

EKSPLORASI PENGOLAHAN LIMBAH 3D PRINTING PADA FILAMEN ABS DAN PLA+ DENGAN TEKNIK DAUR ULANG MEKANIK

Annisa Rahmaratri¹, Hardy Adiluhung² dan Bintang Nugraha³

^{1,2,3}Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No 1, Terusan Buah Batu
– Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, 40257
aratriiii@student.telkomuniversity.ac.id, hardydil@telkomuniversity.ac.id,
bintangnugraha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak : Perkembangan pesat teknologi 3D printing menjadi inovasi penting dalam proses manufaktur modern, terutama dalam pembuatan prototipe dan komponen industri secara lebih efisien. Teknologi ini memungkinkan pembuatan objek dengan presisi tinggi dan waktu pengerjaan yang lebih cepat. Namun, penggunaan filamen seperti ABS dan PLA+ dalam pencetakan 3D sering kali menghasilkan limbah berupa kegagalan cetak dan material support yang tidak terpakai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan metode daur ulang mekanik dalam pengolahan limbah 3D printing, khususnya filamen ABS dan PLA+. Penelitian ini menguji berbagai metode, seperti pencacahan, pemanasan menggunakan oven, pengepresan, dan penggunaan mesin ekstruder pada suhu tertentu, untuk mengolah limbah tersebut menjadi material yang dapat digunakan kembali. Proses daur ulang ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas material hasil daur ulang dan menentukan potensi pemanfaatan ulang material tersebut dalam aplikasi lainnya. Hasil dari eksperimen menunjukkan bahwa teknik daur ulang mekanik dapat menghasilkan material dengan kualitas yang cukup baik, yang dapat digunakan kembali dalam pembuatan produk baru. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan limbah 3D printing yang lebih efisien dan memberikan rekomendasi bagi penyedia jasa pengolahan sampah dalam menghadapi pengolahan limbah 3D printing.

Kata kunci: 3D printing, ABS dan PLA+, Limbah, Daur ulang (calibri, normal, 11pt)

Abstract : The rapid development of 3D printing technology has become an important innovation in modern manufacturing processes, especially in the manufacture of prototypes and industrial components more efficiently. This technology allows the manufacture of objects with high precision and faster processing times. However, the use of filaments such as ABS and PLA+ in 3D printing often produces waste in the form of print failures and unused support materials. Therefore, this study aims to explore the application of mechanical recycling methods in the processing of 3D printing waste, especially ABS and PLA+ filaments. This study tested various methods, such as shredding,

heating using an oven, pressing, and using an extruder machine at a certain temperature, to process the waste into reusable materials. This recycling process aims to evaluate the quality of the recycled material and determine the potential for reusing the material in other applications. The results of the experiment show that mechanical recycling techniques can produce materials with fairly good quality, which can be reused in the manufacture of new products. This study is expected to contribute to more efficient management of 3D printing waste and provide recommendations for waste management service providers in dealing with 3D printing waste processing.

Keywords:3D printing, ABS and PLA+, Waste, Recycling

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi manufaktur berlangsung pesat, salah satunya ditandai dengan hadirnya teknologi 3D printing yang menawarkan solusi terhadap keterbatasan metode produksi konvensional. 3D printing dikenal mampu mempercepat proses pembuatan produk, dengan waktu produksi yang hanya memakan hitungan hari, dibandingkan dengan metode tradisional yang dapat berlangsung berminggu-minggu (Sukadi et al., 2023). Kecepatan produksi ini, bahkan disebut mencapai sepuluh kali lebih cepat dalam pembuatan suku cadang, telah merevolusi strategi dan perilaku bisnis dalam berbagai bidang (Ardianto, 2024). Teknologi ini banyak digunakan untuk pembuatan prototipe, komponen sederhana, hingga kebutuhan industri kreatif dan manufaktur skala kecil.

Dalam praktiknya, salah satu material yang paling sering digunakan dalam proses 3D printing adalah filamen jenis PLA+ (Polylactic Acid Plus) dan ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene). Namun, seperti halnya teknologi lainnya, 3D printing juga tidak bebas dari tantangan, khususnya terkait dengan penyempurnaan detail bentuk objek yang dicetak (Adiluhung, 2019). Kegagalan pencetakan yang sering terjadi meliputi objek melengkung, retak, atau tidak tercetak secara utuh. Untuk mengatasi kegagalan bentuk, digunakan struktur tambahan berupa support, yang berfungsi menopang bagian objek yang menggantung. Sayangnya, support ini bersifat sementara dan harus dihilangkan

setelah proses pencetakan selesai, yang kemudian menghasilkan limbah tambahan.

