

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam metode penelitian pengaruh kelembaban pada poliamide 6 ada beberapa aspek yang harus diperhatikan, diantaranya adalah tingkat kelembaban yang terkandung dalam poliamide 6 setelah dilakukan perlakuan kelembaban.

Pierre-Yves Le Gac, dkk. (2017) Dalam penelitiannya menemukan kandungan air di PA6 dapat mempengaruhi sifat mekanik yang disebabkan oleh peningkatan mobilitas rantai makromolekul. Peningkatan mobilitas ini menyebabkan penurunan modulus dan tegangan luluh, sedangkan tegangan tarik meningkat.

Menurut BASF *Corporation* (2003) kelembaban diketahui mempengaruhi berbagai sifat polimer, yang pada waktunya berdampak pada kemampuan proses, stabilitas dimensi, sifat mekanik, akustik, listrik, optik, dan kimia, dan pada akhirnya kinerja produk.

Moisture content dalam produk diketahui dapat mempengaruhi berbagai sifat polimer, yang pada waktunya bisa berdampak pada kemampuan proses, stabilitas dimensi, sifat mekanis, dan akhirnya mempengaruhi kinerja produk. *Moisture content* yang diserap oleh *polyamide 6* akan berdampak pada meningkatnya keuletan pada bahan *polyamide 6* tersebut (Gutiérrez, 2019).

Pramoda & Liu. (2004) Dalam penelitiannya mengatakan kelembaban adalah faktor yang sangat penting yang mempengaruhi modulus, kekuatan, dan sifat polimer. Poliamida, yang merupakan bahan polimer yang digunakan dalam nanokomposit adalah bahan yang sangat higroskopis karena gugus amina atau peptida. Poliamida menyerap air dalam jumlah yang berbanding terbalik dengan kepadatannya. Molekul air berikatan hidrogen pada gugus karbonil. Oleh karena itu, penyerapan air secara serius mempengaruhi sifat poliamida seperti mekanik, termal, listrik, dan lainnya.

Silva, *et al.* (2013) melakukan penelitian tentang Pengaruh air terserap pada modulus Young dievaluasi menggunakan teknik eksitasi impuls. Diamati bahwa air

yang diserap dalam keadaan terikat menghasilkan perubahan paling signifikan dalam modulus Young, dan menemukan penurunan 80% dalam modulus ketika PA6 jenuh dengan air pada suhu 20°C. Meskipun perubahan besar dalam sifat mekanik yang disebabkan oleh adanya air, penggunaan poliamida 6 di lingkungan laut masih menarik, asalkan dapat memprediksi penurunan jangka panjang dalam kekuatan luluh. Ini sangat penting ketika struktur tebal, dengan kadar air heterogen melalui ketebalannya.

Rajeesh dkk. (2010) Dalam penelitiannya menyatakan efek kelembaban pada kekerasan dan perilaku lentur nanokomposit poliamida 6. Kekerasan dan modulus dari nanocomposite poliamida 6 berkurang dalam udara yang lembab. Umur kelelahan lentur poliamida 6 nanokomposit meningkat dengan kelembaban. Peningkatan kelembaban di sekitarnya dan penyerapan air akan mengurangi kekerasan dan modulus, dan meningkatkan tegangan lentur.

Dari penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan dan dituliskan pada tinjauan pustaka dapat disimpulkan bahwa penelitian terhadap pengaruh *moisture content* terhadap sifat mekanis bending dan kekerasan pada poliamide 6 masih jarang dilaporkan. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh *moisture content* terhadap sifat mekanis dan kekerasan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *moisture content* pada *poliamide 6*.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Poliamide 6

Poliamide adalah keluarga polimer sintetik yang tidak terdapat secara alami. *Poliamide* termasuk dalam golongan plastik yang dapat dicetak berulang kali dengan proses pemanasan atau biasa disebut plastik *termoplast*. *Poliamide 6* diciptakan oleh Wallace Carothers di Dupont, Amerika Serikat pada tahun 1935. *Polimide 6* dibuat dengan beberapa rangkaian yang ditautkan dengan ikatan amida. *Poliamide 6* merupakan serat sintetik pertama yang terbuat dari bahan anorganik, seperti : batubara, udara, dan air. *Poliamide 6* juga sering disebut *nylon 6*.



