

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Uji material plastik sangat penting di karenakan untuk mengetahui kekuatan sebuah material plastik . Ada beberapa pengujian plastik diantaranya dengan menggunakan uji tarik plastik dikarenakan sifat plastik yang sangat elastis dan ringan sangat membantu di dalam dunia industri.

Ada beberapa orang pernah melakukan pengujian plastik ini di antaranya Luy Inggaweni (2015) dengan hasil karakteristik plastik *biodegradable* campuran HDPE dan pati kulit singkong terbaik perbandingan 7:3 dengan nilai kuat tarik ,elongasi, dan modulus Young masing-masing sebesar 19,4433 N/mm², 18,1403 % 107,1833 N/mm². Hasil penelitian menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* dengan perbandingan 7:3 memiliki karakteristik yang sesuai dengan plastik komersial dan dapat didegradasi oleh lingkungan, Ani Purwati (2010) dengan hasil plastik kitosan dengan konsentrasi 1% (berat kitosan / mL asam asetat) dengan suhu pengeringan 80⁰ C di peroleh sifat plastik tanpa penambahan sorbitol stabil selama penyimpanannya dengan nilai kuat tarik 3,5 – 3,94 Mpa dengan nilai elongasi antara 1,5 -1,6 %. Sedangkan Sumaryono (2012) dengan hasil yang didapatnya bahan polipropilen lebih ulet dari polistiren dan tegangan maksimum rata-rata untuk bahan polipropilen sebesar 19,53 (kg/mm²) sedangkan bahan polistiren sebesar 1,59 (kg/mm²).

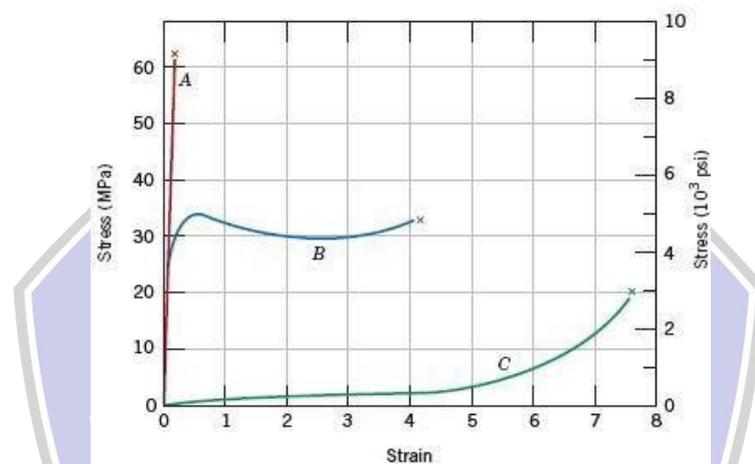
2.2 Deformasi Elastis

(Sumaryanto,2012) Struktur polimer di dalam plastik sangat berbeda dengan logam atau keramik karenanya perilaku mekanisnya berbeda satu sama lain. Dilihat pada gambar 2.1 menunjukkan hasil uji tarik bahan polimer yang mempunyai perbedaan sifat dan karakternya. Pada semua padatan ,tegangan akan menimbulkan regangan elatis.

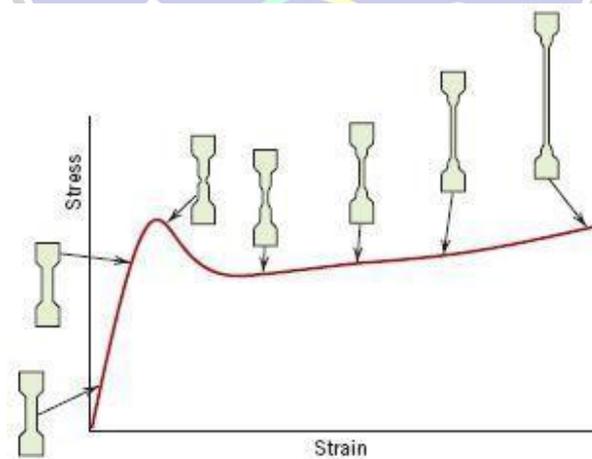
Suatu regangan yang dapat berbalik yang sering disebut deformasi elastis yang terlihat pada gambar 2.2 apabila ada suatu tegangan yang di

berikan dalam bentuk tarik maka material akan berubah sedikit lebih panjang dan akan kembali lagi seperti semula apabila beban yang di berikan di hilangkan atau di tiadakan. Material akan mengalami perubahan ukuran apabila mengalami penekanan.

