

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Plastik

Limbah merupakan material sisa atau material yang sudah tidak bisa dipakai yang berasal dari proses teknologi maupun alam yang keberaannya yang tidak bermanfaat bagi lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomis (Nasution, 2015). Plastik merupakan sebuah material yang memiliki sifat yang ringan, elastis, fleksibel, kedap air praktis dan juga harganya yang relative murah dibandingkan bahan kemasan lainnya (Prasanko et al., 2017). Namun material plastik sulit untuk diurai oleh alam karena zat kimia yang terdapat didalamnya, bahkan limbah plastik baru dapat terurai setidaknya 200 hingga 400 tahun karena lamanya waktu penguraian limbah plastik terjadi penumpukan hingga menyebabkan tercemarnya lingkungan akibat penumpukan dan pembuangan limbah plastik secara sembarangan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yusari dan Purwohandoyo pada tahun 2020, Kawasan yang memiliki timbunan sampah plastik cukup tinggi adalah kawasan perumahan, cagar budaya, pariwisata, dan kawasan perdagangan dan jasa, dimana 10,79 persen dari total sampah permukiman merupakan sampah berjenis plastik. Sedangkan 16,24 persen dari total sampah nonpermukiman merupakan sampah berjenis plastik untuk kawasan nonpermukiman (Yusari & Purwohandoyo, 2020). Dari penelitian tersebut diketahui jika konsumsi masyarakat terhadap penggunaan bebahan plastik semakin sering digunakan oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian limbah plastik agar tidak terjadi penumpukan sehingga mencemari lingkungan sekitar, terdapat beberapa cara dalam pengendalian limbah plastik salah satunya dengan cara mendaur ulang (*recycle*) limbah lastik menjadi produk baru yang lebih bernilai ekonomis.

2.2 Plastik

Menurut jazani (2017) plastic merupakan material terbentuk dari turunan minyak bumi yang diperoleh dari proses penyulingan.(Jazani et al., 2017). Plastik adalah polimer, rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau "monomer".Pakar ilmu material, Van Vlack (1889) berpendapat “Polimer dihasilkan melalui penggabungan banyak unit tunggal (monomer) menjadi satu rantai molekuler”. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat hingga membuat material ini sering digunakan oleh masyarakat dalam berbagai kebutuhan, namun plastik yang tidak dapat terurai oleh alam setelah digunakan sehingga dapat mencemari lingkungan karena zat kimia yang terkandung didalamnya.

Plastik terbagi menjadi 7 berdasarkan jenisnya yaitu *Polyethylene Terephthalate* (PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS) dan Other. (Jazani et al., 2017)

a. PE / PET (*Polyethylene Terephthalate*)

PET (*Polyethylene Terephthalate*) merupakan Jenis plastik yang banyak digunakan di pasaran karena memiliki berbagai keunggulan dari segi sifat. diantaranya, mudah dibentuk, jenis plastik yang tahan terhadap bahan kimia, dapat digunakan pada suhu rendah, sangat halus dan fleksibel, tidak mudah sobek, tidak berbau aneh, memiliki ketahanan yang baik dan transmisi gas yang cukup tinggi, sehingga tidak cocok untuk kemasan bahan beraroma. Umumnya digunakan dalam kemasan makanan atau kemasan berbagai makanan olahan. Sesuai dengan karakteristik dan kinerjanya, PE/PET banyak digunakan dalam kemasan makanan atau minuman. Bahan yang digunakan dalam plastik PE/PET termasuk dalam jenis termoplastik

b. HDPE (*High Density Polyethylene*)

HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan Jenis plastik,yang masih termasuk dalam keluarga PE. Untuk mendapatkan hasil HDPE saja membutuhkan proses yang sangat berbeda agar dapat dihasilkan

High Density Polyethylene yang berkualitas tinggi. Sehingga memperoleh ketahanan pada suhu sekitar 1200°C . Tidak hanya itu, transparansi bahan plastik jenis ini sedikit buruk, dan biasanya digunakan untuk kemasan keras atau bahkan sebagai bahan baku tutup wadah. Sangat cocok untuk mengemas makanan karena dapat melindungi produk dari gesekan atau tekanan. Dan dapat membuat produk tahan air dan tahan panas. Tak heran banyak pihak yang menggunakan tipe ini sebagai

c. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC (*Polyvinyl Chloride*) merupakan produk plastik yang umumnya digunakan untuk kemasan kaku dengan sifat yang dimilikinya, kemudian bahasn ini juga tahan terhadap asam dan alkali namun akan berwarna kuning apabila terkena pasnas tan PVC ini tidak mudah sobek. Biasanya digunakan untuk memproduksi profil pintu dan jendela, pipa, isolasi kawat dan kabel serta masih banyak lagi.

d. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE (*Low Density Polyethylene*) pada umumnya srering digunakan dalam proses pembungkusan sayur - sayuran, makanan atau buah – buahan. Kemudian jenis material LDPE terkenal dengan sifat yang dimilikinya yaitu berwarnabening jernih dan tidak tembbus pandang.

e. PP (*Polypropylene*)

PP (*Polypropylene*) Pada bahan ini termasuk jenis yang tahan lemak atau minyak, tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap alkali dan asam dan memiliki bentuk yang lebih kaku dibandingkan jenis PE. Terkenal dengan keunggulannya dalam impact strength dan permukaan yang mengkilap. Sebagai contoh penggunaannya adalah kemasan rokok, keripik, roti dan masih banyak lainnya.

f. PS (*Polystyrene*)

PS (*Polystyrene*) merupakan jenis material platik yang tidak disarankan untuk digunakan bahkan sebaiknya dihindari karena

berpotensi merusak jaringan syaraf otak dan hanya boleh digunakan 1 kali saja untuk kemasan makanan dan juga minuman.

g. Other

Other merupakan jenis plastik yang tidak terbuat dari 6 jenis material plastik diatas Adapun jenis material other adalah *styrene acrylonitrile* (SAN), *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), *polycarbonate* (PC) dan *Nylon*.



Gambar 2.1 Kode Jenis Plastik

(Sumber : Jazani et al. 2017)

Pada dasarnya plastik secara umum digolongkan ke dalam 3 (tiga) macam dilihat dari temperturnya (Prasanko et al., 2017) yakni:

1. Bahan Thermoplastik (Thermoplastic) akan lentur apabila dipanaskan dan setelah didinginkan akan dapat mengeras. Contoh bahan thermoplastik adalah: Polistiren, Polietilen, Polipropilen, Nilon, Plastik fleksiglass dan Teflon
2. Bahan Thermoseting (Thermosetting) yaitu plastik dalam bentuk cair dan dapat dicetak sesuai yang diinginkan serta akan mengeras jika dipanaskan dan tetap tidak dapat dibuat menjadi plastik lagi. Contoh Bakelit, Silikon dan Epoksi.
3. Bahan Elastis (Elastomer) yaitu bahan yang sangat elastis. Contoh bahan elastis adalah : karet sintetis.

2.3 **Polypropylene (PP)**

Polypropylene (PP) adalah "*polimer adisi*" termoplastik yang terbuat dari kombinasi *monomer propilena*. Ini digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memasukkan kemasan untuk produk konsumen, komponen plastik untuk berbagai industri termasuk industri otomotif. *Polypropylene*

pertama kali dipolimerisasi pada tahun 1951 oleh sepasang ilmuwan minyak Phillips bernama Paul Hogan dan Robert Banks dan kemudian oleh ilmuwan Italia dan Jerman Natta dan Rehn. Natta menyempurnakan dan mensintesis resin *polypropylene* pertama di Spanyol pada tahun 1954, dan kemampuan *polypropylene* untuk mengkristal menciptakan banyak kegembiraan. Pada 1957, popularitasnya meledak dan produksi komersial meluas mulai di seluruh Eropa. Hari ini adalah salah satu plastik yang paling umum diproduksi di dunia. Pada saat ini bahan jenis *polypropylene* sering digunakan sebagai alat untuk membungkus makanan yang akan dihangatkan kembali.

Polypropylene (PP) yang memiliki masa jenis rendah (0,90-0,92) dan termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan polymer, mempunyai tempratur leleh yang tinggi tahan terhadap zat kimia seperti *alcohol*, *hidrokarbon* Sifat bahan *polypropylene* yang memiliki kekuatan tarik, kelenturan dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahas plastik jenis lainnya menjadikan bahan jenis ini sering digunakan, namun memiliki kekurangan pada suhu yang rendah terhadap ketahanan dalam menhahan beban impak dan dapat terdegradasi oleh UV dan mudah terbakar

Tabel 1.1 Properties bahan *Polypropylene*

General Properties of Generic Unfilled PP Homopolimer	
Specific Gravity	0,9
Kekuatan Tarik (MPa)	30
Modulus tarik (MPa)	1500
Elongation (%)	20
T_m (°C)	200-300

2.4 Polyethylene Terephthalate (PET)

PET (*Polyethylene Terephthalate*) merupakan jenis plastik polimer thermoplastic serbaguna yang termasuk dalam kelompok polimer polister dengan memiliki keunggulan sifat dalam segi mekanis, thermal dan juga resisten terhadap zat kimia. Untuk mengetahui suatu kemasan menggunakan Plastik *Polyethylene Terephthalate* dengan dasar melihat symbol daur ulang dengan angka 1 dan merupakan thermoplastic yang banyak dilakukan daur ulang dibandingkan plastic lainnya.

