

BAB V. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut adalah simpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian:

1. Perbedaan Karakter Mekanik Plastik Daur Ulang HDPE dan PP

HDPE dan PP daur ulang memiliki karakter mekanik yang berbeda, terutama dalam hal kekuatan tarik dan kekuatan lentur. PP menunjukkan kekuatan tarik dan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan HDPE pada suhu yang sama dan metode produksi yang serupa. Hal ini menjadikan PP lebih unggul dalam aplikasi yang membutuhkan kekuatan mekanik yang lebih tinggi.

HDPE cenderung memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah namun memiliki kekuatan lentur yang relatif lebih baik pada suhu rendah, membuatnya cocok untuk aplikasi dengan kebutuhan fleksibilitas dan ketahanan terhadap deformasi.

2. Pengaruh Metode Produksi dan Suhu Pres terhadap Sifat Mekanik Material Plastik Daur Ulang

Metode produksi terbukti tidak mempengaruhi hasil kekuatan tarik dan lentur material daur ulang secara signifikan. Pada metode *Injection Molding* (IM) menghasilkan kekuatan tarik dan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Sheet Press* (SP), sehingga lebih cocok untuk produk dengan ukuran besar.

Pada suhu produksi, terdapat dampak signifikan terhadap sifat mekanik material. Suhu 220°C cenderung memberikan hasil terbaik pada PP dan HDPE, baik pada metode *Injection Molding* maupun *Sheet Press*. Namun, pada suhu yang lebih tinggi (250°C), terjadi penurunan kekuatan tarik pada beberapa material, terutama PP-250-SP, yang menunjukkan hasil kekuatan tarik rendah, sehingga tidak direkomendasikan untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan mekanik tinggi.

3. Rekomendasi Penggunaan Material HDPE dan PP Daur Ulang dalam Pengaplikasiannya pada Produk

- PP *Injection Molding* pada suhu 220 °C direkomendasikan untuk produk kecil fungsional seperti stool mini, sambungan modular, dan komponen berdetail tinggi karena memiliki kekuatan tarik dan lentur tertinggi.
- HDPE *Injection Molding* pada suhu 190 °C cocok untuk produk non-struktural ringan seperti wall decor, perhiasan, dan aksesoris visual, dengan konsumsi energi lebih rendah.
- PP dan HDPE *Sheet Press* pada suhu 220 °C direkomendasikan untuk produk datar berukuran besar seperti meja, rak terbuka, dan panel bidang. Produk dengan bentang lebih dari 1 meter perlu dibuat dari sambungan antar lembar. Jika diperlukan konstruksi yang lebih kuat, tambahan rangka penyangga atau konstruksi penguat lainnya sangat direkomendasikan.

- Suhu 220 °C menjadi pilihan terbaik secara keseluruhan karena menghasilkan performa mekanik optimal dan kualitas visual yang stabil.

B. Saran Penelitian

Penelitian ini telah memberikan gambaran mengenai pengaruh suhu dan metode produksi terhadap sifat mekanik material HDPE dan PP daur ulang. Namun, masih ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Disarankan untuk menggunakan variasi jenis material daur ulang lainnya, seperti plastik PET atau LDPE, untuk membandingkan performa material daur ulang yang berbeda dalam pengujian kekuatan tarik dan lentur.
2. Berdasarkan evaluasi teknis dan hasil pada sampel uji tarik hasil *Injection Molding*, alur lobang masuk *inject* dapat mempengaruhi hasil, sehingga alur *inject* dari tengah tidak disarankan karena berpotensi menjadi titik buble dan lobang *inject* menjadi area rawan akan plastik tidak menyatu.
3. Dibutuhkan pengujian ketahanan material jangka panjang dalam aplikasi nyata, seperti ketahanan terhadap cuaca atau degradasi lingkungan, perlu dilakukan untuk menilai keandalan material daur ulang dalam kondisi yang lebih ekstrem.
4. Penelitian lebih lanjut juga bisa dilakukan dengan menggunakan metode produksi lain, seperti 3D *printing*, yang semakin banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan produk berbasis plastik.