Selain regangan elastis akan terjadi pergeseran tetap atom-atom ketika tegangan yang lebih tinggi di berikan. Di dalam pemakaian produk , kita sering menghindari deformasi plastik perhitungannya di landaskan pada tegangan di daerah elastis.



Gambar : 2.1. Kurva tegangan-regangan untuk polimer a) getas (brittle); b) plastis; dan c) elastomer (*highly elastic*)



Gambar : 2.2. Grafik deformasi tegangan-regangan

2.3 Hukum Hooke

Ketika dilakukan pengujian tarik terhadap spesimen maka akan terjadi pertambahan panjang sampai akhirnya putus. Spesimen ini merupakan bahan plastik yang sudah di olah atau di daur ulang.

Pada hukum hooke di sampaikan regangan di definisikan dengan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana ε = regangan

ΔL = perubahan panjang (m)

L_0 = panjang awal (m)

Sedangkan tegangan dapat di definisikan sebagai gaya per satuan luas dengan

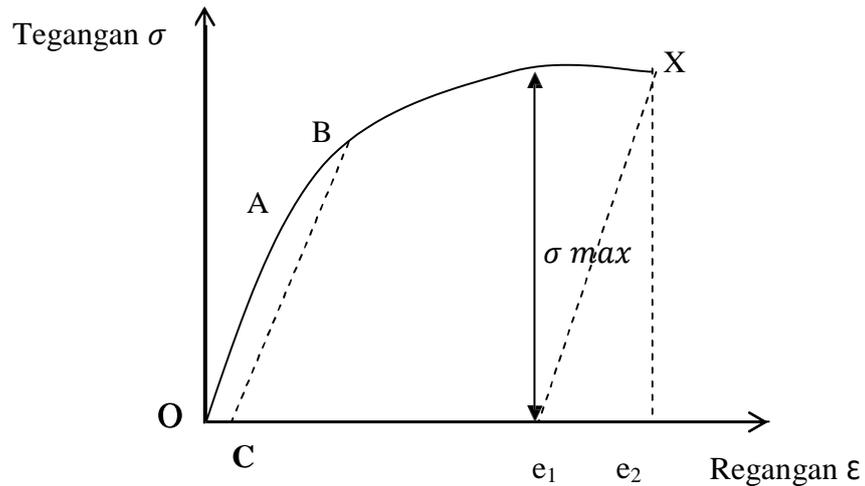
$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana σ = Tegangan (N/m²)

F = Gaya (N)

A = Luas (m²)

Di dalam pengujian tarik akan menghasilkan hubungan antar tegangan dan regangan. Diagram ini berbeda bentuknya tergantung tiap bahan yang digunakan. Dalam pengujian tarik bahan yang ulet bisa dilihat seperti gambar 2.3 berikut ini



Gambar : 2.3 Diagram tegangan-regangan uji tarik bahan ulet

Dari diagram diatas bagian awal garis OA merupakan garis elastis, titik A batas elastis sebagai tegangan terbesar yang ditahan oleh bahan tanpa mengalami regangan permanen disaat beban di tiadakan atau dihilangkan. Instrumen pengukuran regangan sangat penting karena digunakan sebagai penentu batas elastis. Oleh sebabnya batas ini sering diganti dengan batas proporsional. Batas proporsional merupakan tegangan yang dimana garis lengkung tegangan-regangannya menyimpang dari lineier. Titik B merupakan kekuatan luluh. Pada yang bersifat ulet, biasanya ketika beban di hilangkan regangan total akan berkurang e_1 menjadi e_2 . Berkurangnya regangan ini bisa disebut dengan *recoverable elastik starin*.

