

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Bahan termoplastik dapat mengalami pelunakan atau pelelehan kembali jika diberi penambahan suhu, sehingga pemanfaatan limbah plastik dapat dilakukan dengan menambahkan material pengisi dari bahan-bahan lain untuk mendapatkan material akhir dengan sifat-sifat yang diharapkan. Material yang akan di aplikasikan sebagai material pengisi pada plastik adalah serbuk kayu. Material hasil campuran serbuk kayu dengan plastic disebut komposit kayu plastik/WPC (*Wood Plastic Composite*). **Setyowati (2003)**.

Pemanfaatan limbah plastik kebanyakan didaur ulang dengan bahan lain untuk menghasilkan material komposit mengingat proses daur ulang limbah plastik akan menghasilkan sifat plastik yang lebih buruk dari sifat asli plastik tersebut. Penelitian oleh Hoekstra (2000) tentang pengaruh komposisi dan ukuran serbuk kaca terhadap kekuatan mekanik bahan komposit HDPE-sampah kaca. Plastik dan kaca sulit untuk terjadi ikatan, untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan material pengikat. Hasil penelitian menunjukkan jika dengan menambahkan serbuk kaca nilai kekuatan impact dan modulus lentur akan naik, namun itu juga menurunkan kekuatan tariknya. Kekuatan material campuran yang lebih tinggi dihasilkan dari ukuran partikel material pengisi yang lebih kecil dibandingkan campuran dengan ukuran partikel material pengisi yang lebih besar.

Baik buruknya sifat fisik dan mekanik produk akhir ditentukan oleh hasil pengepresan densitas dalam proses teknologi serbuk (**Sukanto, 2004**). Densitas awal akan berkurang karena ukuran serbuk yang seragam. Ukuran serbuk yang seragam akan banyak meninggalkan rongga antar serbuk. Pada saat diberi tekanan, respon serbuk pertama kali adalah *rearrangement* partikel dengan mengisi rongga. Peningkatan densitas

dapat dilakukan penekanan yang lebih tinggi lagi dengan pembesaran titik kontak melalui deformasi plastis. Uji material dilakukan untuk mengetahui kekuatan suatu material tersebut. Banyak pengujian material diantaranya adalah uji tarik, uji kelenturan, uji bending, uji kekerasan, dll. Namun kali ini peneliti akan melakukan pengujian jenis uji kekerasan.

Ada beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya sehingga bisa dijadikan acuan, antara lain penelitian dari Muhammad Zadit Taqwa (2017) dengan judul “Analisis Hasil Uji Kekerasan Pada Limbah Plastik Daur Ulang Dengan Metode Rockwell”. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui informasi nilai kekerasan pada plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*), PP (*Polypropylene*), dan HDPE (*High Density Polyethylene*) melalui metode Rockwell. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen serta dokumentasi. Penelitian ini mengguankan alat dan bahan meliputi: stopwatch, alat tulis dan buku catatan, timbangan digital, Rockwell hardness tester, micrometer, dan bahan plastik jenis PET, PP, dan HDPE. Nilai rata-rata kekerasan paling tinggi yang ditunjukkan berdasarkan penelitian adalah jenis plastik HDPE yaitu sebesar 66.4, selanjutnya plastik jenis PP sebesar 61.04, dan plastik PET sebesar 51. Pada indentor intan plastik kekerasan paling tinggi dimiliki jenis plastik HDPE yaitu sebesar 58.48, selanjutnya plastik PP sebesar 51.64, dan plastik PET sebesar 46.04.

Selanjutnya dari Mahfudi Syafta Maswanda (2018) yang berjudul “Analisa Kekuatan Bending Dan Kekerasan Plastik Daur Ulang Jenis HDPE (*High Density Polyetylane*), PETE/PET (*Polyethylene Terephthalate*) Dan PP (*Polypropylane*)”. Uji *bending* merupakan suatu proses pengujian material dengan cara di tekan untuk memperoleh data tentang kekuatan lengkung suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mangalami pergesekan (*frictional force*) serta deformasi plastis.