Seiring dengan meningkatnya penggunaan teknologi 3D printing, limbah yang dihasilkan dari support dan hasil cetak yang gagal semakin menumpuk. Limbah-limbah tersebut umumnya tidak diolah lebih lanjut dan langsung dibuang, padahal memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali (Sumardiyanto & Putra, 2021). Hal ini menjadi permasalahan utama dalam industri 3D printing, terutama berkaitan dengan keberlanjutan lingkungan. Tantangan lainnya adalah kebiasaan membuang sampah tanpa memilah jenis materialnya, sehingga menyulitkan proses daur ulang (Muttaqien & Adiluhung, 2021).

Upaya pengolahan limbah dari 3D printing menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah daur ulang mekanik, yaitu teknik pengolahan limbah plastik melalui proses fisik tanpa bahan kimia tambahan. Teknik ini memungkinkan limbah plastik seperti PLA dan ABS untuk diubah menjadi material baru yang dapat digunakan kembali, sehingga mengurangi limbah, mendukung keberlanjutan, dan memberikan nilai tambah pada material yang sebelumnya dianggap tidak berguna. Penelitian ini berfokus pada eksplorasi metode daur ulang mekanik terhadap limbah 3D printing menggunakan oven, mesin pres, dan mesin ekstruder serta pemanfaatannya sebagai bahan dasar untuk produk fungsional yang dapat diproduksi menggunakan alat sederhana.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dalam pengumpulan data, dengan fokus pada pengamatan langsung, dokumentasi proses, serta wawancara informal dengan penyedia jasa pengolahan limbah 3D printing sebagai narasumber utama. Subjek utama dalam studi kasus ini adalah salah satu mitra pengelola limbah plastik dan 3D printing yang berada di Bandung, yang telah

menjalankan aktivitas daur ulang dengan pendekatan sederhana dan mandiri. Penentuan subjek dilakukan secara purposive, dengan mempertimbangkan pengalaman mereka dalam pengolahan limbah PLA dan ABS.

Dalam tahap perancangan, penelitian ini menerapkan metode eksploratif untuk memahami karakter material hasil daur ulang dan potensinya sebagai produk fungsional. Eksplorasi dilakukan dengan berbagai teknik mekanik seperti pencacahan, pemanasan menggunakan oven dan mesin press, serta pencetakan menggunakan cetakan sederhana. Selanjutnya, proses perancangan difokuskan pada pendekatan Design Thinking, yang terdiri dari lima tahap: *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa solusi produk yang dikembangkan selaras dengan kebutuhan dan kemampuan pengguna, yaitu penyedia jasa daur ulang.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif-kualitatif, dengan menitikberatkan pada pencarian pola, pemahaman konteks, dan refleksi terhadap proses eksplorasi dan perancangan. Peneliti mendokumentasikan hasil eksplorasi material, kegagalan dan keberhasilan teknik pengolahan, serta menghubungkannya dengan desain produk akhir yang dihasilkan. Detail metodologi ini disusun agar penelitian dapat dievaluasi secara terbuka, serta memungkinkan replikasi pada konteks serupa oleh peneliti lain.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa teknik daur ulang mekanik dapat diterapkan untuk mengolah limbah 3D printing jenis PLA dan ABS menjadi material baru yang dapat digunakan kembali. Eksplorasi dilakukan dengan tiga pendekatan utama, yaitu: (1) limbah dicacah kemudian dipanaskan menggunakan oven dan dicetak menggunakan cetakan sederhana, (2) limbah dicacah lalu dipres menggunakan mesin press panas, dan (3) limbah dilelehkan menggunakan mesin

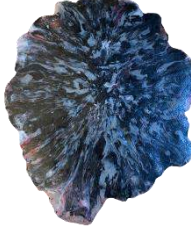
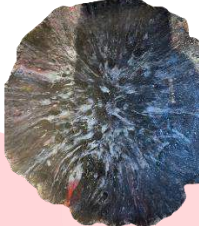
extruder lalu dicetak. Masing-masing metode menghasilkan karakter material yang berbeda, baik dari segi tekstur, ketebalan, maupun kerapatan permukaan.

