

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of Art*

Dalam beberapa tahun terakhir, masalah limbah plastik telah menjadi perhatian global yang mendesak. Dengan meningkatnya produksi plastik dan penggunaannya dalam berbagai sektor, limbah plastik yang dihasilkan juga meningkat secara signifikan. Adapun penelitian- penelitian tersebut ialah sebagai berikut.

Tabel 2.1 *State of Art*

NO	Judul Dan Tahun Penelitian	Deskripsi	Hasil Penelitian
1	Pengelolaan Sampah di Indonesia (2017)	Penelitian ini mengeksplorasi regulasi sampah yang lemah di Indonesia dan pengaruhnya terhadap partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah. Ditemukan bahwa program berbasis masyarakat seperti komposting dan bank sampah diperlukan.	Volume sampah harian di kota-kota besar: Jakarta 7,000 m ³ , Surabaya 3,500 m ³ , Bandung 2,500 m ³ , Semarang 1,500 m ³ , Yogyakarta 1,000 m ³ . Jenis plastik yang umum ditemukan adalah PP, LDPE, HDPE, PVC, PET, dan Styrofoam.
2	Daur Ulang Plastik HDPE Menjadi Produk Baru (2021)	Fokus pada pembuatan asbak dari plastik HDPE daur ulang dengan metode eksperimen. Penelitian ini melibatkan pengumpulan, pembersihan, pemotongan,	Penggunaan warna mempengaruhi penampilan produk akhir; meskipun ada kekurangan seperti permukaan tidak rata, ada potensi besar dalam mengurangi sampah plastik.

		pemanasan, dan pencetakan plastik HDPE.	
3	Pengaruh Variasi Jenis Sampah Plastik terhadap Volume Minyak Hasil Pirolisis (2024)	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengevaluasi volume minyak hasil pirolisis dari jenis sampah plastik HDPE, LDPE, dan PP pada temperatur 400°C.	Volume minyak: PP 921 mL (tertinggi), LDPE 449 mL, HDPE 400 mL; PP lebih mudah terdekomposisi dan memiliki volatilitas lebih tinggi.
4	Pendayagunaan Limbah Plastik Menjadi Ecopaving (2020)	Menganalisis penggunaan limbah plastik HDPE dan LDPE dalam pembuatan paving <i>block</i> melalui penelitian kepustakaan. Penelitian ini mengkaji kelebihan dan kekurangan dari penggunaan plastik dalam paving block.	Paving block dengan campuran 1 kg limbah plastik HDPE dan 2 kg pasir dapat mencapai kuat tekan hingga 17 MPa.
5	Pengaruh Temperatur Proses Injeksi Terhadap Sifat Mekanis Bahan <i>Polypropylene</i> Daur Ulang (2020)	Menggunakan metode eksperimen untuk melihat pengaruh variasi temperatur <i>injeksi</i> (190°C, 220°C, 250°C) terhadap sifat mekanik <i>polypropylene</i> daur ulang menggunakan mesin <i>injection Molding</i> .	Kekuatan tarik tertinggi pada 190°C (33,2 MPa); semakin tinggi temperatur <i>injeksi</i> menyebabkan peningkatan rongga pada spesimen yang menurunkan

6	Analisa Pengaruh Paduan Jenis Plastik PP, HPDE, DAN LDPE Daur Ulang Pada Pembuatan Produk Plastik <i>Beam</i> Dengan Mesin <i>Injection Molding</i> (2025)	Menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh paduan jenis plastik daur ulang (PP, HDPE, dan LDPE) terhadap sifat mekanik produk plastik <i>beam</i> yang dihasilkan menggunakan mesin <i>injection molding</i> . temperatur injeksi 190°C	Hasil penelitian menunjukkan bahwa paduan (PP + HDPE) memberikan nilai uji tarik terbaik dengan tegangan tarik sebesar 26,2 MPa, regangan 29,2%, dan modulus elastisitas 89,6 MPa. Untuk uji impak, paduan yang sama menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0,168 Joule/mm ² . Penelitian ini menyimpulkan bahwa paduan (PP + HDPE) dapat dijadikan referensi untuk pembuatan produk plastik <i>beam</i> yang memiliki sifat mekanik yang baik dan tahan terhadap beban serta benturan.
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.2 Sampah Plastik

Plastik merupakan salah satu jenis sampah dengan jumlah paling banyak di dunia. Komposisi sampah plastik di Indonesia setiap tahun mengalami pertambahan sekitar 5-6% sejak tahun 2000. Data ini semakin diperjelas dengan posisi Indonesia pada nomor dua teratas setelah China sebagai pembuang sampah plastik tertinggi sebanyak 8,96 ton per tahunnya [7]. Namun, penggunaan plastik yang semakin meluas juga menimbulkan masalah lingkungan yang serius, terutama terkait dengan limbah plastik yang sulit terurai. Menurut data statistik, Indonesia menghasilkan sekitar 5,4 juta ton sampah plastik per tahun, menjadikannya salah satu negara dengan jumlah limbah plastik terbesar di dunia [2].



