



Research Article

Pengaruh Holding Time terhadap Tingkat Kekerasan pada Hasil Pengolahan Limbah Plastik

Zainuddin^{1,*}, Suwantri²

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, **Indonesia**

²Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Pratama Mulia Surakarta, **Indonesia**

Corresponding author : zainuddin@polban.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 16 June 2022

Revised : 27 July 2022

Accepted : 31 July 2022

Available online : 9 August 2022

Keywords: Plastic waste, Recycling, Holding time, Temperature, Micro hardness

Kata Kunci: Limbah plastik, Daur ulang, Holding time, Suhu, Micro hardness

ABSTRACT

Plastic is a material that widely used in human life. Plastics are generally difficult to decompose by micro-organisms so that they can cause environmental pollution problems. A method is needed to process plastic waste into useful and quality goods. This study aims to process plastic waste into new products that are useful and have long-lasting characteristics. This research melts plastic waste that has been made into small pieces and then printed with a plastic printing press according to the shape of the molding. The pressing and recycling process refers to the variation of holding time (60, 80, 100 sec) at a temperature of 250°C. To determine the level of hardness of plastic products, microhardness testing is carried out. From the test results obtained data that the lowest level of hardness is found at a holding time of 80 sec, which is 15.3 HV (Hardness Vickers). The highest level of hardness is found in the holding time of 60 sec, which is 21.3 HV. The homogeneity of the plastic ore melt and the heating holding time in the manual molding process are the determinants of differences in the hardness level of the test results. The results of this study are expected to provide benefits for the plastic waste processing industry.

ABSTRAK

Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Plastik umumnya sulit diurai oleh mikro organisme sehingga dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Diperlukan sebuah metode untuk mengolah limbah plastik menjadi barang yang berguna dan berkualitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah plastik menjadi produk baru yang bermanfaat dan memiliki karakteristik tahan lama. Penelitian ini meleburkan limbah plastik yang sudah dijadikan potongan kecil dan kemudian dicetak dengan alat pres pencetak plastik sesuai dengan bentuk moldingnya. Proses pengepresan dan daur ulang mengacu pada variasi holding time (60, 80, 100



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

detik) pada suhu 250°C. Untuk mengetahui tingkat kekerasan produk plastik, maka dilakukan pengujian micro hardnes. Dari hasil pengujian diperoleh data bahwa tingkat kekerasan terendah terdapat pada holding time 80 detik yaitu 15,3 HV (Hardness Vickers) . Tingkat kekerasan tertinggi terdapat pada holding time 60 detik yaitu sebesar 21,3 HV. Homogenitas lelehan bijih plastik dan lama holding time pemanasan pada proses pencetakan manual menjadi penentu adanya perbedaan tingkat kekerasan hasil pengujian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi industri pengolah limbah plastik.

1. PENDAHULUAN

Plastik memiliki sifat yang menguntungkan bagi kehidupan manusia. Plastik digunakan untuk produksi wadah makanan dan minuman, peralatan dapur dan rumah tangga, komponen listrik, serta mainan anak-anak. Dibalik kelebihan yang pada plastik, penggunaan plastik dan pengelolaan pasca pakai yang sembarangan ternyata dapat memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan dan juga kesehatan manusia. Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah penghasil gas rumah kaca karena biasanya plastik dikelola dengan cara dibakar. Pengelolaan sampah plastik juga tidak mudah karena plastik tidak dapat diurai secara alami oleh bakteri dalam tanah hingga membutuhkan waktu ratusan tahun sampai terurai dengan sendirinya [1].

Penumpukan sampah plastik ini akan berdampak besar bagi makhluk hidup di muka bumi khususnya manusia, yaitu pencemaran lingkungan yang dapat menyebabkan penyakit. Optimalisasi program 3R masih diperlukan untuk mengurangi timbunan sampah plastik [2]. Usaha untuk meningkatkan kesadaran untuk mengurangi sampah terus dilakukan mulai dari gerakan *Go Green* sampai menyiapkan tempat sampah khusus plastik, namun hasilnya belum begitu terasa. Sebenarnya sampah plastik memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Harga sampah botol plastik bervariasi antara Rp.5000, Rp.7000 hingga di atas Rp.7000 per kilogramnya tergantung jenis botol plastiknya. Harga tersebut akan naik apabila mendaur botol menjadi potongan kecil-kecil.

