

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Paipitak (2010) melakukan penelitian mengenai pembuatan komposit serat nano menggunakan larutan PVA/kitosan pada perbandingan 80:20. Konsentrasi kitosan divariasikan (3, 4, 5 wt%) dengan pengadukan selama 90 menit pada temperatur 75°C di dalam cairan 2% asam asetat menggunakan magnetic stirring. Proses elektrospinning dilakukan pada tegangan variasi yaitu 21-25 kV dan jarak tip ke kolektor 10 cm. Pengamatan morfologi permukaan menggunakan SEM memperlihatkan sistem serat nano yang terdiri dari struktur serat nano. Konsentrasi kitosan mempengaruhi produktivitas *beads* pada serat nano, semakin banyak konsentrasi kitosan maka produksi *beads* cenderung lebih sedikit. Formasi serat nano optimum dicapai oleh nanokomposit fiber PVA/kitosan pada konsentrasi kitosan 5 wt % dengan diameter serat nano yang cenderung seragam pada 100nm.

Biazar et al, (2015) melakukan penelitian lanjutan hasil pengujian paipitak (2010) dengan melakukan pengujian sifat mekanik pada nanokomposit fiber PVA/kitosan dengan parameter fabrikasi yang serupa. Hasil uji tarik menampilkan sifat mekanik yang lebih unggul dicapai pada konsentrasi 5% dengan nilai tegangan maksimal 11 MPa dan regangan 21%

Rafi (2018) melakukan penelitian dengan membuat membran PVA/kitosan dengan cara melarutkan kitosan pada asam asetat 2% dengan variasi kitosan 1%, 3%, 5%, dan 7%. Selanjutnya larutan kitosan dicampurkan dengan 10% PVA yang sudah larutkan dengan aquades. Penelitian ini menggunakan parameter *electrospinning* dengan tegangan 18kV, jarak TCD 16,5 cm, diameter jarum syringe 0,6 mm dan flow rate 0,33  $\mu$ l/min. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sifat larutan PVA/kitosan mempengaruhi morfologi membran serat nano, semakin tinggi viskositas PVA/Kitosan mengakibatkan meningkatnya ukuran rata-rata diameter serat. Adapun uji tarik menunjukkan bahwa membran dengan variasi kitosan 7% memiliki nilai kuat

tarik yang rendah yaitu 3,68 MPa elongasi 160% sedangkan variasi kitosan 3% menghasilkan kuat tarik 5,6207 MPa elongasi 150%. Variasi kitosan 3% menjadi nilai yang paling optimal karena memenuhi kualifikasi standar material pembalut luka (kuat tarik 1-24 MPa dan elongasi 17-207%).

Penelitian yang dilakukan Koosha (2015) tentang sifat mekanis dan fisis membran PVA/Kitosan sebagai *wound dressing*. Dalam penelitiannya menunjukkan jika penambahan konsentrasi kitosan menyebabkan ukuran diameter rata-rata *nanofiber* mengalami penurunan (257-172nm) dan mengalami kenaikan pada viskositasnya. Dengan meningkatnya konsentrasi kitosan mengakibatkan juga munculnya *bead* pada morfologi membran. Dalam segi nilai mekanisnya juga mengalami penurunan saat konsentrasi kitosan ditingkatkan, kuat tarik dari 7,4 menjadi 5,26 MPa sedangkan modulus elastisitasnya 280 MPa menjadi 190 MPa.

Membran nanofiber PVA/kitosan hasil penelitian Darmawan dkk (2017) menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi kitosan pada campuran Kitosan/PVA akan meningkatkan jumlah bead yang muncul pada membran. Sedangkan peningkatan konsentrasi PVA pada larutan campuran Kitosan/PVA akan meningkatkan nilai viskositasnya. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini 9:1, 8:2, 7:3, dan 6:4 (v/v) dengan parameter tegangan 15kV, diameter jarum 0,5 mm dan TCD 15 cm. Hasilnya adalah keseragaman ukuran nanofiber terjadi pada campuran larutan Kitosan/PVA dengan perbandingan 2:8 (ukuran diameter 201-250 nm dan 251-300 nm) dan 4:6 (ukuran diameter 150-200 nm dan 201-250 nm). Hasil analisis FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) menunjukkan bahwa interaksi intermolekular PVA dan kitosan melalui ikatan hidrogen menyebabkan peningkatan kemampuan campuran larutan dalam membentuk nanofiber saat proses *electrospinning* berlangsung.