Gambar 2.1 Sampah Plastik

Plastik juga senyawa organik yang sangat mudah dibentuk, punya rantai yang panjang karena tersusun atas polimerisasi bahan organik dan memiliki berat molekul yang besar. Plastik terbuat dari karbon, hidrogen dan atom-atom lainnya yang terikat dalam rantai molekul panjang yang disebut polimer. Plastik tidak ditemukan di alam, tetapi dibuat dari produk-produk batubara, minyak bumi, katun, kayu gas, garam dan air. Plastik digunakan untuk membuat berbagai macam materi, termasuk perabot, komputer dan mainan. Plastik sangat berguna karena kuat, ringan dan tahan terhadap panas dan bahan kimia dibandingkan banyak materi lain [8].

2.3 Jenis-Jenis Plastik dan Kode Plastik

Ada berbagai macam jenis plastik. Secara sederhana, jenis plastik dapat diketahui pada bagian bawah kemasan plastik terdapat kode berupa angka dari 1 sampai 7 yang menunjukkan jenis plastik yang digunakan adapun 7 jenis plastik tersebut adalah [9].

a. PET (*Polyethylene Terephthlate*)

Plastik PET (*Polyethylene Terephthlate*) ini adalah plastik yang bersifat tahan lama kuat dan mudah dibentuk pada saat kondisi panas. Plastik dengan kode panah segi tiga dan nomor 1 di tengah, plastik PET ini adalah plastik yang disarankan dengan satu kali pakai bila digunakan. Plastik ini dapat ditemukan sehari hari pada beberapa wadah makanan, minuman, dan juga botol air mineral.



Gambar 2.2 Plastik PET

b. HDPE (*High Density Polyethylene*)

Plastik jenis ini yaitu HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah plastik yang memiliki sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah, dibanding dengan plastik jenis *low density*. Dengan demikian plastik *high density* adalah plastik yang mempunyai sifat bahan yang lebih kuat, keras buram dan lebih tahan terhadap suhu yang tinggi.

Tabel 2.2 *Basic Properties of HDPE*

Sifat	Nilai
<i>Hardness (Shore D)</i>	62
<i>Modulus of elasticity</i>	1250 Mpa
<i>Density</i>	952 kg/m ³
<i>Tensile Strength Ultimate</i>	30 Mpa
<i>Tensile Strength Yield</i>	21,9 Mpa
<i>Izod Impact</i>	3,7 J/cm
<i>Melting Point</i>	130°C



Gambar 2.3 Plastik HDPE

c. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC merupakan plastik yang paling sulit didaur ulang, plastik ini merupakan plastik dengan nomor kode tiga, sifat dari pvc sendiri adalah transparan sampai dengan warna keruh, plastik ini dapat tahan terhadap minyak dan lemak serta tidak mudah sobek plastik pvc dapat ditemukan pada pipa air, pipa bangunan, dan dapat juga digunakan sebagai nampan atau wadah makanan. Plastik ini diberi nomor kode dengan angka 3.



Gambar 2.4 Plastik PVC

d. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah plastik dengan sifat yang kuat, agak tembus cahaya, fleksibel, dan pada permukaannya mengandung lemak. Pada suhu 60°C keadaanya sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya kekebalan terhadap uap air tergolong dalam kadar baik, akan tetapi plastik LDPE ini kurang baik terhadap gas yang lain seperti contoh gas oksigen. Plastik ini diberi nomor kode dengan angka 4.

Tabel 2.3 *Basic Properties of LDPE*

Sifat	Nilai
<i>Hardness (Shore D)</i>	54
<i>Tensile Strength Ultimate</i>	18 Mpa
<i>Tensile Strength Yield</i>	10,3 Mpa
<i>Elongation at Break</i>	400%
<i>Modulus of elasticity</i>	520 MPa
<i>Melting Point</i>	121°C



Gambar 2.5 Plastik LDPE

e. PP (*Polypropilene Polypropene*)

PP (*Polypropilene Polypropene*) adalah plastik yang mempunyai sifat tahan panas, tahan minyak, dan tahan lemak. Plastik ini dicirikan dengan warna jernih atau transparan plastik ini juga tahan terhadap kadar asam yang sangat kuat biasanya plastik ini sering digunakan sebagai tempat makanan. Untuk kode nomor dari plastik ini ditetapkan dengan angka 5 plastik ini dapat ditemui pada wadah makanan plastik, gelas plastik, taperwere.