Pembuatan produk plastik pada industri plastik biasanya dilakukan menggunakan mesin injeksi plastik, yaitu mesin yang mampu mengubah bijih plastik atau plastik daur ulang dalam bentuk potongan kecil-kecil menjadi produk-produk plastik baru. Mesin injeksi plastik untuk skala industri ini biasanya digunakan untuk produksi massal berkapasitas besar sehingga biaya operasional dan investasi untuk cetakan relatif tinggi. Proses ini menjadi ekonomis apabila digunakan untuk membuat produk sebanyak puluhan hingga ratusan ribu produk. Namun demikian, tidak sembarang limbah plastik yang bisa diolah menjadi barang yang berkualitas. Mesin *Injection molding* perannya begitu penting terhadap produk plastic sampai mencapai 60% dari keseluruhan produk plastik yang beredar di pasaran [3].

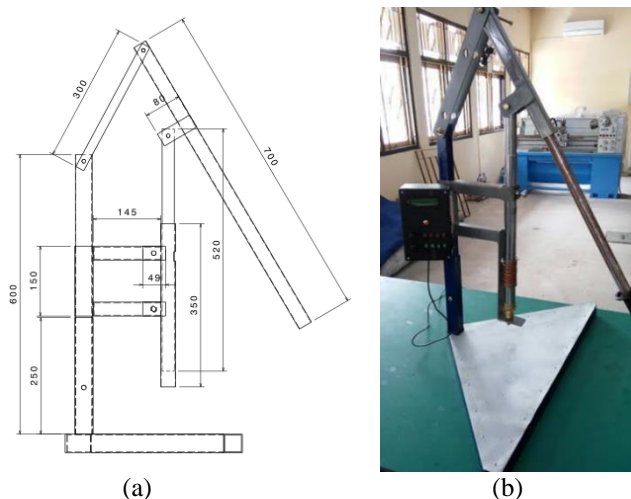
Karakteristik produk plastik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: jenis plastik, suhu pelelehan, tekanan pencetak plastik, dan penahanan waktu pelelehan (*holding time*). Penelitian ini menggunakan metode pres manual pada suhu 250°C dan variasi waktu penahanan atau *holding time* pada 60 detik, 80 detik, dan 100 detik. Spesimen hasil pencetakan alat pres plastik manual kemudian diuji menggunakan alat *micro hardnes tester* untuk mengetahui tingkat kekerasan dari setiap spesimen.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian pengolahan limbah plastik ini dilaksanakan dengan metode eksperimen. Dengan cara memadukan suhu peleburan pada 250°C dan *holding time* pada variasi 60 detik, 80 detik, dan 100 detik pada alat pencetak plastik. Pada Setiap variasi dicetak 3 kali sehingga dihasilkan 3x3 (sembilan) spesimen untuk 3 variasi. Secara garis besar metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perancangan dan pembuatan alat, persiapan bahan, pembuatan spesimen pengujian, pengujian (pengukuran kekerasan permukaan).

2.1 Pembuatan alat pencetak plastik manual

Mesin peleleh plastik ini dibuat dengan menggunakan proses manufaktur dan menggunakan bahan yang mudah didapat, sehingga harapannya bahwa alat ini akan dapat dimodifikasi dan dikembangkan serta digunakan oleh banyak pihak yang membutuhkan. Model yang sedikit membedakan dari kegiatan perancangan sebelumnya ada bentuk mesin yang vertikal dengan menggunakan satu pemanas [4].