5. Pada proses produksi, suhu ruangan dan cuaca dapat mempengaruhi hasil produksi. Dampak dari hal ini terdapat pada cacahan plastik yang lembap yang dapat membuat hasil plastik menjadi bergelembung karena uap air yang terjebak saat proses *press*.
6. Ukuran besar kecilnya cacahan berpotensi mempengaruhi kualitas, durasi pelelehan, dan hal teknis lain terkait plastik daur ulang ini. Maka dapat dilakukan pengkajian lebih lanjut terkait pengaruh ukuran cacahan terhadap plastik daur ulang ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Abeyasinghe, S., Gunasekara, C., Bandara, C., Nguyen, K., Dissanayake, R., & Mendis, P. (2021). Engineering Performance of Concrete Incorporated with Recycled High-Density Polyethylene (HDPE)—A Systematic Review. *Polymers*, 13(11), 1885. <https://doi.org/10.3390/polym13111885>
- Andreas Lubis, D., Fitrianingsih, Y., Pramadita, S., & Christiadora Asbanu, G. (2022). Pengolahan Sampah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 735–742. <https://doi.org/10.14710/JIL.20.4.735-742>
- ASTM International. (2014). *Test Method for Tensile Properties of Plastics*. <https://doi.org/10.1520/D0638-14>
- ASTM International. (2017). *Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. <https://doi.org/10.1520/D0790-17>
- ASTM International. (2021). *Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification*. https://doi.org/10.1520/D7611_D7611M-21
- ASTM International. (2023a). *Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics*. <https://doi.org/10.1520/D0695-23>
- ASTM International. (2023b). *Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*. <https://doi.org/10.1520/D0256-23E01>
- ASTM International. (2024). *Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. <https://doi.org/10.1520/E0023-24>
- Bansal, R. K. (2012). *Strength of Materials*. Laxmi Publication.
- Brown, R. (n.d.). *Handbook of Polymer Testing* (R. Brown, Ed.). Retrieved November 14, 2024, from https://books.google.co.id/books?id=0URZDwAAQBAJ&dq=polymer+properties+testing+methods&lr=&hl=id&source=gbs_navlinks_s
- Callister, W. D., & David Rethwisch, J. G. (2014). *MATERIALS SCIENCE and ENGINEERING 9 Edition*.
- Czichos, H. (2009). Metrology and Testing in Materials Science and Technology. *NCSLI Measure*, 4(4), 46–77. <https://doi.org/10.1080/19315775.2009.11721494>
- Demaïd, A., Spedding, V., & Zucker, J. (1996). Classification of plastics materials. *Artificial Intelligence in Engineering*, 10(1), 9–20. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0954-1810\(95\)00012-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0954-1810(95)00012-7)
- Dwivedi, S. K., Vishwakarma, M., & Soni, P. A. (2018). Advances and Researches on Non Destructive Testing: A Review. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3690–3698. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2017.11.620>
- Elkington, J. (1998). Accounting for the Triple Bottom Line. *Measuring Business Excellence*, 2(3), 18–22. <https://doi.org/10.1108/EB025539/FULL/XML>
- Fahmi Johari, A., & Teguh Santoso, D. (2021). Pengaruh Temperatur terhadap Pembuatan Papan Komposit Sekam Padi Berbasis Limbah HDPE menggunakan Metode Hot Press. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1), 17–24. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>