Gambar 2. 1 *Symbol poliamide 6*

Jenis *poliamide 6* merupakan bahan sintetik serbaguna yang juga dapat dibentuk menjadi serat, filamen, ataupun lembaran. *poliamide 6* sendiri memiliki sifat yang kenyal, keras, elastis terhadap tarikan dan juga memiliki sifat yang koefisien yang baik terhadap gesekan dan sifat mekanik yang baik. *poliamide 6* juga sering digunakan sebagai pengganti logam dalam dunia industri dan kesehatan, yaitu roda gigi, bantalan luncur, dan alat - alat kedokteran.

Karakteristik *poliamide 6* adalah sebagai berikut :

- Mempunyai sifat mekanik yang baik
- Ketangguhan yang baik dalam keseimbangan kelembaban
- Ketahanan terhadap bahan kimia yang baik
- Ketahanan aus dan abrasi yang baik
- Dapat menyerap kadar air hingga 8%

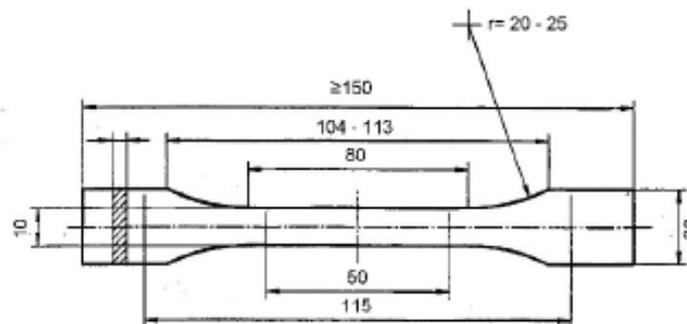
Processing/Physical Characteristics	Value	Unit
ASTM Data		
Mold Shrinkage, MD	0.012	mm/mm
Mold Shrinkage, TD	0.013	mm/mm
Mechanical properties		
ASTM Data		
Tensile Strength at Yield	80	MPa
Tensile Strength at Break	65	MPa
Elongation at Break	100	%
Flexural Modulus	2850	MPa
Flexural Strength	110	MPa
Rockwell Hardness	R 120	-
Izod Impact notched, 1/8 in	62.5	J/m
Thermal properties		
ASTM Data		
UL 94 Flame rating	V-2	-
DTUL @ 66 psi	195	°C
DTUL @ 264 psi	75	°C
Melting Temperature	220	°C
Other properties		
Density	1140	kg/m ³
Characteristics		
Processing		
Injection Molding		
Delivery form		
Natural Color		
Regional Availability		
Europe		
Disclaimer		

Tabel 2. 1 *Datasheet PA6*

2.2.2 Spesimen multipurpose

Spesimen *multipurpose* adalah spesimen yang seringkali digunakan sebagai standar pengujian sifat mekanik suatu material teknik. Penelitian ini menggunakan standar ISO 527-2, yang berdimensi sebagai berikut:

- Panjang keseluruhan : 150 mm
- Panjang Gauge : 50 mm
- Lebar : 20 mm
- Tebal : 4 mm



Gambar 2. 2 Bentuk *specimen multipurpose*

(Sumber : Standar ISO 527-2)