Gambar 1. (a) desain alat pencetak plastik manual, (b) alat pencetak plastik manual terdapat beberapa pembagian komponen mesin peleleh plastik ini yang dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Komponen mesin peleleh plastik

| No. | Bahan Dasar | Nama Komponen | Dimensi (cm) |
|-----|-------------|------------------|--------------|
| 1 | Pipa besi | Tuas pegangan | 2,54 x 70 |
| 2 | Besi hollow | Rangka kaki | 38 x 5 x 5 |
| 3 | Besi plat | Rangka penyangga | 15 x 5 x 5 |
| 4 | Pipa besi | Injector | 2,54 x 50 |
| 5 | Besi As | Tuas penekan | 2,54 x 65 |

2.2 Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Alat pres pencetak plastik manual
- 2) Cetakan
- 3) Takaran

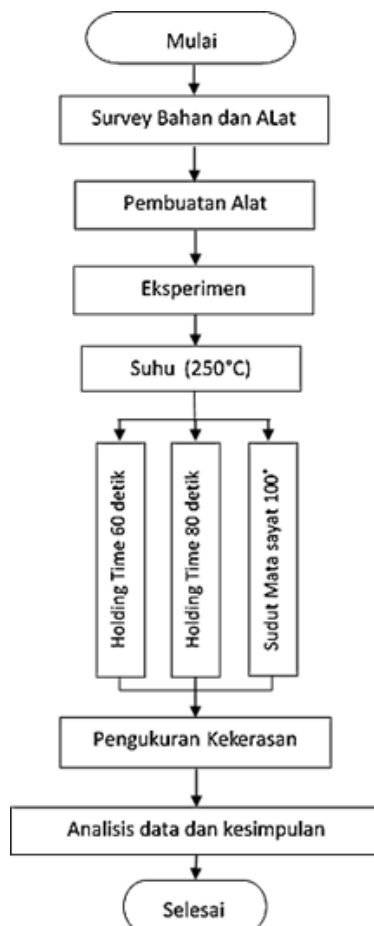
Sedangkan bahan utama dalam penelitian ini adalah limbah plastik (*polyethylene terephthalate*).

2.3 Langkah Pembuatan Spesimen

Eksperimen dilakukan pada alat pres pencetak limbah plastik manual, dengan variasi *holding time*, yaitu 60 detik, 80 detik, dan 100 detik pada suhu 250°C.

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan bijih plastik hasil daur ulang (menggunakan plastik PET)
2. Menyiapkan alat pres pencetak limbah plastik manual menghubungkan ke sumber listrik (atur suhu pada suhu 250°C)
3. Menyiapkan *molding* produk baru dari limbah plastik di bawah mulut tabung yang nantinya menjadi tempat keluarnya lelehan bijih plastik.
4. Memasukkan bijih plastik ke tabung pencetak plastik, tunggu hingga plastik mulai meleleh (60 detik).
5. Pres dari atas ke bawah sehingga lelehan bijih plastik memasuki *molding* dan membentuk sesuai desain *molding* yang telah dibuat.
6. Menunggu hingga sudah dingin dan kering kemudian buka *molding* untuk melihat hasilnya.
7. Melakukan berulang dengan ketentuan langkah no.4 diubah variabel *holding time* dengan 80 detik dan 100 detik.
8. Memotong bagian-bagian yang tidak perlu (*finishing*).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.4 Pengukuran Kekerasan Permukaan

Spesimen hasil pengolahan limbah plastik hasil proses pelelehan dengan menggunakan alat pres plastik manual, kemudian diuji tingkat kekerasannya. Pengukuran kekerasan dilakukan dengan menggunakan *Micro Hardness* dengan mengikuti standar ASTM E384 [5].