Standar untuk membuat specimen mengacu pada standar ASTM 6272 D. Setelah itu pengujian dilakukan setelah pembuatan spesimen sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan. Hasil dari pengujian tersebut

diperoleh data pengujian dan di analisa sesuai rumus yang ada. Lalu kesimpulan dari penelitian ini bisa diambil. Jenis plastik daur ulang dengan tingkat kekuatan bending tertinggi dari komposisi HDPE 50%, lalu PET/PETE 20%, dan PP 30% yang mempunyai kekuatan maksimal 52,9 N/mm² dan 137,74 Kg/mm² untuk kekuatan kekerasan, Nilai kekuatan lentur yang terbesar adalah plastik jenis HDPE 50%, PET/PETE 20%, PP 30% dengan nilai kekuatannya sebesar 9,53 N/mm². Sedangkan untuk nilai kekerasan mencapai 12,76 Kg/mm².

Selanjutnya dari Wawan Trisnadi Putra (2017) penelitian ini berjudul “Analisa Hasil Uji Impak Sampah Plastik Jenis PP, PET dan Campuran (PP + PET)” menjelaskan sifat fisik dan ketangguhan serta keuletan dari limbah plastik. Dengan uji impak mengacu pada standar (ASTM E-23). Spesimen dilakukan pengujian sebanyak 10 kali, dengan menghasilkan nilai rata-rata plastik jenis *polypropylene* nilai mean energi impaknya = 1,31 joule dan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* mean energi impaknya = 1,15 joule serta nilai mean kekuatan impak/impact strength nya = 0,0138 joule/mm², plastik campuran antara PP dan PET nilai mean energy impaknya = 1,18 joule dan nilai mean kekuatan impak/impact strengthnya = 0,0145 joule/mm². Nilai harga impak tertinggi dimiliki oleh plastik daur ulang *polypropylene*.

Selanjutnya dari Sri Nurahmani Desi (2016) “Uji Kualitas Material Papan Komposit Bahan Dari Serbuk Kayu Dan Kertas Dengan Perekat Limbah Plastik”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari papan komposit. Penelitian ini dilakukan dengan melalui dua tahap yaitu tahap pertama sampel dibuat dengan melakukan variasi komposisi antara serbuk kayu, kertas dan perekat plastik, selanjutnya tahap kedua melakukan pengujian parameter seperti kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, MOE dan MOR. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai pengujian kerapatan sebesar 0,90 gr/cm², 0,89 gr/cm² dan 0,93 gr/cm². Kadar air sebesar 1,58 %, 1,11 % dan 0,90 %. Nilai pengembangan tebal sebesar 9,42 %, 8,51 % dan 7,88 %. Nilai MOE sebesar 4,63

kgf/cm², 4,77 kgf/cm² dan 5,76 kgf/cm². Sedangkan nilai MOR sebesar 0,23 kgf/cm², 0,21 kgf/cm² dan 0,29 kgf/cm².

2.2 Jenis Bahan Yang Akan Digunakan Penelitian

1. Termoplastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)



Gambar 2.1. Simbol dan gambar plastik PET

Polyethylene terephthalate yang bisa juga disebut PET terbuat dari *glikol* (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau asam *terephthalat* (DMT). Polimer PET dapat diberi penguat *fiber glass*, atau filler mineral. Sifat yang dimiliki PET/PETE adalah jernih, kuat, dan dimensinya stabil, serta tahan nyala api. **Mujiarto (2005)**. Untuk contoh plastik PET dapat dilihat pada gambar 2.1 di atas. Berdasarkan pernyataan penelitian terdahulu yang dilakukan Wawan Trisnadi Putra, Munaji, dan Muh Malyadi (2015) menyatakan bahwa temperatur titik leleh pada proses pengepresan sampah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) adalah 276°C. Dijelaskan juga dalam penelitian tersebut bahwa kekuatan material hasil pengepresan sampah plastik jenis PET adalah 0,35 kg/cm² dengan hasil pengujian 35 cm x 2 cm x 4,7 cm. Adapun tingkat kelenturan sampai patah sebesar 24,5 Kg. Sehingga untuk satu buah material batu bata keramik membutuhkan beban sebesar 980 Kg.

PET engineer resin mempunyai kombinasi sifat- sifat :

- a. Kekuatan (*strength*) - nya tinggi, kaku (*stiffness*), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik.