Kartika (2015) melakukan penelitian tentang *coating* kitosan terhadap bakso ikan. Pembuatan kitosan terdiri dari tiga tahap, yaitu deproteinasi, deasetilasi dan demineralisasi. Kitosan yang dihasilkan dikarakterisasi dengan beberapa parameter, yaitu kadar air, kadar abu, derajat deasetilasi, nitrogen dan

viskositas. Pengujian daya tahan bakso diuji TPC bakteri dengan rentan waktu 0, 1, 2 dan 3 hari. Hasil pengujian TPC bakteri bakso ikan tuna penyimpanan 0, 1, 2 dan 3 hari tanpa coating kitosan hanya bertahan 1 hari memiliki total bakteri log 5,267 CFU/g, sedangkan bakso ikan tuna coating kitosan mampu bertahan sampai 2 hari memiliki total bakteri log 5,0837 CFU/g, hal ini membuktikan bahwa kitosan dapat mengurangi pertumbuhan bakteri.

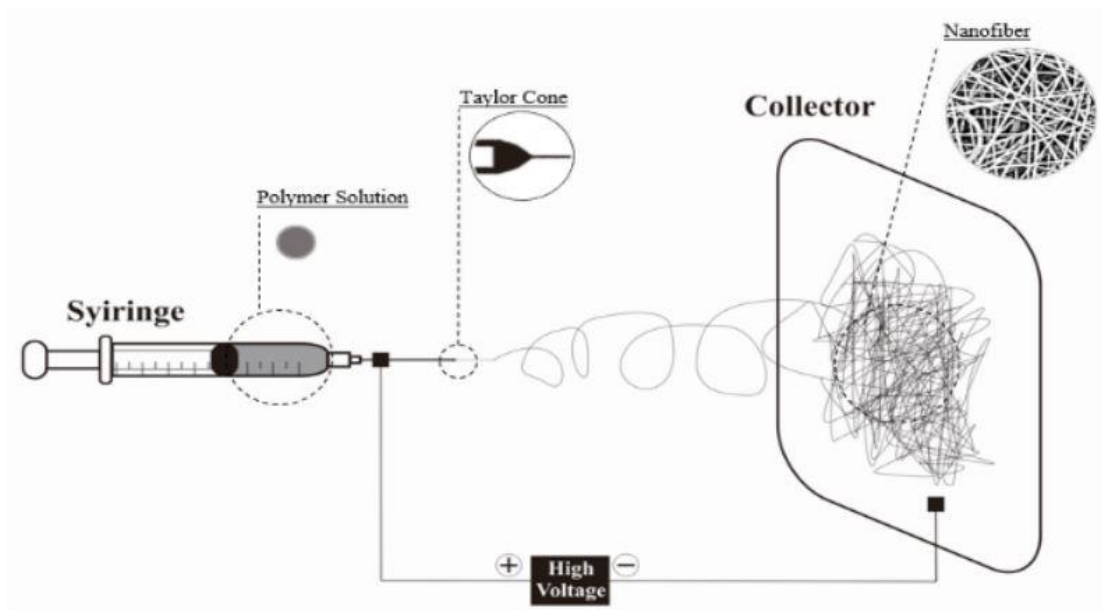
Sundaramurthi (2012) membuat membran nanofiber PVA/kitosan dengan metode *electrospinning* yang akan digunakan sebagai bahan pengganti kulit. Membran hasil penelitian ini akan dibandingkan dengan film 2D Kitosan/PVA yang dibuat menggunakan metode *solvent casting*. Variasi kitosan yang digunakan 2%-4% dan PVA 6%-8% yang dilarutkan secara terpisah dalam campuran asam dan air dengan perbandingan 8:2. Kemudian kitosan dan PVA di menggunakan perbandingan 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, dan 1:9 dalam waktu 5 jam. *Electrospinning* menggunakan parameter 20kV, flow rate 0,003 mL/min, TCD 10 cm menghasilkan nanofiber berukuran seragam ( $133 \pm 23$ nm). Diameter rata-rata membran nanofiber Kitosan/PVA berukuran  $151 \pm 14$ nm. Setelah diaplikasikan pada luka mencit, luka yang dibalut menggunakan membran nanofiber Kitosan/PVA lebih cepat tertutup dan lebih cepat berkurang ukuran lukanya daripada membran Kitosan/PVA hasil *solvent casting*.