Tegangan maksimum pada kurva regangan dapat menunjukkan kekuatan tarik suatu bahan. Tegangan spesimen yang patah disebut dengan tegangan patah.

2.4 Polimer

Polimer merupakan suatu molekul besar yang terbentuk dari unit-unit monomer. Monomer atau perulangan unit-unit ini membentuk susunan rantai linier, bercabang, dan jaringan. Polimer dibagi dalam tiga bentuk yaitu polimer elastomer, polimer serat dan polimer plastik. Polimer elastomer merupakan polimer yang mempunyai sifat seperti karet. Polimer serat

merupakan polimer mirip benang seperti kapas, sutera atau nilon. Sedangkan polimer plastik merupakan polimer yang berupa lembaran tipis.

Dilihat asal mulanya polimer dapat dibagi dua, yaitu polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam merupakan polimer yang terbentuk di alam karena hasil metabolisme makhluk hidup, contohnya seperti pati, karet, selulosa, protein, dan sutera yang dihasilkan oleh tanaman dan binatang. Polimer selanjutnya polimer sintetik, polimer ini terbentuk atau diproduksi karena keterbatasan tersedianya polimer alam. Polimer sintetik merupakan yang dihasilkan di laboratorium, atau sering disebut dengan plastik. Polimer jenis ini dapat dilelehkan dan dibentuk menjadi bermacam-macam bentuk.

2.4.1 Sifat-sifat Bahan Polimer

(Bukit, 2011) Molekul polimer disusun dalam satu struktur rantai dalam struktur tiga dimensi dengan ikatan kovalen, kebanyakan molekul rantai memberikan sifat termoplastik dengan menaikkan temperatur sehingga dapat mencair dan mengalir. Bahan tersebut dinamakan polimer termoplastik. Sedangkan polimer yang struktur tiga dimensinya terkeraskan karena pemanasan tidak dapat mengalir lagi karena pemanasan dinamakan polimer termoset. Sifat-sifat khas bahan polimer pada umumnya sebagai berikut :

- a. Kemampuan cetak yang baik. Pada temperatur relatif rendah bahan dapat dicetak dengan pernyuntikan, penekanan, ekstrusi dan seterusnya yang menyebabkan ongkos lebih rendah dari pada logam dan keramik.
- b. Produk yang ringan dan kuat dapat dibuat. Berat jenis polimer rendah dibandingkan dengan logam dan keramik.
- c. Banyak diantara polimer bersifat isolasi listrik yang baik. Polimer mungkin juga dibuat konduktor dengan jalan mencampurkan dengan serbuk logam, butiran karbon, dan sebagainya.
- d. Baik sekali dalam ketahanan air dan ketahanan kimia. Untuk menghasilkan suatu produk yang baik pemilihan bahan sangat

- berperan penting sekali. (contoh : *politetrafluoroetilen*, dan sebagainya).
- e. Produk-produk dengan sifat yang cukup berbeda dapat dibuat tergantung pada cara pembuatannya. Dengan mencampur zat pemlastis, pengisi, dan sebagainya sifat-sifat dapat berubah dalam daerah yang luas.
 - f. Umumnya bahan polimer lebih murah.
 - g. Kurang tahan terhadap panas, hal ini berbeda dengan logam dan keramik.
 - h. Kekerasan permukaan yang sangat kurang. Bahan polimer yang keras ada tetapi masih jauh dibawah kekerasan logam dan keramik.
 - i. Kurang tahan terhadap pelarut. Umumnya larut dalam pelarut tertentu kecuali beberapa bahan khusus seperti *politetrafluoroetilen*. Jika tidak dapat larut, mudah retak karena kontak yang terus menerus dengan pelarut.
 - j. Beberapa ada yang tahan abrasi atau mempunyai koefisien gesek yang kecil.

2.4.2 Polietilen (PE)

Polietilena (PE) merupakan suatu termoplastik yang di dapat produksi mulai dari yang lunak sampai yang kaku dan bersifat kuat. Di dalam industri polimer, termoplastik ini jenis polimer yang terdiri dari rantai panjang monomer etilena , polietilena ditulis dengan singkatan PE.