Tabel 2.4 *Basic Properties of PP*

Sifat	Nilai
<i>Tensile Strength at Yield</i>	35 Mpa
<i>Tensile elongation at Yield</i>	10%
<i>Modulus of elasticity</i>	1500 MPa
<i>Density</i>	905 kg/m ³
<i>Notched Izod Impact Strength</i>	25 J/m
<i>Rockwell hardness (R-scale)</i>	102
<i>Melting Point</i>	160°C



Gambar 2.5 Plastik PP

f. PS (*polystyrene*)

Plastik PS (*Polystyrene*) pada plastik jenis ini mempunyai sifat fisik yaitu ringan dan mudah dibentuk, mudah rusak. Jenis plastik ini diberi kode angka 6 dan plastik ini dapat dikenal dengan mudah biasanya plastik ini dapat dijumpai pada kotak makan dan lain lain.



Gambar 2.6 Plastik PS

g. *Other* (O)

Jenis plastik ini diberi kode nomor 7 dan tulisan *other*. Yang termasuk plastik *other* adalah plastik selain dari yang disebutkan di atas misalnya alat elektronik, sikat gigi dan mainan lego. Pengolahan sampah dengan metode pirolisis yang memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan dari pembuatan minyak pirolisis.



Gambar 2.7 Plastik *Other*

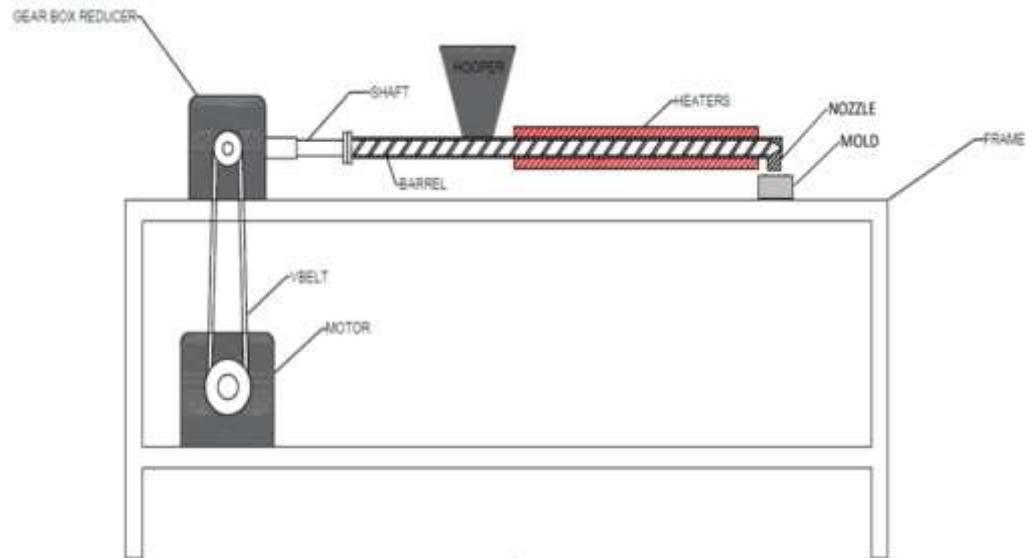
2.4 *Injection Molding*

Injection Molding adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik yang dipanaskan dan diinjeksikan kedalam cetakan atau *mold*. *Mold* plastik pada prinsipnya adalah suatu alat (*tool*) yang digunakan untuk membuat komponen-komponen dari material plastik dengan mesin

injeksi plastik. Faktor yang paling berpengaruh dalam proses *Injection Molding* yaitu luas penampang, ketebalan, *insert* yang panjang, tuntutan ukuran (toleransi) yang sesuai dan pemilihan material [10]. *Injection Molding* ialah salah satu teknik manufaktur yang paling umum digunakan dalam produksi massal produk plastik. Proses ini melibatkan melelehkan bahan baku plastik, seperti PP, menjadi bentuk cair dan menginjeksikannya ke dalam cetakan dengan tekanan tinggi [13]. Proses *injection Molding* menawarkan berbagai keunggulan, termasuk kecepatan produksi yang tinggi, presisi geometri produk yang tinggi, dan kemampuan untuk menghasilkan produk dalam volume besar dengan biaya yang relatif rendah [14]. prinsip kerja *Injection Molding* yaitu material plastik dimasukkan ke dalam *hopper* akan terbawa oleh *screw* yang berputar kedalam *barrel*, kemudian material plastik akan dicairkan di dalam *barrel* oleh pemanas atau *heater* dengan suhu yang sudah disesuaikan. Material plastik akan mencair dan siap diinjeksi kedalam cetakan, sebelum proses injeksi *injection* akan menutup dengan tekanan tertentu dan cairan plastik diinjeksikan kedalam cetakan atau *injection mold*, kemudian terjadi proses *injection* untuk menyempurnakan produk dan menahan tekanan balik, setelah itu terjadi proses *injection* dan *cooling* yang berguna untuk pengisian material dan pendinginan produk plastik yang berada pada cetakan. Produk plastik yang sudah didinginkan akan dikeluarkan oleh *ejector* setelah cetakan atau *injection mold* membuka [15].

2.5 Bagian-Bagian *Injection Molding*

Pada mesin *Injection molding* terdapat beberapa bagian utama yang berperan penting pada saat proses pembuatan produk plastik, adapun bagian-bagian dari mesin *Injection Molding* yaitu sebagai berikut [10].



Gambar 2.3 Skema Alat *Injection Molding*

A. Motor

Berfungsi sebagai sumber tenaga utama yang menggerakkan seluruh sistem, terutama untuk memutar *screw* melalui sistem *belt* dan *gearbox*.

B. Belt

Menghubungkan motor dengan *gear box reducer*, mentransmisikan tenaga dari motor ke sistem penggerak *screw*.

C. Gear Box Reducer

Menurunkan kecepatan putaran dari motor sambil meningkatkan torsi. Ini penting agar *screw* dapat berputar dengan tenaga besar namun kecepatan terkontrol.

D. Shaft

Poros penghubung antara *gearbox* dan *screw* yang memutar *screw* untuk mendorong plastik melewati *barrel*.

E. Hopper

Tempat memasukkan bahan baku plastik, Bahan akan turun ke *barrel*.

F. Barrel

Tabung tempat *screw* berputar dan mendorong bahan plastik ke depan sambil dipanaskan oleh pemanas (*heaters*).

G. Heaters

Elemen pemanas yang melingkupi barrel, berfungsi untuk melelehkan bahan plastik sebelum disuntikkan ke dalam cetakan.

H. Screw (di dalam Barrel)

Tidak ditandai dalam gambar, tetapi berada di dalam *barrel*. Fungsinya mendorong dan mencampur bahan plastik yang meleleh ke arah *nozzle*.

I. Nozzle

Ujung dari *barrel* yang mengarahkan aliran plastik cair ke dalam *mold*. *Nozzle* menyuntikkan plastik ke cetakan dengan tekanan tinggi.

J. Mold (Cetakan)

Tempat plastik cair dituangkan untuk dibentuk sesuai desain produk. Setelah dingin, plastik akan mengeras dan produk terbentuk.

K. Frame

Struktur rangka utama mesin yang menopang semua komponen di atas agar tetap kokoh dan stabil.

2.6 Pengujian Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah karakteristik yang menggambarkan perilaku material saat menerima gaya atau deformasi. Sifat ini sangat penting dalam berbagai aplikasi industri, seperti konstruksi dan pembuatan komponen otomotif, adapun macam-macam pengujian sifat mekanik sebagai berikut.

- a. Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terusmenerus, sehingga bahan (perpanjangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur. Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan-regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering

diperlukan dalam kegiatan *engineering* untuk mengetahui sifat sifat mekanik suatu material. Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya kerangka, mekanikme pencekam spesimen, sistem penarik dan mekanikme, serta sistem pengukur. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontiniu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji [11].



Gambar 2.4 Alat Uji Tarik

- b. Uji impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Pada uji impak, digunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain ratenya. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban impak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke benda uji [12]. Menurut Dieter, & Schmidt (2009) uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji impak juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impak ini, juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya. Sejumlah uji impak batang uji bertakik dengan berbagai desain telah dilakukan dalam

menentukan perpatahan rapuh pada logam. Metode yang telah menjadi standar untuk uji impak ini ada 2, yaitu uji impak metode *Charpy* dan metode *Izod*. [15].



Gambar 2.5 Uji impak

2.7 Rumus Uji Tarik dan Uji Impak

A. Tegangan Tarik

Tegangan adalah gaya yang bekerja pada suatu benda dibagi dengan luas permukaan tempat gaya itu bekerja [22].

Rumus:

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

Keterangan:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik yang diberikan (N)

A = Luas penampang awal material (mm²)

B. Regangan

Regangan adalah seberapa banyak suatu benda berubah panjang setelah diberi gaya [22].

Rumusnya:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

ε = Regangan Tarik (*Strain*)

ΔL = Pertambahan Panjang spesimen

L_0 = Panjang awal spesimen

C. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah ukuran seberapa kaku atau lentur suatu bahan. Semakin besar nilai modulusnya, semakin kaku bahan itu [22].

Rumus:

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

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan (%)

D. Nilai Impak

Rumus:

$$\text{Nilai Impak} = \frac{\text{Energi diserap (Joule)}}{\text{Luas Penampang (mm}^2\text{)}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

E = energi yang diserap (Joule)

A = luas penampang di bawah takik (mm²)