Eksplorasi

Table 1 Hasil Eksplorasi

NO	Material	Teknik Pembuatan	Gambar	Hasil
1	PLA	Dioven Suhu,waktu: 200 °,40 menit 220 °,60 menit		Tebal dan kuat
2	ABS	Dioven Suhu,waktu: 225 °,40 menit		Gagal
3	PLA	Diekstrusi Suhu: 200 °		Hasil material masih berongga, hasil material kokoh dan kuat.
4	PLA	Diekstrusi Suhu: 200 ° Dioven Suhu, waktu: 200 °,10 menit		Hasil material masih berongga, hasil material kokoh dan kuat
5	PLA	Dipres Suhu: 180 ° Waktu: 5 menit		Ketebalan merata

NO	Material	Teknik Pembuatan	Gambar	Hasil
		Bolak-balik,total 10 menit. Berat: 30gram		
6	PLA	Dipres Suhu: 200 ° Waktu: 5 menit Bolak-balik,total 10 menit. Berat: 30gram		Ketebalan tidak merata, tipis pada bagian pinggir.
7	PLA	Dipres Suhu: 200 ° Waktu: 5 menit Bolak-balik,total 10 menit. Berat: 50gram		Ketebalan tidak merata, tipis pada bagian pinggir.
8	ABS	Dipres Suhu: 180 ° Waktu: 5 menit Bolak-balik,total 10 menit. Berat: 30gram		Ketebalan merata dan permukaan halus.
9	ABS	Dipres Suhu: 200 ° Waktu: 5 menit Bolak-balik,total 10 menit. Berat: 30gram		Ketebalan merata

NO	Material	Teknik Pembuatan	Gambar	Hasil
10	ABS	Dipres Suhu: 180 ° Waktu: 7 menit Bolak-balik,total 14 menit. Berat: 30gram		Ketebalan merata dengan baik dan permukaan halus.
11	ABS	Dipres Suhu: 200 ° Waktu: 7 menit Bolak-balik,total 14 menit. Berat: 30gram		Ketebalan merata dengan baik dan permukaan halus.

Sumber: Dokumentasi penulis,2025

Material hasil oven cenderung memiliki ketebalan yang baik dan permukaan yang halus, namun memiliki potensi residu bau yang lebih tinggi pada material ABS. Pada material hasil mesin press, hasilnya tidak begitu tebal dan ada beberapa hasil yang tipis, namun ada beberapa bagian terbuang saat proses pemotongan bentuk akhir. Sementara itu, hasil dari mesin extruder cenderung lebih kokoh hanya saja membutuhkan cetakan yang sesuai agar tidak menghasilkan hasil yang berongga. Secara umum, hasil terbaik diperoleh dari proses menggunakan oven, terutama untuk menghasilkan bentuk datar seperti tatakan gelas atau cermin mini.

Dari hasil eksplorasi tersebut, dikembangkan tiga produk fungsional, yaitu tatakan gelas, cermin mini, dan casing smartphone. Pemilihan bentuk produk mempertimbangkan kemampuan alat serta keterampilan penyedia jasa daur ulang, sehingga desain dibuat sesederhana mungkin agar dapat direplikasi secara berkelanjutan. Pada material ABS produk dibuat tidak bersinggungan langsung dengan makanan, sehingga aman digunakan.

Keunikan dari penelitian ini terletak pada material yang digunakan dan pendekatan eksploratif yang disesuaikan dengan kemampuan mitra lokal, serta

orientasi pada hasil produk yang fungsional dan aplikatif. Produk yang dihasilkan bukan hanya berfungsi sebagai barang jadi, tetapi juga sebagai contoh pemanfaatan limbah dalam praktik desain yang sadar lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada upaya keberlanjutan material sekaligus memperluas praktik perancangan berbasis eksplorasi material daur ulang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksplorasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses daur ulang mekanik terhadap limbah 3D print memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi produk yang fungsional. Teknik ini mampu mengubah limbah menjadi material baru yang memiliki kekuatan dasar dan dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam berbagai kebutuhan desain. Secara visual, hasil eksplorasi menunjukkan kemiripan yang cukup tinggi dengan produk olahan limbah plastik pada umumnya, baik dari segi tekstur, warna, maupun tampilan permukaan, sehingga tetap memiliki nilai estetik. Namun, dari hasil eksplorasi yang telah dilakukan, penulis menyadari bahwa masih dibutuhkan riset dan pengembangan (R&D) lebih lanjut untuk mengoptimalkan kualitas material daur ulang, khususnya dalam hal ketahanan, kekuatan struktur, dan penyempurnaan permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, H. (2024, Maret 20). 4 Keuntungan Memilih Teknologi 3D *Printing* dalam Industri Manufaktur. *Talenta*. <https://www.talenta.co/blog/dampak-teknologi-3d-printing-dalam-industri-manufaktur/>
- Azami, I., Kurniasih, P., . S., Amantha, A., Habiiburrahman, N., & Sari, N. H. (2024). Filamen *printer* 3D berbasis limbah PET (polyethylene terephthalate) dan kitosan cangkang udang. *Dinamika Teknik Mesin*, 14(1), 82. <https://doi.org/10.29303/dtm.v14i1.759>