(Bilmeyer, 1994) Polietilena ini bahan termoplastik yang transparan berwarna putih mempunyai titik leleh bervariasi antara 110°C - 137°C . Pada umumnya polietilena bersifat resisten terhadap zat kimia. Polietilena tidak akan larut pada zat pelarut organik dan anorganik ketika berada pada suhu kamar.

(Azizah, 2004) Ada dua jenis polietilen (PE) yaitu polietilen densitas rendah (*low-density polyethilen/LDPE*) dan polietilen densitas tinggi (*High density polyethilen/HDPE*)

PE mempunyai sifat yang cukup istimewa di banding jenis plastik yang lainnya ,karena murah, inert, sifat listriknya yang bagus, dan mudah cara memprosesnya. PE dapat diklarifikasikan berdasarkan pada suatu densitas dan viskositas pelelehan . Ini menghasilkan *high density polyethylene* (HDPE), *low density polyethylene* (LDPE), *linear low density polyethylene* (LLDPE) dan *cross-linked polyethylene* (XLPE).Berikut Tabel 2.1. Karakteristik Polietilen

Tabel 2.1. Karakteristik Polietilen

Sifat Fisik dan Mekanik	LDPE Rantai Cabang	HDPE
Berat jenis (g/cm^3)	0,91-0,94	0,95-0,97
Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	105-115	120
Kekerasan	44-48	55-70
Kapasitas panas ($\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)	1,916	1,916
Regangan (%)	150-600	12-700
Tegangan Tarik (N mm^{-2})	15,2-78,6	17,9-33,1
Modulus tarik (N mm^{-2})	55,1-172	413-1034
Tegangan impak	>16	0,8-14
Konstanta dielektrik	2,28	2,32
Resitivitas (Ohm cm)	6×10^{15}	6×10^5

(Rafli.R,2008)

a. High density polyethilen (HDPE)

Plastik High density polyethylene atau sering disebut dengan plastik HDPE. Dilihat secara visual plastik ini mempunyai warna pekat dan sering digunakan pada botol sampoo,botol susu, tempat kosmetik,botol oli,dan masih banyak yang lainnya. Plastik jenis ini biasanya terdapat simbol angka atau nomor 2. Seperti gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar : 2.4 Lambang plastik HDPE
Sumber <http://www.pasiensehat.com>

Plastik HDPE ini sangat mudah di daur ulang, oleh sebab itu banyak dicari untuk di daur ulang kembali. Plastik HDPE ini dibuat dari ethylene dengan proses katalis. Keuntungan plastik HDPE di banding jenis plastik yang lain antara lain :

- a) Harganya lebih murah
- b) Plastik ini tahan terhadap kelembapan.
- c) Tahan terhadap paparan bahan-bahan kimia.
- d) Bisa digunakan sebagai pembungkuss makanan

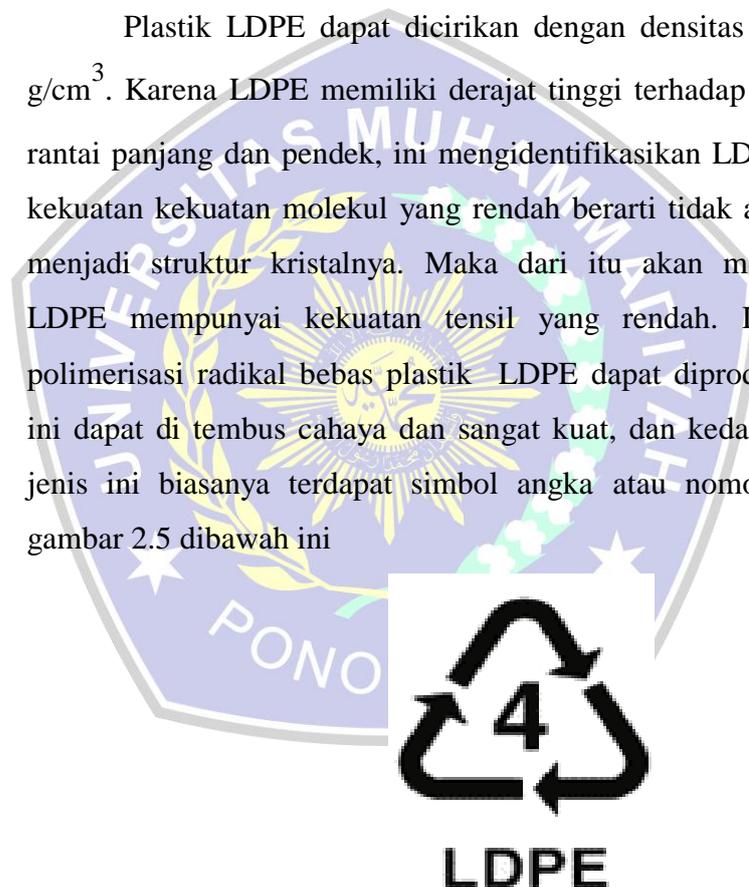
Sedangkan Kerugian menggunakan plastik HDPE di banding plastik yang lain :