Penelitian tentang pengaruh perbandingan pencampuran larutan PVA/kitosan terhadap nilai kekentalan larutan dan morfologi *nanofiber* yang diproduksi melalui metode *electrospinning* telah dilakukan oleh Liu (2014). Penelitian ini diawali dengan cara melarutkan 8 wt% kitosan dalam 1% asam asetat serta melarutkan 10 wt% PVA kedalam cairan aquades. Selanjutnya larutan kitosan dan PVA dicampur dengan perbandingan ( 2:1, 1:1, 1:2, 1:3). Hasil uji dengan menggunakan SEM menunjukkan sample perbandingan 2:1 menghasilkan banyak *beads* dengan rata-rata diameter serat rata-rata adalah 100nm terdistribusi secara merata dan hasil optimum terdapat pada perbandingan 1:1 dengan hasil struktur nano yang lurus dan tidak terdapat *beads* dengan ukuran rata-rata serat 160nm.

## 2.2. Dasar Teori

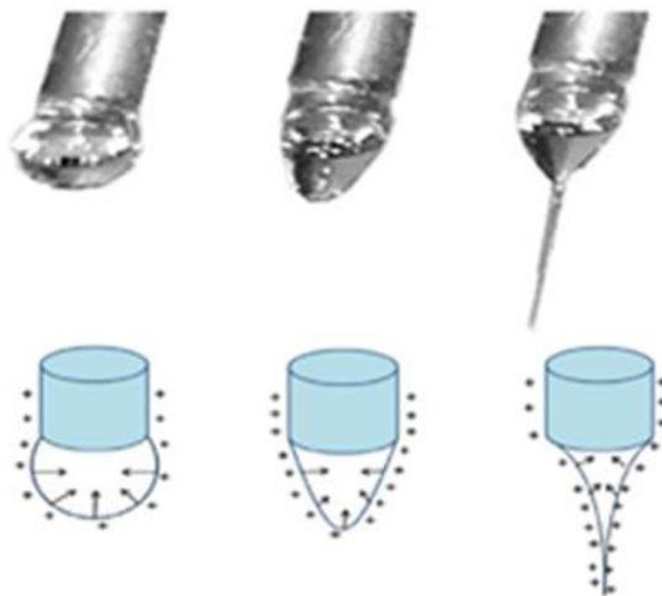
### 2.2.1. *Electrospinning*

Electrospinning merupakan proses pembuatan serat dalam skala nano yang paling banyak dan sukses digunakan. Pada metode ini, larutan polimer diberi listrik bertegangan tinggi (high voltage (10-20 kV)) dari mesin electrospinning sehingga menghasilkan serat halus. Karakteristik dari nanofiber tergantung dari sifat polimer, konsentrasi polimer, voltase yang digunakan dkk. Skema dari electrospinning dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pada dasarnya ada 3 komponen dasar dalam mesin electrospinning : (i) penyuplai listrik tegangan tinggi (high voltage supplier) 1-50 kV, (ii) tabung kapiler dengan pipet berdiameter kecil atau suntikan dengan jarum, (iii) plat kolektor logam atau tabung silinder (Garg dkk., 2014).



**Gambar 2.1.** Skema *Electrospinning*

Selama proses pembuatan nanofiber, listrik tegangan tinggi dihubungkan dengan suntikan sehingga menghasilkan larutan polimer bermuatan negatif. Jarum dari suntikan berfungsi sebagai elektroda satu dan plat kolektor berfungsi sebagai elektroda kedua yang terletak pada rentang jarak 5-25cm. Medan listrik terdapat pada ujung jarum suntik yang memiliki tegangan antara 1 sampai 50kV dengan muatan negatif. Dalam proses electrospinning terdapat 3 tahap yang biasa disebut dengan jet modelling (Gambar 2.2). Pertama adalah pada ujung jarum terbentuk tetesan sampai larutan memancar menuju kolektor atau biasa disebut initiation. Kedua adalah proses menipisnya diameter nanofiber (thinning fiber). Pada tahap ketiga terjadi pembekuan fiber dan penguapan pelarut (jet solidification) (Sosiati ., 2014).



