

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Plastik sebagai material polimer atau bahan pengemas yang dapat dicetak menjadi bentuk yang diinginkan dan mengeras setelah didinginkan atau pelarutnya diuapkan. Polimer adalah molekul yang besar yang telah mengambil peran yang penting dalam teknologi karena mudah dibentuk dari satu bentuk ke bentuk lain dan mempunyai sifat, struktur yang rumit. Hal ini disebabkan oleh jumlah atom pembentuk yang jauh lebih besar dibandingkan dengan senyawa yang berat atomnya lebih rendah. Umumnya suatu polimer dibangun oleh satuan struktur yang tersusun secara berulang dan di ikat oleh gaya tarik menarik yang kuat yang disebut ikatan kovalen (Steven,2007).

Badri, MG dkk (2014) melakukan penelitian tentang sifat mekanik dan cacat penyusutan akibat variasi komposisi campuran daur ulang *polyethylene* pada *injection molding*. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa Penambahan bahan daur ulang memicu *shrinkage*, biji plastik murni tidak banyak terjadi penyusutan dan tidak banyak menghasilkan rongga *void*, sehingga spesimen memiliki sifat elastisitas yang tinggi. Sedangkan pada komposisi 10% daur ulang sampai 100% daur ulang terjadi peningkatan *shrinkage* pada *specimen*. Semakin besar peningkatan *shrinkage* ini akan menyebabkan penurunan elastisitas dan kualitas dari *specimen* tersebut. Jadi semakin tinggi komposisi maka akan semakin tinggi juga *shrinkage* yang dihasilkan.

Asror M.F dkk (2003) melakukan penelitian tentang pengaruh suhu proses dan tekanan *injection moulding* terhadap kekuatan benturan dan kekerasan pada material *High density polyethylene* yang menjelaskan bahwa peranan suhu sangat signifikan dalam proses plastifikasi dan homogenisasi material didalam silinder unit injeksi yang nantinya berpengaruh terhadap *melt flow rate* material tersebut.

Abo El-Khair M.S dan Ali, A.A (2013) melakukan penelitian tentang sifat mekanik dari HDPE yang menyimpulkan bahwa dengan meningkatkan daur ulang

generasi kepadatan, modulus elastisitas, persentase perpanjangan, dampakkekuatan, dan persentase pemulihan dari HDPE menurun sementara kekuatan tarik sedikit meningkat. Penurunan inidapat dijelaskan dengan memotong rantai panjang (selama daur ulang berulang) mendorong struktur yang lebih bercabangdengan kepadatan dan kristalinitas yang lebih rendah,kemungkinan degradasi melalui proses daur ulang.

Bernadeth Jong Hiong Jun dan Ariadne L Yuwono (2010) melakukan penelitian tentang perbandingan sifat mekanik *polypropylene* murni dengan daur ulang. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa hasil perbandingan uji tarik dan uji kekerasan pada plastik polipropilen murni dan daur ulang tidak ada perubahan yang signifikan. Hasil uji tarik PP (polipropilen) daur ulang itu lebih rendah dari PP murni yang berkisar 22,1%, pada modulus young juga rendah 8,1% dan berkurang drastis pada strain-at break sebesar 65,7%. Uji kekerasan pada PP daur ulang komersial trelatif tidak ada nya perubahan. Dari hasil tersebut PP daur ulang masih mempunyai sifat mekanik yang sama dengan PP murni sehingga masih layak digunakan untuk aplikasi non structural lainnya.

Berdasarkan beberapa tinjauan pustaka diatas penelitian tentang penggunaan bahan daur ulang sebagai campuran pembuatan produk masih jarang dilakukan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *High Density Polyethylene*(HDPE)

HDPE merupakan polimer termoplastik linear yang dibuat dari monomer etilen dengan proses katalitik. HDPE dengan cabang yang sedikit menghasilkan struktur yang rapat dengan densitas yang tinggi dan mempunyai ketahanan kimia yang lebih tinggi daripada LDPE. HDPE juga lebih kuat dan tahan terhadap temperatur yang lebih tinggi. Kebanyakan aplikasi HDPE dipadukan dengan zat aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat HDPE. Bahan aditif tersebut berupa zat-zat dengan berat molekul rendah yang dapat berfungsi sebagai filler, pewarna, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, anti lekat dan lain-lain(Ni'mah, dkk., 2009).