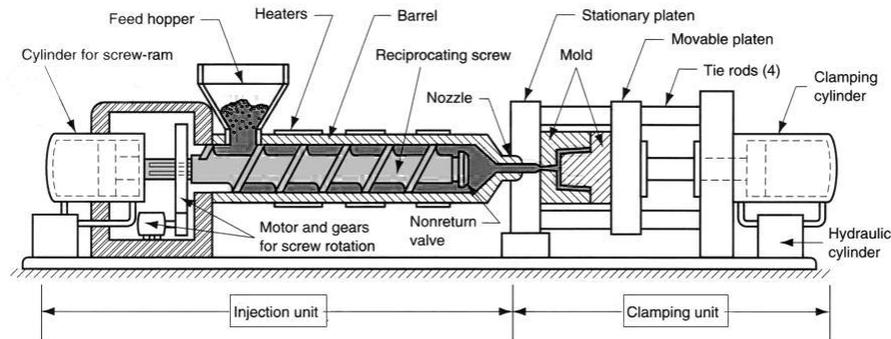
2.2.3 Injection molding

Injection molding adalah mesin untuk mengolah plastik atau membentuk benda dari material plastik yang dipanaskan sampai meleleh, setelah meleleh material diinjeksikan kedalam cetakan atau *mold* dengan tekanan tinggi.

Menurut Hasto (2015) mesin *injection molding* adalah metode pembentukan termoplastik yang dipanaskan didalam *barel* hingga meleleh kemudian diinjeksikan/disuntikkan dengan tekanan tinggi kedalam *mold* yang kemudian ada proses pendinginan sehingga material mengeras.

2.2.4 Bagian – bagian mesin *injection molding*

Mesin *injection molding* mempunyai dua bagian utama yaitu *injection unit* dan *clamping unit* . Seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Bagian-bagian mesin *injection molding*

2.2.5 Fungsi bagian-bagian mesin *injection molding*

1. Pada bagian *injection unit* berfungsi sebagai tempat untuk memasukkan material plastik, proses pelelehan material plastik, dan proses injeksi ke dalam rongga cetakan. Ada 5 komponen pada *injection unit*, yaitu:
 - a) *Hopper*, bagian ini berfungsi sebagai tempat penampungan material plastik dalam bentuk butiran-butiran yang akan diproses.
 - b) *Barrel*, bagian ini berfungsi sebagai pemanas material plastik hingga mencair dengan pengaturan suhu yang disesuaikan dari material plastik tersebut.
 - c) *Screw*, bagian ini berfungsi sebagai pendorong material plastik yang sudah cair ke dalam cetakan dengan tekanan tertentu, dan sebagai pengumpan untuk menyuplai material dari *hopper*.
 - d) *Valve unit* bagian ini berfungsi sebagai penutup ujung *screw* supaya material plastik yang sudah mencair tidak bisa kembali ke *barrel* ketika diinjeksikan ke dalam cetakan.
 - e) *Nozzle* bagian ini berfungsi sebagai penghubung material plastik yang leleh dari *injection unit* dan rongga *mold*.
2. *Clamping unit* berfungsi untuk membuka ataupun menutup cetakan pada saat material diinjeksikan ke dalam cetakan dengan tekanan tinggi. Ada 10 komponen pada *clamping unit*, yaitu:
 1. *Stasionery plat* bagian ini adalah sebuah plat diam sebagai tempat *cavity* terpasang dan terdapat lubang sebagai aliran cairan plastik.

2. *Moving plate* bagian ini adalah plat yang bergerak sebagai tempat *core*, dan sebagai lubang pin *ejector rod* sebagai pendorong produk.
3. *Cylinder hidrolik clamping* bagian ini berfungsi sebagai penggerak batang *toggle* untuk membuka dan menutup *mold* atau *moving plat*.
4. Batang *toggle* bagian ini berfungsi sebagai penerus gerakan *cylinder hidrolik* untuk membuka dan menutup *mold* atau *moving plat*.
5. *Cylinder hidrolik ejection* bagian ini adalah sebagai penggerak *ejection rod*.
6. *Ejection rod* bagian ini berfungsi sebagai pendorong produk dari cetakan.
7. *Mold* atau cetakan bagian ini adalah bagian yang terpenting pada *injection molding*. Bagian ini adalah cetakan yang digunakan untuk membuat sebuah produk, bentuk, dan dimensi akan dibuat dari sebuah *mold* cetakan pada saat proses injeksi.
8. *Sprue* dan *runner system* bagian ini merupakan penerima lelehan plastik dari *nozzle*, dan setelah itu diteruskan oleh *runner* kedalam *cavity mold*.
9. *Cavity side* bagian ini merupakan salah satu bagian dari cetakan yang terletak di *stationary plat*.
10. *Core side* bagian ini merupakan sebagian dari cetakan yang terletak pada *moving plat*, dan terdapat lubang *pin ejector* sebagai pendorong produk.