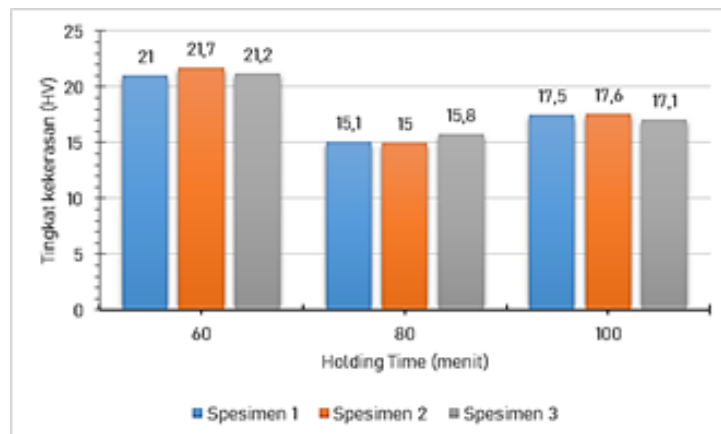
Gambar 3. *Micro Hardness Testing*

3. HASIL DAN DISKUSI

Spesimen plastik hasil proses pencetakan alat pres plastik manual dilakukan pengujian menggunakan alat ukur kekerasan *Micro Hardness Tester* sehingga menghasilkan hasil pengukuran berupa tingkat kekerasan *Hardness Vickers (HV)*

3.1 Pengukuran Tingkat Kekerasan Spesimen

Hasil Pengukuran dari limbah plastik yang sudah dicetak menghasilkan nilai tingkat kekerasan seperti ditunjukkan pada Gambar. 4 berikut.



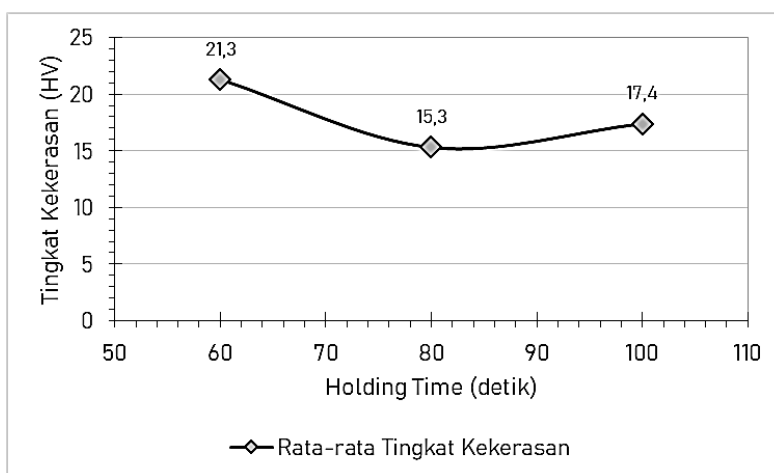
Gambar 1. Grafik Hasil Pengukuran Kekerasan

Gambar 4 di atas menggambarkan *holding time* pelelehan terdapat pada sumbu X, sedangkan hasil pengukurannya dalam bentuk tingkat kekerasan pada sumbu Y. Dilakukan pengukuran pada tiap spesimen karena tiap variasi *holding time* dibuat 3 spesimen agar data yang dihasilkan valid.

Hasil pengukuran spesimen menggunakan alat *Hardnes Vickers* pada *holding time* 60 detik pada suhu 250° menghasilkan tingkat kekerasan 21 HV, 21,7 HV, dan 21,2 HV. Hasil pengukuran pada *holding time* 80 detik pada suhu 250° menghasilkan tingkat kekerasan spesimen pada 15,1 HV, 15 HV, dan 15,8 HV. Sedangkan untuk hasil pengukuran pada *holding time* 100 detik pada suhu 250° berada di tingkat kekerasan 17,5 HV, 17,6 HV, dan 17,1 HV. Suhu 250° berada di tingkat kekerasan 17,5 HV, 17,6 HV, dan 17,1 HV.

3.2 Rerata Tingkat Kekerasan Spesimen

Data dari hasil pengukuran tingkat kekerasan diatas dapat dibuat rerata hasil tiap tingkat kekerasan dikelompokan oleh *holding time*, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar. 5 berikut.