HDPE memiliki rantai cabang yang lebih sedikit dibanding jenis *low density*, Hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya (katalis *Ziegler-Natta*) dan kondisi reaksi. Dengan demikian, HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan tahan terhadap temperatur tinggi (120°C). Membutuhkan 1.75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. HDPE (*high density polyethylene*) mempunyai densitas 950 kg/m³ yang biasa dan sering dipakai untuk kemasan jerigen minyak pelumas, tutup botol, botol susu yang berwarna putih susu, kursi lipat, dan lain-lain. Berikut adalah tabel sifat fisik dan sifat mekanik dari material HDPE 5218EA dari Lotte Titanvene:

Tabel 2.1 Sifat umum HDPE 5218EA (*Lotte chemical*)

General Properties	Value	Unit	Test Method
Melt Flow Rate (190°C/2.16 Kg)	18	g/10 min	ISO 1133 Condition 4
Nominal Density	0.95	g/cm ³	ISO 1183 Method D
Vicat Softening Point	124	°C	ISO 306
Melting Point	130	°C	ISO 3146 Method C

Tabel 2.2 Sifat mekanik HDPE 5218EA (*Lotte chemical*)

Mechanical Properties	Value	Unit	Test Method
Tensile Stress at yield	25	MPa	ISO/R 527 Type 2 Speed C
Elongation at Break	250	%	ISO/R 527 Type 2 Speed C
Charpy Impact Strenght	5	kJ/m ²	ISO 179 Type 1 Notch A
Flextural Modulus	1300	MPa	ISO 178
Hardness (Shore D)	65		ISO 888 Type D
ESCR Condition B, F	3	Hours	ASTM D1693

Tabel 2.3 Sifat fisik dan kimia HDPE 5218EA (*Lotte chemical*)

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES	
Physical State	Normaly delivered as granules
Color	White or translucent
Melting Point (°C)	Melts between 126°C and 134°C
Flash Point (PMCC) (°C)	Above 300°C decomposition occurs and flash or fumes my occur
Solubility in Water (Kg/m ³)	Insoluble
Density (Kg/m ³)	930-960 (ISO 1183)
Auto Flammability (°C)	350°c
Dust Explosion Data	Minimum ignition temperature 400°C
Softening Point (°C)	110°C-128°C (VICAT)
Solubility in Other Solvent	Aromatics at elevated temperatures

2.2.2 Daur Ulang

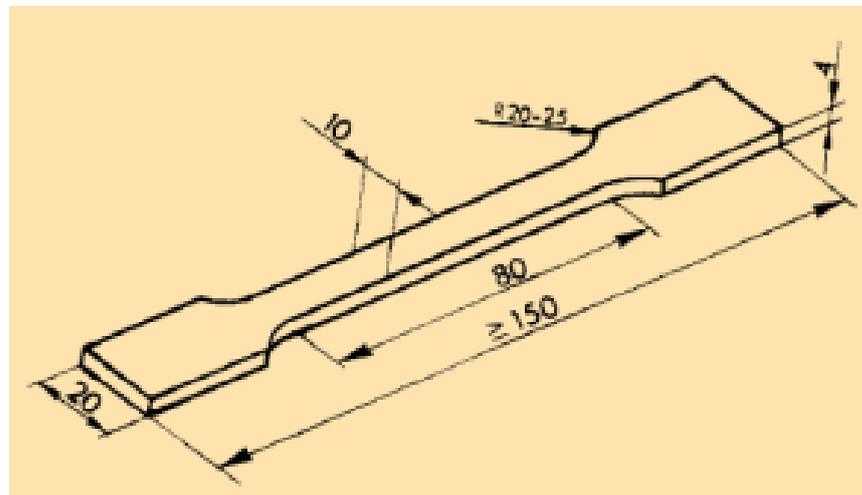
Daur ulang adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah yang sebenarnya menjadi

sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi. Daur ulang merupakan salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk/material bekas pakai, dan komponen utama dalam manajemen sampah *modern* dan bagian ketiga dalam proses hierarki sampah 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, and Replace*).