2.2.6 Moisture content

Moisture content (kadar air) adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam sebuah benda atau spesimen. Biasanya *moisture content* ini dinyatakan dalam (%). Untuk mendapatkan hasil *moisture content* pada spesimen dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$MC (\%) = \frac{W_t - W_o}{W_o} 100$$

Dimana :

MC : moisture content (%)

W_t : berat hasil perlakuan (gram)

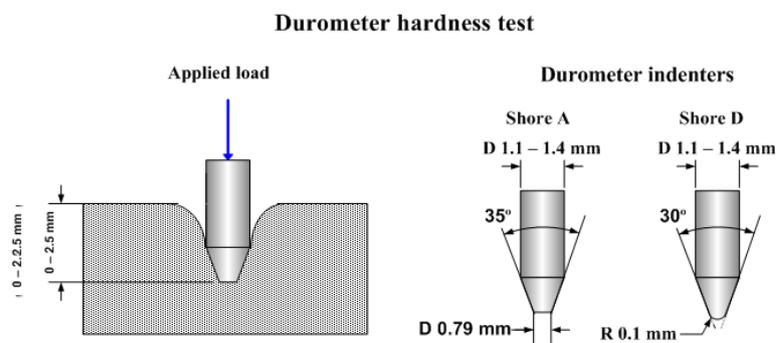
W_o : berat kering (gram)

2.2.7 Sifat mekanis material

Sifat mekanis adalah ukuran atau kemampuan sebuah spesimen untuk memperoleh hasil yang disesuaikan dengan standar dan jenis material yang diuji. Pengujian sifat mekanis bertujuan untuk mencapai ketepatan dan ketelitian dalam pengujian sebuah spesimen sebagai acuan untuk mendapatkan kuantitas dan kualitas dalam proses produksi. Kekerasan dan bending merupakan salah satu dari pengujian sifat mekanis.

2.2.8 Uji kekerasan (*hardness test*)

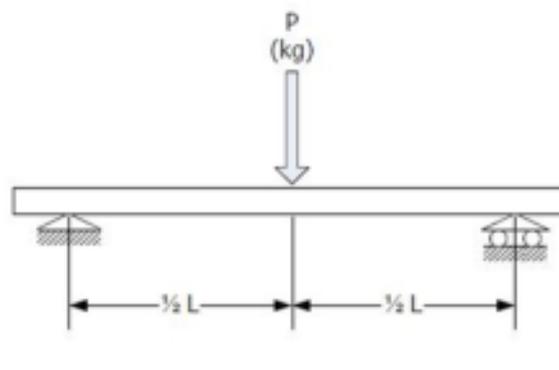
Uji kekerasan (*Hardness Test*) merupakan salah satu pengujian sifat mekanis yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan ketahanan sebuah material terhadap perubahan bentuk (*deformasi*) saat menahan beban atau penekanan yang terlokalisasi. *Shore Hardness Tester* adalah alat untuk mengukur kekerasan material yang berbahan plastik, karet, dan lain sebagainya. Pada pengujian kekerasan dengan *Shore Hardness Tester* terbagi menjadi dua metode yaitu *shore A* (konus terpancung) dan *shore D* (konus runcing). Metode *shore A* digunakan untuk material plastik yang sangat lunak, dan *shore D* digunakan untuk material plastik yang lunak. Dapat dilihat perbedaannya pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Shore A dan Shore B (www.substech.com)