Pada umumnya plasti PET memiliki titik leleh sekitar 200°C - 250°C, kemudian plastic PET juga merupakan jenis plastic yang tahan terhadap reaksi kimia, Ketika suhu terlalu tinggi dan suhu terlalu rendah, PET dapat mempertahankan sifatnya. Biasanya jenis plastic PET banyak digunakn dalam kehidupan dan digunakan setiap hari seperti, botol minum kemasan, sedotan, kantong plastic, Kemasan makanan serta perlatan otomotif seperti tangkai wiper, headlamp, dan lain lain.

Tabel 1.2 Properties bahan *Polyethylene Terephthalate*

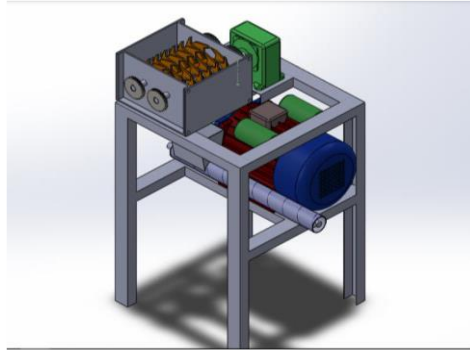
<i>General Properties of Generic Unfilled PET</i>	
Specific Gravity	0,96
Kekuatan Tarik (Mpa)	50
Modulus Tarik (Mpa)	1700
Elongation (%)	1
T_m (°C)	200-300

2.5 Mesin Pengolah Plastik

Mesin pengolah plastik merupakan lanjutan dari ekperimen sebelumnya mesin pencacah plastic yaitu sebuah mesin yang berfungsi unuk mencacah atau memotong plastic menjadi bagian – bagian yang lebih kecil hingga berbentuk serpihan dengan variasi hasil ukuran yang beragam. Penggunaan material jenis platstik dalam kehidupan sehari hari menjadi

konsumsi yang cukup sering digunakan, bisa dilihat jika semua bentuk kemasan menggunakan material plastik dari membungkus makanan, minuman, sayur dan buah buahan semua menggunakan plastik. Namun penggunaan plastik yang berlebihan akan berdampak pada kerusakan pada lingkungan jika limbah yang sudah tidak terpakai dibuang begitu saja, karena sifat plastik yang tidak dapat terkomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga setelah digunakan sampah plastik sulit diurai oleh mikroba tanah. Mesin pengolah plastik dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengatasi masalah penguraian limbah plastic, dengan adanya mesin pengolah plastic maka limbah plastic akan diubah menjadi serpihan kemudian dilakukan proses pemanasan untuk dibentuk menjadi produk yang bernilai dan bermanfaat [9].

Mesin pengolah plastik terdapat beberapa komponen yang digunakan untuk membuat plastic menjadi serpihan hingga terbentuk produk baru. Pada penelitian ini mesin pencacah plastik digerakan dengan menggunakan motor AC dengan penggerak transmisi menggunakan roda gigi, pully dan kompling sehingga dapat menggerakkan pisau pencacah (pemotong), kemudian terdapat *hopper* yang terpasang dengan barell yang telah terdapat lilitan kawat nikelin sebagai pemanas hasil dari cacahan pada pisau pemotong. Prinsip kerja dari mesin pencacah plastik ialah limbah plastic yang telah dibersihkan dan diremukan agar mudah pada saat proses pemotongan kemudian. Kemudian plastic akan di potong oleh mesin pencacah plastic hingga ukurannya menjadi kecil atau serbuk, yang kemudian hasil cacahan tersebut masuk kedalam *hopper*, didorong oleh *screw* untuk dilakukan proses pelelehan didalam *barrel* yang telah dililit oleh kawat nikelin hingga berubah bentuk menjadi cair, yang kemudian akan dilakukan pencetakan menggunakan cetakan.