- Hadi, S. (2018). *Teknologi Bahan Lanjut*. Penerbit Andi.
<https://books.google.co.id/books?id=yj9tDwAAQBAJ&lpg=PP1&hl=id&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
- Hands, D. (1999). Thermal Properties. In R. Brown (Ed.), *Handbook of Polymer Testing: Physical Methods* (pp. 597–616).
- Hao, Y., Cheng, S., Tanaka, Y., Hosokawa, Y., Yalikun, Y., & Li, M. (2020). Mechanical properties of single cells: Measurement methods and applications. *Biotechnology Advances*, 45, 107648.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107648>
- Hastjarjo, T. D. (2016). Validitas Eksperimen. *Buletin Psikologi*, 19(2).
<https://jurnal.ugm.ac.id/buletinpsikologi/article/view/11558>
- Hazarika, D., & Karak, N. (2021). Chapter 1 - Fundamentals of polymeric nanostructured materials. In A. K. Bajpai & R. K. Saini (Eds.), *Advances in Polymeric Nanomaterials for Biomedical Applications* (pp. 1–40). Elsevier.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814657-6.00002-1>
- Hidayat, W. (2019a). *Klasifikasi dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material*. <https://doi.org/10.31227/OSF.IO/6BMFU>
- Hidayat, W. (2019b). *Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material*. OSF. <https://doi.org/10.31227/osf.io/6bmfu>
- Iman, M. (2023). *SIFAT DAN KARAKTERISTIK MATERIAL PLASTIK DAN BAHAN ADITIF*.
- Kulkarni, P., Ravekar, V., Rama Rao, P., Waigokar, S., & Hingankar, S. (2022). Recycling of waste HDPE and PP plastic in preparation of plastic brick and its mechanical properties. *Cleaner Materials*, 5, 100113.
<https://doi.org/10.1016/J.CLEMA.2022.100113>
- Li, Y., Zhang, K., Nie, M., & Wang, Q. (2019). Application of compatibilized polymer blends in packaging. *Compatibilization of Polymer Blends: Micro and Nano Scale Phase Morphologies, Interphase Characterization, and Properties*, 539–561. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816006-0.00019-0>
- Malek, J., & Kaouther, M. (2014). Destructive and Non-destructive Testing of Concrete Structures. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 8.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:34324612>
- Mridul Gupta Muhsin Ahmad Khan, R. B., & Singari, R. M. (2022). Advances in applications of Non-Destructive Testing (NDT): A review. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 8(2), 2286–2307.
<https://doi.org/10.1080/2374068X.2021.1909332>
- Naufarizki, A. (2024). *Pengaruh Jumlh Daur Ulang Plastik HDPE Terhadap Sifat Mekanik* [Universitas Muhammadiyah Yogyakarta].
<https://etd.umy.ac.id/id/eprint/47044>
- Nuryosuwito, N., Rosydi, M. A. I., & Istiqlaliyah, H. (2021). Pemanfatan Sampah Plastik Jenis HDPE Menjadi Bahan Bakar Alternatif Proses Pyrolysis. *Jurnal Mesin Nusantara*, 3(2), 92–101. <https://doi.org/10.29407/JMN.V3I2.15573>
- Portal Informasi Indonesia. (2022, October 26). *Indonesia Menargetkan Kurangi Sampah Plastik hingga 70 Persen pada 2025*.
<https://indonesia.go.id/kategori/kabar-terkini-g20/6194/indonesia-menargetkan-kurangi-sampah-plastik-hingga-70-persen-pada-2025?lang=1>
- Precious Plastic. (2024). *Precious Plastic Impact 2024*.
<https://www.preciousplastic.com/impact/2024>

- Raj, S. S., Michailovich, K. A., Subramanian, K., Sathiamoorthy, S., & Kandasamy, K. T. (2021). Philosophy of selecting ASTM standards for mechanical characterization of polymers and polymer composites. *Materiale Plastica*, 58(3), 247–256. <https://doi.org/10.37358/MP.21.3.5523>
- Riyanto, A., Respati, S. M. B., & Dzulfikar, M. (2021). Analisis Sifat Fisik Daur Ulang Limbah Plastik Jenis High Density Polyethylene. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 17(2), 99–102. <https://doi.org/10.36499/JIM.V17I2.5517>
- Ross, S. M., & Morrison, G. (2003). *Experimental Research Methods*.
- Sani, R. A. (2021). *Karakterisasi Material*. Bumi Aksara.
- Sengupta, A. (2020). Metal Oxide Glass Nanocomposites. In *Metal Oxide Glass Nanocomposites*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817458-6.00013-5>
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). (2023). *Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Limbah*. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>
- Teusdea, D. F., Stan, D. V., Voda, M., & Lovasz, E. C. (2020). Study on the influence of recycled material on the tensile strength of HDPE products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 916(1), 012119. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/916/1/012119>
- Vashchuk, A., Fainleib, A., Starostenko, O., & Grande, D. (2018). Application of ionic liquids in thermosetting polymers: Epoxy and cyanate ester resins. *Express Polymer Letters*, 12, 898–917. <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2018.77>
- Wale, M. E., Nesbitt, D. Q., Henderson, B. S., Fitzpatrick, C. K., Creechley, J. J., & Lujan, T. J. (2021). Applying astm standards to tensile tests of musculoskeletal soft tissue: Methods to reduce grip failures and promote reproducibility. *Journal of Biomechanical Engineering*, 143(1). <https://doi.org/10.1115/1.4048646/1087597>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- World Population Review. (2024). *Plastic Pollution by Country 2024*. World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/plastic-pollution-by-country>