2.2.9 Uji lentur (*bending test*)

Uji *bending* merupakan salah satu pengujian dari sifat mekanis suatu material. Uji *bending* atau lentur adalah pengujian untuk mengetahui seberapa besar kekuatan lentur suatu material. Pengujian *bending* merupakan uji pembebanan dari suatu bahan yang di bebani pada titik tengahnya dan ditahan diatas dua tumpuan. Pengujian *bending* ini mengacu pada standar uji *bending* ISO 178 yang menggunakan metode 3 *point bending* dapat dilihat pada gambar 2.5.

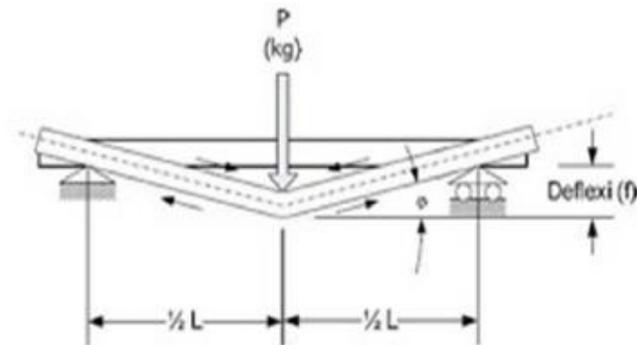


Gambar 2. 5 Penampang uji *bending*

Pengujian lentur (*bending*) dilakukan untuk mengetahui kemampuan material dalam menerima pembebanan lengkung, yaitu :

1. Kekuatan atau dengan lentur (σ)
2. Defleksi atau lentur (δ). Sudut yang terbentuk dari pembebanan lentur atau defleksi.
3. Elastisitas (E)

Pada pengujian *bending* bagian atas benda uji mengalami penekanan dan bagian bawah mengalami gaya Tarik, sehingga spesimen akan mengalami patah pada bagian bawah karena tidak kuat menahan tegangan tarik. Semua material yang di uji *bending* akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) secara bertahap mulai dari elastis menjadi plastis dan akhirnya patah atau rusak. Dalam pengujian *bending* dilakukan pembebanan lengkung dari dua buah gaya yang bekerja dengan jarak tertentu ($L/2$) dari arah yang berlawanan yang bekerja secara bersamaan dan mengakibatkan spesimen mendapatkan beban kebawah atau tekan. Dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Pengaruh beban lengkung

Untuk mendapatkan data kekuatan suatu spesimen dari pengujian *bending* dapat digunakan persamaan berikut :

$$\sigma B = \frac{3PL}{2bd^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\sigma B = \frac{3PL}{2bd^2} \left[1 + 6 \left(\frac{D}{L} \right)^2 - 4 \left(\frac{d}{L} \right) \left(\frac{D}{L} \right) \right] \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

- σB = tegangan *bending* (Mpa)
- P = gaya pembebanan (N)
- L = Jarak antara tumpuan (mm)
- b = lebar spesimen (mm)
- d = tebal spesimen (mm)
- D = defleksi maksimum (mm)

Keterangan :

Pada persamaan 2.1 digunakan jika perbandingan $L/d \leq 16$ dimana L adalah *support span* dan (d) adalah tebal spesimen. Pada persamaan 2.2 jika nilai perbandingan $L/d > 16$.

Untuk mendapatkan nilai regangan *bending* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\varepsilon b = \frac{6Dd}{L^2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

ϵ_B = regangan *bending* (mm/mm)

D = defleksi maksimum (mm/mm)

L = panjang span (mm)

d = tebal (mm)

Untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas *bending* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_B = \frac{L^3 m}{4bd^3} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

E_B = modulus elastisitas *bending* (MPa)

L = panjang span (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

m = slop tangent pada kurva beban defleksi (N/mm)