2.2.3 Spesimen *Multipurpose*

Spesimen *multipurpose* merupakan spesimen yang biasa digunakan untuk penelitian dibidang teknik. Penelitian menggunakan spesimen ISO 294-1 (2012) yang berukuran sebagai berikut:

Panjang keseluruhan	: 150 mm
Panjang gauge	: 80 mm
Tebal	: 4 mm
Lebar	: 20 mm



Gambar 2.1 spesimen *multipurpose*(ISO 294-1).

2.2.4 Pengertian *Injection Moulding*.

Injection moulding merupakan teknik menyuntikan plastik kedalam cetakan (*Mold*). Material yang digunakan pada *injection molding* berupa bijih-bijih *plastic*, Cacahan plastik atau bisa juga plastik dicampur dengan serat. Sebelum

masuk kedalam proses, material harus dipanaskan terlebih dahulu dalam wadah yang bernama *hopper* atau *dehumidifier*. Pemanasan material ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung pada bijih plastik dan mengeringkan material dari uap air yang diserap (Hakim,Rahman, A.).

Terdapat 3 bagian utama dalam mesin *Injection moulding* yaitu:

1. *Clamping Unit*

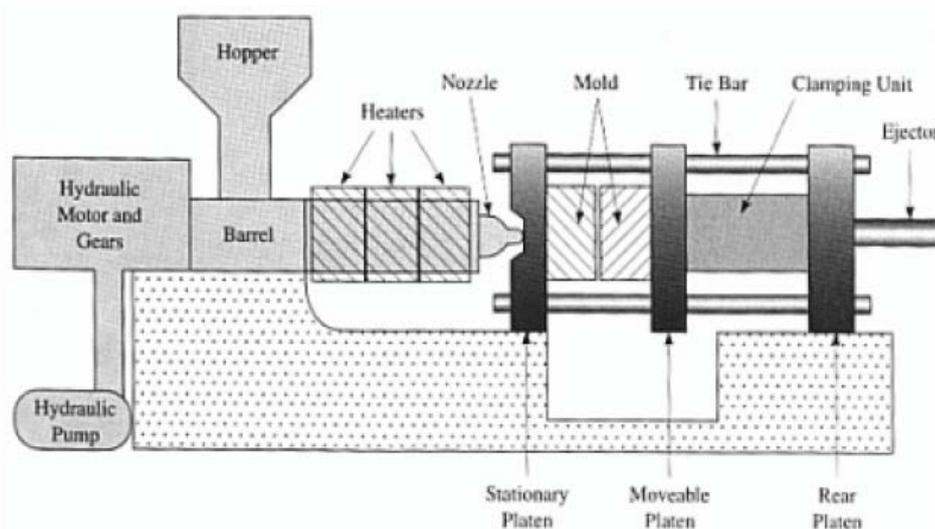
Clamping Molding merupakan sarana untuk menyatukan molding yang didalamnya terdapat cetakan, *dwelling* berfungsi untuk memastikan *molding* terisi penuh oleh resin, *injection* untum memasukan resin ke cetakan melalui *sprue*, *ejection* yang berfungsi untuk mengeluarkan hasil dari cetakan.

2. *Plasticizing Unit*

Plasticizing Unit merupakan tempat untuk memasukan resin dan adanya pemanasan. Bagian-bagiannya terdapat *hopper* yang berfungsi untuk tempat masuknya plastik, ada *screw* untuk mencampurkan material agar dapat merata ke *Barrel*, *Heater* dan *Nozzle*.