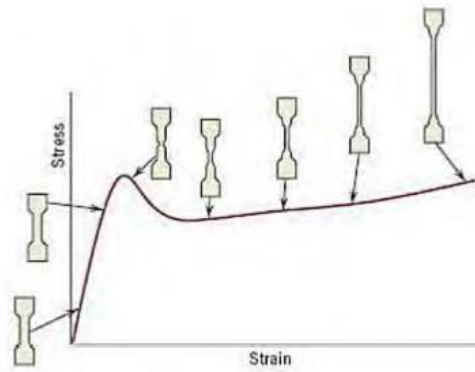
Gambar 2.2 Mesin Pengolah Plastik

2.6 Proses Injection

Proses Injectoin atau *injection time* merupakan proses yang dibutuhkan oleh scew untuk menekan material plastic yang telah dilelehkan masuk kedalam cetakan (*mold*) dimana proses injeksi dipengaruhi oleh *injection stroke, injection speen dan injection pressure* (U. Wahyudi, 2015). Injection proses sangat berpengaruh terhadap produk hasil karena Kecepatan laju plastic yang telah meleleh pada saat pengisian rongga cetakan dapat mempengaruhi hasil yang didapat, jika pada prosesnya terdapat kesalahan atau kurangnya tekanan atau kurangnya waktu pendinginan maka akan menimbulkan kecacatan pada produk yang dibuat.

2.7 Uji Tarik

Pengujian Tarik merupakan salah satu metode pengujian untuk mengukur ketahanan material terhadap tarikan (kekuatan material). Uji tarik merupakan salah satu metode pengujian yang paling luas penggunaannya, pada pengujian uji tarik material di beri beban pada salah satu sumbu (*uniaxial loading*) yang mengakibatkan terjadinya deformasi elastis ataupun plastis, kemudian tegangan akibat tarikan akan menimbulkan rengangan elastis (defaormasi elastis). Rengangan elastis akan muncul ketika terdapat tegangan, apabila tegangan dihilangkan maka regangan akan hilang(TSANY, 2017).



Gambar 2.3 Grafik Derofmasi tegangan renggangan

(Sumber : R. B. S. TSANY, 2017)

Kurva tegangan regangan yang terlihat pada gambar 2.3 didapat dari hasil pengukuran panjang benda uji. Proses pengujian tarik dilakukan dengan cara menarik spesimen uji hingga putus yang bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari proses pengujian tersebut. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau *universal testing standart*. Pada pengujian spesimen berbahan plastik standar yang dapat digunakan adalah standar ASTM D638

Apabila sebuah material ditarik oleh suatu gaya, maka akan terjadi pertambahan panjang (regangan) pada benda tersebut yang disebabkan oleh gaya luar, namun ketika material tersebut tidak dapat kembali ke bentuk semula ketika gaya luar dihilangkan maka benda tersebut sudah kehilangan sifat elastisitasnya dan menjadi material tersebut menjadi plastis. Pada pemakaian produk, terjadinya deformasi plastis sangat tidak diinginkan sehingga perhitungan desain dilandaskan pada tegangan-tegangan di daerah elastis (proporsional).

Pada mesin uji tarik data output yang ada adalah hubungan antara gaya penarikan (F) dan perubahan panjang spesimen (ΔL). Dari hubungan antara Gaya penarikan dan perubahan panjang ini selanjutnya diperoleh parameter lainnya seperti regangan dan tegangan. Regangan (*strain*) merupakan perpanjangan persatuan panjang dan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{L_0} \times 100\%$$

$$\sigma = \frac{\Delta L}{l_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

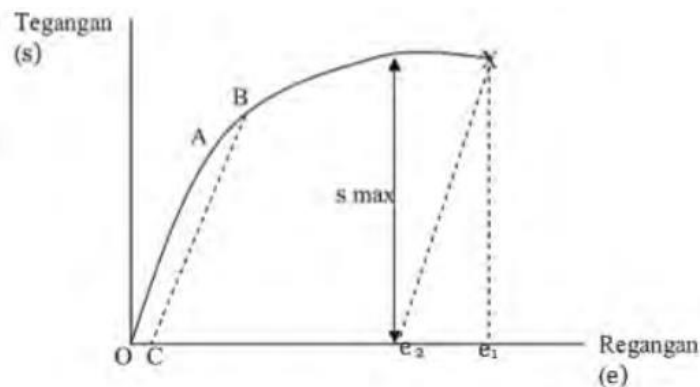
Dimana l_0 adalah panjang mula-mula dari spesimen dan l_1 adalah panjang akhir spesimen setelah penarikan. Dari regangan ini kita bisa mengetahui mampu bentuk suatu bahan. Semakin besar nilai regangan berarti bahan tersebut semakin baik mampu bentuknya. Disamping itu spesimen juga mendapatkan pembebanan (P) per satuan luas (A) yang disebut dengan tegangan (σ), dan besarnya adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Pada pengujian tarik akan dihasilkan diagram hubungan antara tegangan dan regangan. Nilai perbandingan tegangan dan regangan tersebut disebut Modulus Elastisitas yang didapat dari persamaan berikut:

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

Bentuk diagram tegangan-regangan pada tiap bahan adalah berbeda-beda, namun yang biasanya diperoleh dari pengujian tarik bahan yang ulet bisa dilihat pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Grafik Derofmasi tegangan renggangan
(Sumber : R. B. S. TSANY, 2017)

Pada garis linear OA merupakan bagian daerah elastis dan pada titik A merupakan batas elastis yang disebut sebagai tegangan terbesar yang dapat ditahan oleh bahan tanpa mengalami regangan permanen ketika beban dihilangkan. Lalu perpotongan antara garis *off set* dengan diagram ditentukan sebagai titik luluh bahan. Pada bahan yang bersifat ulet, biasanya setelah pembebanan dihilang, regangan total akan berkurang dari e_1 menjadi e_2 . Berkurangnya regangan ini disebut dengan *recoverable elastic strain*, maka kekuatan regangan yang diambil untuk menentukan *offset* adalah e_2 . Kekuatan tarik suatu bahan ditunjukkan oleh nominal maksimum tegangan (s_{max}) pada kurva tegangan-regangan. Sedangkan tegangan patah adalah tegangan dimana spesimen mengalami patah

2.8 Desain of Experimen

Desain of eksperimen (DoE) adalah suatu rancangan percobaan dengan setiap langkah tindakan yang terdefiniskan, sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang akan diteliti dapat dikumpulkan secara faktual. Dengan kata lain, desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa ke analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku dan tepat menjawab persoalan yang dibahas. Terdapat beberapa macam metode desain eksperimen salah satunya ialah metode faktorial.

Metode faktorial (*factorial method*) merupakan eksperimen yang menggunakan lebih dari satu perlakuan atau lebih dari satu variabel bebas. Eksperimen faktorial minimal menggunakan 2 faktor. Istilah faktorial sebenarnya berhubungan dengan cara faktorial itu dibentuk. Karena itu, sejumlah ahli mengatakan bahwa faktorial adalah jenis eksperimen bukan desain eksperimen. Sejumlah ahli yang lain mengatakan bahwa faktorial merupakan desain yang khusus, dan banyak literatur psikologi yang menyebut eksperimen yang menggunakan sejumlah faktor dengan nama desain faktorial. Sementara itu Nazir dalam Marliani (2013) menegaskan

bahwa tidak ada eksperimen desain factorial yang ada ekaperimen factorial dengan bermacam-macam desain. Paradigma design faktorial dapat digambarkan seperti berikut:

R	O1	X	Y1	O2
R	O3		Y1	O4
R	O5	X	Y2	O6
R	O7		Y2	O8

Desain Faktorial terbagi menjadi dua jenis yaitu salah satu variable bebas dimanipulasi, dan semua variable bebas dimanipulasi. Salah Satu Variable Bebas Dimani pulasi Seorang peneliti boleh tertarik pada pengaruh dari satu variable bebas, tetapi harus mempertimbangkan variable-vaibel lain yang mungkin dapat mempengaruhi variable terikat. Variable tersebut adalah variable atribut seperti jenis kelamin, kecerdasan, ras, status sosial, ekonomi, hasil belajar, dsb. Selain diteliti pengaruh variable atribut tersebut juga dapat dikendalikan dengan cara memasukkan variable atribut dalam eksperimen factorial. Pada setiap tingkatan variable terikat atribut, peneliti menilai pengaruh variable bebas.

Semua Variable Bebas Dimani pulasi Ketika eksperimenter tertarik pada 2 variabel bebas dan ia ingin menilai pengaruhnya terhadap variable terikat, baik secara terpisah maupun bersama-sama, kedua variable bebas dimanipulasi secara eksperimental. Biasanya pada eksperimen factorial sederhana, variable bebas yang dimanipulasi (faktor) merupakan variable eksperimen, sedangkan variable bebas (level) yang kedua merupakan variable atribut. Pengaruh perlakuan eksperimental terhadap variable terikat dinilai pada setiap level variable. Eksperimen factorial bisa dikembangkan menjadi eksperimen yang lebih kompleks, yaitu eksperimen yang mempunyai beberapa variable bebas. Eksperimen kompleks terdiri atas beberapa faktor dan beberapa level.