- a) Mudah retak.
- b) Sulit untuk di bengkokkan.
- c) Mudah terbakar

b. Low Density Polyethylene (LDPE)

Tas plastik, botol, kotak penyimpanan, mainan merupakan contoh jenis plastik Low Density Polyethylene (LDPE). LDPE merupakan plastik yang terbuat dari minyak bumi dan mudah dibentuk ketika panas, rumus molekulnya adalah $(-CH_2-CH_2-)$. Plastik jenis ini mempunyai resin yang kuat, keras dan tidak bereaksi terhadap zat kimia lainnya, dan kemungkinan merupakan plastik yang paling tinggi mutunya.

Plastik LDPE dapat dicirikan dengan densitas 0.910–0.940 g/cm^3 . Karena LDPE memiliki derajat tinggi terhadap percabangan rantai panjang dan pendek, ini mengidentifikasi LDPE memiliki kekuatan molekuler yang rendah berarti tidak akan berubah menjadi struktur kristalnya. Maka dari itu akan mengakibatkan LDPE mempunyai kekuatan tensil yang rendah. Dengan cara polimerisasi radikal bebas plastik LDPE dapat diproduksi. Plastik ini dapat ditembus cahaya dan sangat kuat, dan kedap air. Plastik jenis ini biasanya terdapat simbol angka atau nomor 4. Seperti gambar 2.5 dibawah ini



Gambar : 2.5 Simbol Plastik LDPE
Sumber: pranaindonesia.files.wordpress.com

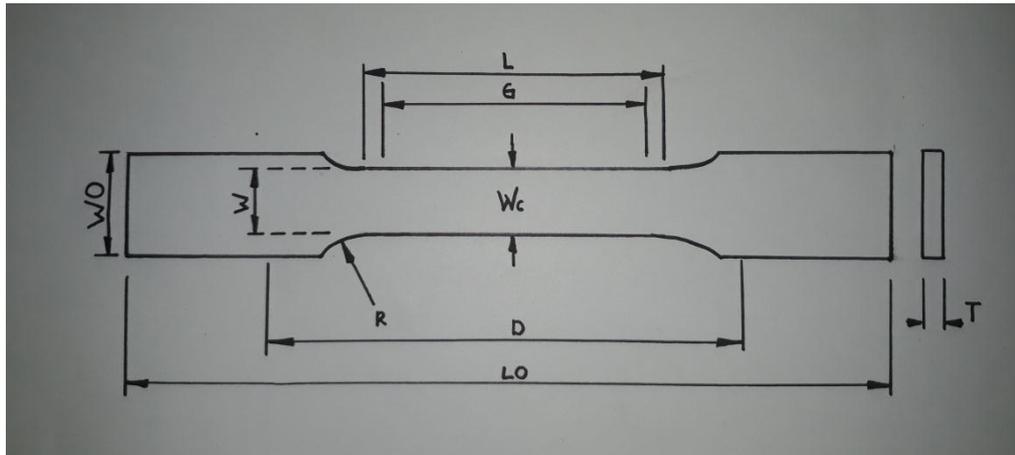
Di dalam logo plastik LDPE tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, yaitu plastik tipe cokelat (termoplastik/dibuat dari minyak bumi). Contoh penggunaan plastik LDPE adalah untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek.