**Gambar 2.2.** Jet Modelling

### **2.2.2. Parameter yang mempengaruhi proses *electrospinning***

Terdapat beberapa faktor atau parameter yang mempengaruhi morfologi dan keseragaman serat nano yang terbentuk pada proses *electrospinning*. Parameter diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu sebagai berikut (Thompson dkk., 2007).

### **A. Sifat larutan polimer**

Sifat larutan yang mempengaruhi pembentukan serat nano antara lain; konsentrasi larutan, berat molekul polimer, viskositas larutan, konduktivitas larutan, konstanta dielektrik dan tegangan permukaan larutan. Besaran-besaran tersebut memberikan pengaruh yang signifikan pada proses *electrospinning*. Contohnya berat molekul dan konsentrasi larutan berpengaruh pada terbentuknya tetesan (*droplet*) dan butiran (*beads*) dalam serat nano. Semakin tingginya konsentrasi larutan, akan mengurangi peluang terjadinya *jet stream*, karena interaksi antara pelarut dengan polimer semakin kuat sehingga larutan menjadi sulit di-*electrospinning* (Thompson dkk., 2007).

### **B. Parameter electrospinning**

Parameter alat electrospinning merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses electrospinning. Parameter tersebut meliputi besar medan listrik besar beda potensial, laju aliran larutan dan jarak ujung jarum/ tip ke collector (TCD= Tip to Collector Distance). Semakin jauh TCD, ukuran serat yang terbentuk akan semakin kecil, karena diperlukan waktu lebih lama bagi serat untuk mencapai collector sehingga larutan menguap pada saat diperjalanan menuju collector. Sedangkan jarak yang lebih pendek akan menyebabkan ukuran diameter serat yang besar, karena tidak cukup waktu bagi larutan untuk menguap sebelum sampai ke collector. Besarnya beda potensial juga mempengaruhi ukuran serat. Semakin tinggi beda potensial maka ukuran serat akan semakin kecil karena medan listrik yang besar membuat serat mengalami regangan lebih besar (Thompson dkk., 2007)

#### **2.2.2.1. Polyvinyl Alcohol (PVA)**

Polyvinyl Alcohol (PVA) merupakan adalah polimer sintesis yang diproduksi secara industri dengan hidrolisis dari poly(vinyl acetate). Secara komersial PVA terbagi menjadi dua jenis yaitu: PVA yang dihidrolisis dengan tinggi (diatas 98.5%) dan terhidrolisis

sebagian, tergantung pada jumlah kelompok asetat yang tersisa. Stabilitas kimia dari PVA pada suhu yang normal dengan sifat fisis dan mekanisnya yang sangat baik telah menyebabkan aplikasi yang luas (Zhang dkk., 2005). PVA memiliki sifat biokompatibel, biodegradabel, tidak beracun, mudah larut dalam air (Zheng dkk., 2006).

Dalam beberapa tahun terakhir penggunaan PVA sebagai material biomedis (wound dressing, drug delivery, dan scaffold for tissue engineering) banyak digunakan dalam aplikasi biomedis. Wound dressing banyak dibuat dari membrane PVA/kitosan (Darmawan dkk., 2016). PVA banyak dipilih sebagai campuran dari kitosan karena PVA berinteraksi sangat kuat dengan kitosan melalui ikatan hidrogen pada tingkat molekul, PVA dapat dielectrospinning dari larutan yang encer (Ohkawa dkk., 2004).