Gambar 5. Grafik rata-rata tingkat kekerasan pada setiap *holding time*

Gambar 5 di atas menggambarkan rata-rata tingkat kekerasan pada spesimen plastik hasil pencetakan menggunakan mesin pres manual. Variabel terikat *holding time* di sumbu X sedangkan hasil pengukuran berada di sumbu Y. Hasil pengukuran spesimen menggunakan alat *Hardnes Vickers* pada *holding time* 60 detik pada suhu 250° menghasilkan tingkat kekerasan rata-rata 21,3 HV. Hasil pengukuran pada *holding time* 80 detik pada suhu 250° menghasilkan tingkat kekerasan spesimen rata-rata pada 15,3 HV. Sedangkan untuk hasil pengukuran pada *holding time* 100 detik pada suhu 250° berada di tingkat kekerasan rata-rata 17,4 HV.

Hasil pencetakan plastik sangat berpengaruh terhadap *holding time* saat proses pelelehan. Pada *holding time* 60 detik didapat kekerasan specimen uji yang paling tinggi dan kemudian kekerasan specimen uji menurun di *holding time* 80 detik, kemudian kekerasan specimen uji mengalami kenaikan kembali pada *holding time* 100 detik. Hal ini merupakan fenomena yang menarik dalam penelitian ini dan perlu dilakukan penelitian yang lebih jauh lagi.

Perubahan tingkat kekerasan pada hasil pengujian tiap spesimen diatas dapat terjadi karena pelelehan bijih plastik ada pada level yang berbeda pada setiap tingkat *holding time*. Homogenitas lelehan bijih plastik dan lama pemanasan pada proses pencetakan menggunakan Alat pres manual menjadi kunci terjadinya perbedaan tingkat kekerasan hasil spesimen pengujian.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran tingkat kekerasan menunjukkan bahwa ada pengaruh *holding time* terhadap tingkat kekerasan specimen plastik hasil pencetakan menggunakan alat pengepres plastik manual. Tingkat kekerasan pada *holding time* 60 detik pada suhu 250° menghasilkan tingkat kekerasan rata-rata 21,3 HV. Hasil pengukuran pada *holding time* 80 detik pada suhu 250° menghasilkan tingkat kekerasan specimen rata-rata pada 15,3 HV. Sedangkan untuk hasil pengukuran pada *holding time* 100 detik pada suhu 250° berada di tingkat kekerasan rata-rata 17,4 HV.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada program studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung dan program studi Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta serta semua pihak yang turut serta memberikan dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hastarina, A. A. Masruri dan S. A. Saputra, “Perancangan Mesin Peleleh Biji Plastik sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Plastik dengan Penerapan Metode Value Engineering,” Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri, p. 49, 2019.
- [2] E. Damanhuri dan T. Padi, “Pengelolaan Sampah,” dalam Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Bandung, Institut Teknologi Bandung, 2010.
- [3] M. F. Asror dan H. S. S. Tomo, “Pengaruh Suhu Proses dan Tekanan Injection Molding terhadap Kekuatan Benturan dan Kekerasan pada Plastik Material HDPE,” dalam Prosiding Simposium Nasional Polimer IV.
- [4] Hastarina, M dkk, ” Perancangan Mesin Peleleh Biji Plastik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Plastik dengan Penerapan Metode Value Engineering”, Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri (2019), 2 (6),
- [5] Pranata, R dan Widayat, W, “Pengaruh kadar silikon terhadap karakteristik material aluminium sekrap hasil remelting”, Jurnal inovasi mesin 2 (2) (2020).
- [6] I. Subhidin, E. Djatmiko dan E. Maulana, “Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 75 Kg/Jam,” dalam Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, Jakarta, 2020.
- [7] Windarta, G. Hidayat dan A. Chaeruddin, “Rancang Bangun Mesin Daur Ulang Limbah Botol Plastik HDPE Menjadi Gagang Pintu Kapasitas 1 kg/jam,” dalam Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Jakarta, 2019.
- [8] I. Oktama, “Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphthalate (PET) Menjadi Biji Plastik melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik,” Jurnal Teknik Mesin, vol. 05, p. 109, 2016.
- [9] K. A. Widi dan L. D. Ekasari, “Studi Analisa Pengembangan Produk Limbah Plastik Berbasis Tekanan Teknologi Injection Moulding,” Jurnal Flywheel, vol. 8, p. 14, 2017.