Plastik ini mempunyai sifat yang kuat, tembus cahaya, fleksibel.. Plastik LDPE ini dapat didaur ulang kembali, memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia. Plastik LDPE jika di gunakan pada suatu barang maka barang tersebut akan susah di hancurkan, akan tetapi baik dipergunakan untuks tempat makanan,minuman karena plastik jenis ini susah/sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang di kemas tersebut.

(Siagian,K.A,2009) Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen. Material mekanik tersebut dapat di uji antara lain dengan pengujian : kekuatan tarik suatu material, ketangguhan, kekerasan, ketahanan aus, uji impek atau pengujian impek, kekuatan mulur, kekeuatan leleh dan sebagainya. Pengujian bahan polimer sangat penting karena bahan polimer digunakan untuk bahan industri sangat bergantung pada sifat mekanisnya. Sifat mekanik suatu polimer adalah salah satu sifat yang sering digunakan untuk karakterisasi suatu bahan polimer.

2.5 Ukuran Cetakan Spesimen

Dalam proses pengujian tarik diperlukan cetakan yang berfungsi untuk membuat bentuk bahan yang akan di uji tersebut dengan ukuran menurut standart ASTM. ASTM singkatan dari *America Standar Testing and Material* yang pertama kali dibentuk berguna untuk mengatasi rel kereta api atau besi rel kereta yang selalu bermasalah pada tahun 1898 oleh sekelompok ilmuan dan insinyur di Amerika. Terdapat 12.000 lebih ukuran ASTM yang digunakan saat ini, untuk spesimen yang kita gunakan menggunakan ASTM D 638 tipe II dengan ukuran sebagai berikut di gambar :



Gambar : 2.6 Ukuran ASTM D 638 tipe II

Untuk ukuran spesimen ASTM D 638 tipe II seperti dibawah ini :

Lebar (W)	= $6 \pm 0,5$ mm
Panjang (L)	= $57 \pm 0,5$ mm
Lebar keseluruhan (W ₀)	= $19 \pm 6,4$ mm
Panjang keseluruhan (L ₀)	= 183 mm (toleransi no max)
Panjang ukur (G)	= $50 \pm 0,25$ mm
Jarak antar grip (D)	= 135 ± 5 mm
Jari-jari fillet (R)	= 76 ± 1 mm
Tebal spesimen (T)	= (Toleransi no max)

2.6 Mesin Uji Tarik.

Ketika kita melakukan uji tarik kita akan menggunakan mesin uji tarik yang berfungsi untuk mengetahui kekuatan benda yang akan kita uji. Dalam pengujian ini kita menggunakan mesin uji tarik merk *TRIPOD* tipe AEV (Electric Double Column Vertical Test Stand) merupakan pelat uji pencocokan HF dan NK series force gauge. Produk ini menggunakan struktur tiang ereksi ganda, stabilitas yang baik, berlaku luas, mudah dioperasikan. Dan memiliki langkah regulasi kecepatan kurang, manual (inci), dan fungsi auto control switch. Diaplikasikan secara luas pada plastik karet, industri

ringan, tekstil, jendela bangunan dan pintu, bahan majemuk, kawat listrik dan kabel, panel mobil, generator listrik, lembaga penelitian ilmiah untuk melakukan gaya penyisipan gaya push pull dan eksperimen destruktif.

Spesifikasi:

Beban uji beban maksimum	: 500N
Rentang kecepatan uji	: 0 ~ 200 mm / menit
Dimensi mesin (panjang x lebar x tinggi)	: 44 x 37 x 69 cm
Berat kotor mesin	: 41 kg
Stroke maksimum	: 220 mm



Gambar : 2.7 Mesin Uji Tarik
Sumber : Dokumen Pribadi