### **2.2.3. Kitosan**

Kitosan Polimer pada dasarnya dibedakan menjadi tiga jenis yaitu polimer natural (alam), polimer sintetis dan polimer semi-sintetis. Salah satu polimer alam yang banyak terdapat di bumi adalah kitin (terbanyak kedua setelah selulosa). Kitin pertama kali ditemukan pada tahun 1884. Kitin memiliki sifat keras, tidak elastis dan memiliki kandungan nitrogen. Kitin dapat dijumpai pada cangkang krustasea, serangga dan cacing. Kitosan merupakan polisakarida yang terbentuk saat deasetilasi asam kitin (Rafique., 2016).

Kitosan banyak digunakan dalam bidang biomedis seperti tissue engineering, drug delivery dan pembalut luka (wound dressing). Banyaknya aplikasi dari kitosan adalah karena memiliki sifat biokompatibel dan biodegradabel (Sundaramurthi dkk., 2012; Jia., 2007); anti bakteri dan tidak beracun (Rafique dkk., 2016).

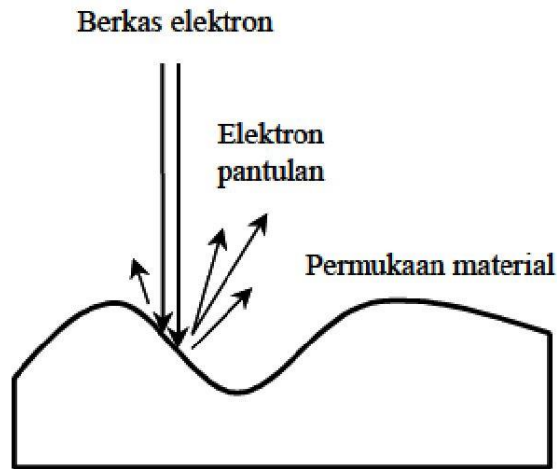


**Gambar 2.3.** Kitosan Mikro

#### **2.2.4. *Scanning Electron Microscope (SEM)***

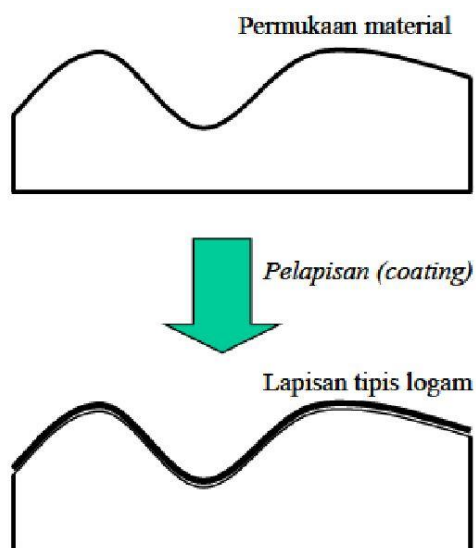
SEM merupakan salah satu jenis mikroskop yang menggunakan berkas elektron sebagai media pengamatan profil permukaan benda. Prinsip kerja dari SEM adalah berkas elektron berenergi tinggi ditembakkan menuju permukaan benda (sampel) seperti pada Gambar 2.4. Berkas elektron yang mengenai permukaan benda (sampel) akan dipantulkan kembali atau menghasilkan elektron sekunder ke semua arah. Namun, ada satu arah yang akan mendapatkan pantulan elektron dengan intensitas tertinggi. Arah inilah yang akan memberikan informasi tentang profil permukaan benda (Abdullah dkk., 2008).





**Gambar 2.4** Berkas elektron mengenai permukaan benda (sampel)  
(Abdullah., 2008)

Syarat agar SEM mendapatkan hasil yang bagus adalah permukaan benda (sampel) harus bisa memantulkan elektron atau bisa melepaskan elektron sekunder saat ditembak dengan berkas elektron. Logam adalah material yang memiliki sifat tersebut. Material lain yang bukan berbahan logam harus mendapatkan perlakuan khusus (diberi lapisan logam) agar dapat diamati dengan jelas, seperti pada Gambar 2.5. Lapisan tipis logam dibuat pada permukaan benda (sampel) agar dapat memantulkan berkas elektron.