- Dr. Ali Ibrahim, M.T. and Izza Safitri, M.P. and Ns. Marisca Agustina, M.K. and Dr. Luluk Elyana, S.P.I.M.S.I. and Dr. Herie Saksono, M.S.I. and Tri Wahyu Widodo, M.A. and Dr. Ahmad Khoiri, M.P. and Abroto, S.P.M.P. *METODOLOGI PENELITIAN PENDIDIKAN*. (2024).: Cendikia Mulia Mandiri.
- Emily Folk, E. (2019, Maret 22). How Sustainable Is 3D Printing?. <https://3dprint.com/239063/dhow-sustainable-is-3d-printing/>
- Eradatifam, M., Heydarabadi, S., & Shahbazi, A. (2020). *The Impact of Design Thinking on Innovation*. <https://doi.org/10.22059/JDT.2020.76036>
- Esun3d. ABS Product. Esun3d. <https://www.esun3d.com/id/abs-product/>
- Esun3d. PLA+ Product. Esun3d. <https://www.esun3d.com/id/pla-pro-product/>
- Hardy Adiluhung. (2019). *Penyempurnaan Bentuk Serta Ketahanan Material pada Dummy Body Part Kendaraan Tempur dengan Teknik Printer 3D & Komposit*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26742/atrat.v7i1.919>
- Hussein, A. S. (2018). *Metode design thinking untuk inovasi bisnis*. Universitas Brawijaya Press.
- Khilmiyah, A. (2016). *Metode penelitian kualitatif*. Samudra Biru.
- Muttaqien, Z., & Adiluhung, H. (2021). *USAHA KECIL MENENGAH DI BANDUNG Mendukung Sustainable Design Melalui Pembuatan Furnitur Berbahan Limbah Kayu Menggunakan Konsep NIRMANA DWIMATRA*. <https://doi.org/https://doi.org/10.24114/gr.v10i1.20731>
- Pahleviannur, M. R., De Grave, A., Saputra, D. N., Mardianto, D., Sinthania, N. D., Hafrida, L., Bano, V. O., Susanto, E. E., Mahardhani, A. J., Amruddin, A., Syahirul Alam, M. D., Lisya, M., & Ahyar, D. B. (2022). *Metodologi penelitian kualitatif*. Pradina Pustaka.
- Pamasaria, H. A., Saputra, T. H., Hutama, A. S., & Budiyanoro, C. (2020). Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D *Printing* berbahan Plastik PP Daur Ulang dengan Menggunakan Metode Taguchi. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 4(1). <https://doi.org/10.18196/jmpm.4148>
- Pratiwi, D. K., Saputra, M. A. A., & Prakoso, D. A. T. (2024). PENGOLAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK MENJADI FILAMEN *PRINTER* 3D UNTUK INDUSTRI KREATIF SEBAGAI APLIKASI MATA KULIAH MATERIAL TEKNIK LANJUT DI KELURAHAN

- KARANG JAYA KECAMATAN GANDUS. *Jurnal Pengabdian Community*, 6(3), 2024. <http://community.ejournal.unsri.ac.id/>
- Sukadi, A., Tanjiro, C. O., & Nugraha, P. (2023). SURVEI LITERATUR POTENSI DAN HAMBATAN PENGGUNAAN 3D PRINTING DALAM PROYEK KONSTRUKSI. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 12(1), 1-8.
- Sumardiyanto, D.; P. S. (2021). 4989-12167-1-PB (1). Vol. 6 No. 2. <https://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/article/view/4989>
- Syamsiar. (2021). EKSPLOKASI LIMBAH PLASTIK DALAM KARYA SENI RUPA. 13(2). <https://doi.org/10.33153/brikolase.v13i1.3571>
- Widiatmoko, J. A. (2023). 3D printing untuk usaha mikro dalam perspektif 5M. *Mustek Anim Ha*, 12(01), 1-14.
- Yulius, R., Fajri, M., Nasrullah, A., Karmila, D., Mochamad, S., & Alban, A. (2022). *DESIGN THINKING: KONSEP DAN APLIKASINYA* PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA.