(Pratama, 2014)

### 2.7.5. Simulasi *Safety Factor* Pada Autodesk Inventor

Pada *design objective* kita bisa memilih *single point* jika kita ingin menganalisis desain yang sudah *fix* kita buat. Jika kita ingin mempertimbangkan berbagai ukuran desain yang lain maka gunakan *parametric dimension*. *Static analysis* digunakan untuk mengetahui regangan yang pada akhirnya bisa didapatkan *safety factor* dari desain yang kita buat. *Safety factor* haruslah lebih dari satu. Desain gagal apabila *safety factor* lebih kecil atau sama dengan satu.

*Safety factor (SF)* berdasarkan :

$$SF = \frac{\text{Kekuatan Luluh (Yield Strength)}}{\text{Equivalent Stress Maksimum}} \quad (2.12)$$

(Pratama,2014)

## 2.7. Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Mulyadi, 2011	Metode : Metode elemen hingga yang dipergunakan adalah 2D dalam hal ini elemen bidang segitiga dan segi empat Hasil : Metode elemen hingga yang dipergunakan adalah 2D dalam hal ini elemen bidang segitiga dengan 3 node didasarkan untuk keperluan analisa suatu continuum yang berupa luasan. Permasalahan yang dapat dipecahkan oleh elemen bidang segitiga ini menyangkut matriks kekakuan elemen, plain strain dan plain stress serta vector- vector gaya yang bekerja pada elemen dari produk tongkat lansia tersebut. Secara terperinci hal-hal yang disebut akan ditinjau dalam system koordinat local.
2	Pratama dkk, 2014	Metode: pengujian desain atau analisis statis desain <i>chasing powerbank</i> dengan menggunakan <i>software Autodesk Inventor</i> . Hasil : Analisis statis desain <i>chasing powerbank</i> menunjukkan hasil pembebanan yaitu <i>displacement</i> dan <i>stresses</i> pada konstruksi <i>chasing</i> , selanjutnya akan mendapatkan data <i>chasing powerbank</i> yang sesuai dengan material yang telah ditentukan.
3	Kadir, 2017	Metode : Simulasi tegangan von mises dan analisa <i>safety factor</i> pada <i>gantry crane</i> menggunakan Autodesk Inventor dengan pembebanan maksimal yang di tentukan Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan von mises tertinggi dihasilkan oleh posisi pembebanan.