3. *Drive Unit*

Drive Unit merupakan bagian yang berfungsi untuk melakukan kontrol kerja pada mesin *Injection Molding*.Bagian-bagiannya berupa motor dan hidrolik system. *Injection moulding* mempunyai beberapa komponen, berikut adalah komponen-komponen dari mesin *injection moulding*. Dapat dilihat dari Gambar 2.2



Gambar 2.2 Mesin *Injection Moulding* (sinotech.com)

2.2.5 Sifat Mekanik Material

Pengujian yang tepat hanya di dapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan, pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen. Sifat mekanik tersebut antara lain:

2.2.5.1 Uji Tarik

Uji tarik merupakan pengujian material yang paling mendasar untuk mengetahui sifat mekanis suatu material. Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan material dengan caramemberikan beban gaya yang berlawanan arah. Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Dalam pengujian ini penulis menggunakan standar ASTM D638-02a, untuk tegangan tarik itu sendiri dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan: σ = Tegangan Tarik (MPa)

F = Beban Tarik Maksimum (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

A. Modulus Elastisitas (E)

Modulus elastisitas didapat dengan menggunakan persamaan:

$$E = \frac{\Delta F \times L_0}{A \times \Delta L_0}$$

Keterangan:

E = Modulus elastisitas (MPa)

ΔL_0 = Perubahan panjang keseluruhan (mm)

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔF = Perubahan beban (N)

A = Luas penampang (mm^2)

B. Regangan

Besarnya regangan tarik diperoleh dari pembagian perpanjangan (*gage length*) dengan panjang awal. Besar regangan didapat dengan menggunakan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0}$$

Keterangan:

ε = Regangan (mm)

ΔL_0 = Perubahan panjang keseluruhan (mm)

L_0 = Panjang awal (mm)

C. Parameter Kecepatan Pengujian Kuat Tarik

Sesuai dengan standar ASTM D638-02a bahwa perlu diperhatikannya kecepatan saat pengujian tarik karena terpengaruhnya terhadap waktu dan besaran regangan yang terjadi. Adapun kecepatan uji tarik ini adalah 500 mm/min karena tingkat ketelitiannya akurat dan sesuai dengan standar ASTM D638-02a. Kecepatan yang berbeda berpengaruh pada saat pengujian terutama pada regangan yang ditunjukkan. Berikut adalah tabel kecepatan kuat tarik:

Tabel 2.4 Kecepatan uji kuat tarik (standar ASTM D638-02a)

Clasification ^B	Specimen type	Speed of testing, mm/min (in./min)	Nominal strain ^c Rate at start of test, mm/min (in/min)
Rigid and semirigid	I, II, III rods and tube	5 (0.2) ± 25 %	0.1
		50 (2) ± 10 %	1
		500 (20) ± 25%	10
	IV	5 (0.2) ± 10 %	0.15
		50 (2) ± 10 %	1.5
		500 (20) ± 25 %	15
	V	1 (0.05) ± 25 %	0.1
		10 (0.5) ± 25 %	1
		100(5) ± 25 %	10

2.2.5.2 Kekerasan

Adalah ketahanan suatu bahan terhadap deformasi (Perubahan bentuk) yang permanen. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengukur ketahanan material terhadap deformasi plastis yang terlokalisasi (Lengkungan kecil atau goresan).

2.2.6 Shore Durometer

Shore Durometer merupakan salah satu dari beberapa langkah untuk mengetahui kekerasan dari suatu material. Skala *durometer* didefinisikan oleh Albert Ferdinand Shore, yang mengembangkan perangkat untuk mengukur *shore* kekerasan pada tahun 1920. *Durometer* sering digunakan sebagai ukuran kekerasan dalam polimer, elastomer, karet, dan plastik.

Penggunaan *Shore Durometer* tipe D digunakan untuk material yang lebih keras untuk mengukur kedalaman lekukan dalam bahan yang diciptakan oleh gaya yang diberikan dari tekanan mesin. Kedalaman ini tergantung pada kekerasan material, serta durasi pengujian kekerasan. Bahan yang diuji minimal memiliki tebal sebesar 6,4 mm atau 0,25 inchi dan apabila tebal specimen kurang dari 6.4 mm maka specimen dapat ditumpuk.