**Gambar 2.5** Pelapisan (coating) pada bahan (sampel) agar mendapatkan hasil yang jelas pada bahan nonlogam (isolator)  
(Abdullah., 2008)

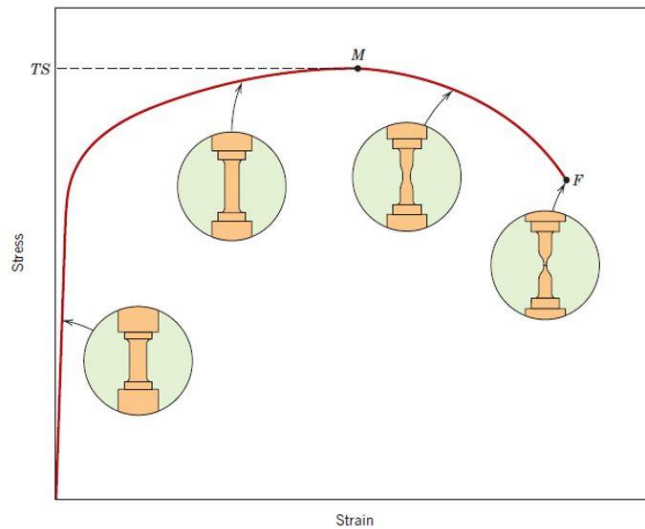
Prinsip kerja dari SEM adalah sebagai berikut :

- A. Electron gun menghasilkan electron beam dari filamen. Pada umumnya electron gun yang digunakan adalah tungsten hairpin gun dengan filamen berupa lilitan tungsten yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan yang diberikan kepada lilitan mengakibatkan terjadinya pemanasan. Anoda kemudian akan membentuk gaya yang dapat menarik elektron melaju menuju ke anoda.
- B. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju suatu titik pada permukaan sampel.
- C. Sinar elektron yang terfokus memindai (scan) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
- D. Ketika elektron mengenai sampel, maka akan terjadi hamburan elektron, baik Secondary Electron (SE) atau Back Scattered Electron (BSE) dari permukaan sampel dan akan dideteksi oleh detektor dan dimunculkan dalam bentuk gambar pada monitor CRT.

#### **2.2.5. Sifat Mekanis**

Perilaku material atau respon terhadap pembebanan (torsi, gaya dan gabungan dari keduanya) yang diberikan disebut sebagai sifat mekanis. Untuk mendapatkan nilai mekanis dari suatu material biasanya dilakukan pengujian mekanis. Pengujian mekanis menghasilkan kurva atau data dari material yang telah diuji.

Salah satu pengujian mekanis yang paling banyak digunakan adalah uji tarik (*tensile strength*). Dari pengujian ini akan didapatkan banyak data dari suatu material (*tensile strength*/ kekuatan tarik, *elongation*/elongasi dan *elasticity*/elastisitas). Selama pengujian, spesimen akan mengalami deformasi, biasanya patah, dengan peningkatan beban tarik secara bertahap yang diterapkan secara uniaksial sepanjang sumbu panjang suatu spesimen pada Gambar 2.6 (Callisterdkk., 2007). Deformasi pada material dapat dibedakan menjadi dua yaitu deformasi plastis (tidak dapat berubah ke bentuk asal/*irreversible*) dan deformasi elastis (dapat kembali ke bentuk asal/*reversible*).



**Gambar 2.6** Grafik deformasi pada sampel uji tarik (Callister, 2007)

Kekuatan tarik adalah kemampuan suatu material untuk menahan tegangan maksimum sebelum material tersebut mengalami perubahan penampang. Maka kekuatan tarik, dapat dirumuskan dengan tegangan maksimum dibagi dengan luas penampang awal sebelum material tersebut mengalami perubahan.

Tegangan

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

dengan:

$\sigma$  =Stress atau tegangan (MPa)

F =Force atau gaya maksimum (N)

A =Area atau luas penampang membran nanofiber (mm<sup>2</sup>)

Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

$\varepsilon$  = Regangan atau strain

$\Delta L$  = Selisih panjang awal dan akhir (mm)

L = Panjang awal (mm)

Modulus Elastisitas

$$\varepsilon = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta\sigma} \dots\dots\dots (2.3)$$

$\varepsilon$  = Modulus elastisitas (MPa)

$\Delta\varepsilon$  = Selisih regangan pada area elastis

$\Delta\sigma$  = Selisih tegangan pada area elastis