- b. PET memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air.
- c. PET dapat diproses dengan metode ekstrusi pada suhu 150-250 °C, selain itu, teknik cetak injeksi juga bisa dilakukan. Untuk mencegah terjadinya proses hidrolisa saat proses pencetakan, maka sebaiknya PET dikeringkan dulu hingga nilai maksimum kandungan uap air mencapai 0,02%. Penggunaan PET dalam kegiatan sehari-hari antara lain adalah botol-botol untuk air mineral, kemasan sirup, botol saus, wadah selai, minyak makan, dll.

Plastik merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya bagi lingkungan. Limbah dari plastik sangatlah sulit untuk diuraikan secara alami. Limbah plastik itu sendiri membutuhkan waktu yang sangat lama agar dapat terdegradasi dan terurai. Oleh karena itu penggunaan bahan plastik dapat dikatakan tidak bersahabat terhadap lingkungan apabila digunakan tanpa menggunakan batasan tertentu (**Suharto, 2011: 41**). Plastik yang dapat dilelehkan dan dibentuk berulang kali (*recycling*) dengan pemanasan bertemperatur tinggi biasa disebut thermoplastik. Jika dipanaskan, material ini memiliki kemampuan untuk mengalir atau mencair kembali (**Rizka Hasni, 2008: 5**). Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer, yakni rantai yang paling pendek. Menurut **Mujiarto (2005: 66)**, temperatur leleh pada setiap jenis termoplastik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Titik leleh Thermoplastik

No	Material	Titik leleh (°C)
1	ABS	180 – 240
2	PVC	160-180
3	Acrylic	180 – 250
4	Nylon	260 – 290
5	Poly Carbonat	280 – 310
6	LDPE	160 – 240
7	HDPE	200 – 280
8	PP	200 – 300
9	PS	180 – 260
10	PET	100 – 180

Sumber: *Mujiarto, 2005: 66*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Putra, Munaji, dan Malyadi (2015), berikut penjelasan laju temperatur tiap jenis plastik setelah dilakukan pengepresan.

Tabel 2.2 Temperatur awal, leleh, peningkatan (°C)

No	Jenis Plastik	Temperatur awal	Temperatur leleh	Peningkatan temperature
1	PP	32,1	269	236,9
2	PET	30	180	150
3	HDPE	32,1	280	247,9

2. Serbuk Kayu Jati

Kayu adalah material yang sangat penting dalam ilmu material dengan struktur makro yang berbentuk serat. Kayu memiliki beberapa sifat yang tidak dapat ditiru oleh bahan lainnya. Kayu terdiri dari 40 – 50 %

selulosa, hemiselulosa 20 – 30 % dan lignin 20 – 30 % (Azwar, 2009: 3). Serbuk kayu penggergajian merupakan salah satu jenis partikel kayu yang bobotnya sangat ringan dalam kondisi yang kering dan mudah diterbangkan oleh angin. Dimana serbuk kayu itu sendiri dikenal sebagai limbah industri meubel yang banyak tertimbun dan cenderung menjadi sampah karena pemanfaatannya yang masih relatif kecil, sehingga perlu ditangani secara serius. (Yusnita, 2009).



Gambar 2.2. Kayu

Limbah serbuk kayu adalah limbah yang tersisa akibat proses penggergajian (*saw dust*).



Gambar 2.3. Serbuk Kayu

Pemanfaatan plastik daur ulang dalam bidang komposit kayu di Indonesia masih terbatas. Ada dua strategi dalam pembuatan komposit kayu dengan memanfaatkan plastik, pertama plastik dijadikan sebagai binder sedangkan kayu sebagai bahan utama; dan yang kedua kayu menjadi filler/bahan pengisi dan plastik sebagai matriksnya (**Febrianto dkk, 2001**).

Pada penelitian ini, penulis menggunakan serbuk kayu jati. Serbuk kayu ini biasanya banyak dihasilkan dari limbah industri mebel atau proses penggergajian kayu. Serbuk kayu jati pada penelitian ini digunakan sebagai campuran/filler dari bahan plastik diatas. Untuk contoh serbuk kayunya dapat dilihat pada gambar 2.3 di atas.

2.3 Jenis Mesin dan Software yang digunakan Pengujian

Dalam penelitian pengujian kekerasan ini dimaksudkan untuk mengukur kuat tekan maksimal pada spesimen hasil dari paduan antara plastik PET dan serbuk kayu. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik atau area tertentu saja, nilai kekerasan kurang lebih cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah digolongkan sebagai material yang kuat, ulet atau tahan terhadap goresan.

2.3.1 Mesin Uji Kekerasan

Kekerasan adalah suatu kriteria untuk mengetahui seberapa besar suatu bahan memiliki kemampuan menahan beban indentasi atau penetrasi . Ada 3 macam metode pengujian kekerasan antara lain :

- a. Pengujian Lekukan (*Indentation Hardness*).
- b. Pengujian Goresan (*Scratch Hardness*).
- c. Pengujian *resilience* yang umumnya ditentukan dan tidak merusak.

Untuk uji kekerasan dengan metode rockwell penulis menggunakan mesin uji kekerasan yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan maksimum pada spesimen yang akan penulis uji nantinya.

Spesifikasi :

Beban uji beban maksimum : 30 Kgf-187,5 Kgf

Rentang kecepatan uji : 5

Dimensi mesin (panjang x lebar x tinggi) : 44x37x69 cm

Berat kotor mesin : 41 kg

Stroke maksimum : 220 mm



Gambar 2.3.1 Mesin Uji Kekerasan

2.3.2 DOE (*Design Of Experiment*)

DOE adalah metode pendekatan terencana untuk menentukan penyebab dan efek hubungan, itu bisa diterapkan pula proses apa saja dengan terukur antara masukan dan keluaran. Untuk contoh software seperti pada gambar 2.3.2 dibawah :



Gambar 2.3.2 software DOE versi 6.0.8

Software DOE (*Design Of Experiment*) menggunakan rumus pengujian seperti berikut: (Anderson, 2016)

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{111} X_1^3 + \beta_{222} X_2^3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{112} X_1^2 X_2 + \beta_{122} X_1 X_2^2 \quad (1)$$

di mana \hat{y} adalah respon atau variabel dependen. Simbol β mewakili koefisien yang harus dipasang melalui regresi. β_0 adalah konstanta model; X_1 dan X_2 adalah variabel independen; β_1 dan β_2 adalah koefisien linier; β_{12} , β_{112} dan β_{122} adalah koefisien produk-silang; β_{11} dan β_{22} adalah koefisien kuadratik; dan β_{111} dan β_{222} adalah koefisien kubik.

2.4 Metode Pengujian

Untuk mengetahui kekuatan atau kekerasan suatu material maka perlu dilakukan pengujian terhadap material tersebut. Dalam pengujian kekerasan yang digunakan adalah *Hardness Rockwell* yang berarti Uji kekerasan *rockwell* menggunakan indenter kerucut intan ataupun indenter bola baja. Pada pengujian *Rockwell* pengukuran langsung dilakukan oleh mesin dan mesin langsung menunjukkan angka kekerasan dari bahan uji.

Prinsip pengujian metode *Rockwell* didasarkan pada kedalaman masuknya penekan benda uji. Makin keras benda yang diuji, makin dangkal masuknya penekan tersebut. Sebaliknya semakin dalam masuknya penekan tersebut, berarti benda uji makin lunak. Penelitian ini menguji dengan melakukan penekanan permukaan benda uji oleh indentor dengan beban minor (*Minor Load F0*) setelah itu ditekan dengan beban mayor (*major Load F1*). Jadi, besarnya beban minor maupun beban mayor tergantung dari jenis material yang akan diuji, kemudian kedalaman lekukan hasil indentasi akan secara otomatis terlihat pada gauge petunjuk angka yang menunjukkan angka kekerasan.

Rockwell Hardness Test HRC adalah pengujian kekerasan dimana metode pengujian menggunakan indentor Brale (kerucut) dengan sudut puncak 120° (puncak berbentuk bulat dengan $r = 0,2 \text{ mm}$). Keuntungan dari metode HRC yaitu digunakan secara luas pada industri karena pengoperasiannya cepat dan hasilnya dapat secara langsung dibaca pada mesin.

