

DOI : <https://doi.org/10.37776/pend.v3i3.2241>

PEMANFAATAN ADDITIVE MANUFAKTURING SEBAGAI ALTERNATIF PENGURANGAN LIMBAH PLASTIK RUMAH TANGGA

Suharjo¹, Nanny², Nur Effendi Anwar³, Siti Nuursiah Jamaludin⁴, Nurul Humaira Binti Mohd Nizam⁵, Nurul Aisyah Binti Khairil⁶, Natasya Geraldine Gazali⁷, Sri Indah Monika⁸, Galuh Rizki May Mulialita⁹

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Batam, ^{4,5,6}Fakulti Sains Maklumat Universiti Teknologi Mara

¹Program Studi Teknik Mesin, ²Program Studi Sistem Informasi, ³Program Studi Teknik Elektro,

^{4,5,6}Program Studi Fakulti Sains Maklumat

Email: suharjo@univbatam.ac.id, nanny@univbatam.ac.id, nureffendi@univbatam.ac.id

Keywords :

PET Plastic,
Recycling,
Additive
Manufacturing

Abstract, Additive Manufacturing (AM) is a fabrication technology that can be implemented at a household scale due to its relatively low equipment and power requirements. This community engagement program aims to introduce the fundamentals of AM to adolescents aged 12–17 in an accessible and practical manner. The activity demonstrates the application of AM in recycling Polyethylene Terephthalate (PET) plastic waste into functional everyday products, including plant pots, waste bins, and other household items. The growing volume of plastic waste underscores the need for innovation in waste management systems, particularly through the utilization of recycled materials. The PET recycling workflow consists of shredding, extrusion into filament, 3D printing, and subsequent performance evaluation of the printed products. Previous studies indicate that recycled PET possesses considerable potential as AM feedstock, exhibiting adequate and stable mechanical properties for non-structural applications. This community engagement initiative contributes to fostering environmental awareness among young people and supports broader efforts to reduce plastic waste.

Kata Kunci :

Plastik PET,
daur ulang,
Additive
Manufaktur

Abstrak, Additive Manufacturing (AM) adalah teknologi manufaktur yang dapat diterapkan dalam skala rumahan. Teknologi AM tidak memerlukan peralatan dan daya yang besar sehingga dapat diterapkan dalam skala rumahan untuk berbagai keperluan. Pengabdian pada masyarakat ini menjelaskan secara sederhana tentang AM kepada generasi muda pada usia sekolah antara 12 sampai dengan 17 tahun. Kegiatan masyarakat ini menjelaskan bagaimana AM dapat digunakan untuk proses mendaur ulang limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) menjadi produk sehari-hari yang berguna seperti pot tanaman, keranjang sampah, dan barang rumah tangga lainnya. Peningkatan jumlah limbah plastik menuntut adanya inovasi dalam sistem pengolahan sampah, khususnya melalui pemanfaatan material daur ulang. Proses daur ulang limbah plastik PET dimulai dengan proses pencacahan, ekstrusi menjadi filament, pencetakan 3D, serta evaluasi performa produk. Dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa PET daur ulang memiliki potensi besar sebagai bahan baku AM, dengan karakteristik mekanis yang layak dan stabil untuk produk non-struktural. Pengabdian pada masyarakat ini memberikan kontribusi dalam upaya menumbuhkan kesadaran pada generasi muda dalam mendukung upaya pengurangan limbah plastik.

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis material plastik yang paling banyak digunakan dalam industri modern adalah material jenis Polyethylene Terephthalate (PET). Hampir semua produk kemasan menggunakan material jenis ini. PET adalah salah satu jenis plastik yang digunakan secara luas sebagai bahan botol minuman

karena memiliki berbagai keunggulan. Sifatnya yang kuat, ringan, dan transparan menjadi pilihan terbaik dalam industri produk kemasan. Namun demikian penggunaan PET sekali pakai dapat menyebabkan peningkatan timbulan limbah plastik yang mencemari lingkungan. Data dari indonesiaasri.com, limbah plastik di Indonesia mencapai lebih dari 19% secara nasional, dan hanya sebagian kecil yang berhasil didaur ulang.

Pengelolaan limbah PET menghadapi banyak tantangan dan kendala di lapangan. Beberapa kendala yang dihadapi adalah rendahnya tingkat pengumpulan terstruktur akibat dari rendahnya kesadaran masyarakat, minimnya fasilitas daur ulang, serta kurangnya inovasi produk dari hasil daur ulang. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan teknologi yang mudah dan terjangkau yang dapat mengolah limbah PET menjadi material baru yang bernilai ekonomi

Teknologi AM atau pencetak 3D merupakan teknologi manufaktur modern yang memungkinkan proses pembuatan objek dapat dilakukan dalam skala rumahan dengan biaya dan peralatan yang lebih terjangkau secara ekonomi. AM tidak memerlukan keahlian khusus karena mudah dipelajari. AM adalah sebuah proses pembuatan objek dengan teknologi pencetak 3D. Objek dibuat lapisan demi lapisan sesuai desain yang sudah dibuat melalui perangkat lunak yang terhubung. Teknologi ini memiliki potensi besar dalam pengolahan limbah plastik karena dapat memanfaatkan material daur ulang sebagai bahan baku filament. Penggunaan PET sebagai bahan filament pencetak 3D telah dilaporkan memberikan kekuatan mekanik yang baik dan stabilitas termal yang memadai ketika diproses pada suhu yang sesuai.

Dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) International di Sekolah Menengah Kebangsaan (SMK) Gemereh Segamat Johor Bahru Malaysia, Fakultas Teknik Universitas Batam (UNIBA) memberikan edukasi kepada para pelajar tentang penggunaan AM untuk mendaur ulang limbah plastik PET. Kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang untuk memberikan edukasi dan kesadaran kepada generasi muda pada usia sekolah menengah mengenai pemanfaatan teknologi 3D printing sebagai solusi alternatif dalam mengurangi limbah PET di skala rumah tangga. Melalui pendekatan ini diharapkan tumbuh ide dan kreativitas generasi muda dalam mengolah limbah dengan memanfaatkan teknologi AM. Mereka tidak hanya mendapatkan pemahaman teknologi dan ekologi tetapi juga peluang pengembangan usaha mikro melalui produksi barang fungsional berbahan limbah daur ulang.

2. METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan secara sistematis dengan empat tahapan utama yaitu observasi, perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi. Sebelum melakukan kegiatan ini, kelompok kecil anggota telah melakukan kunjungan awal ke lokasi untuk melakukan observasi lapangan dan bertemu dengan beberapa orang guru guna mendapatkan informasi yang diperlukan. Informasi yang didapatkan kemudian menjadi bahan dan rujukan untuk membuat perencanaan. Semua anggota tim membuat perencanaan dan rincian kegiatan. Perencanaan kemudian dibahas bersama dengan para guru di sekolah dan disesuaikan dengan kondisi sekolah agar nantinya kegiatan dapat berjalan lancar. Pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan metode ceramah edukatif, tanya jawab interaktif, penayangan video pendek tentang AM dan menunjukkan beberapa produk hasil daur ulang limbah plastic PET. Penyampaian materi menggunakan bahasa yang disesuaikan dengan kondisi pelajar peserta kegiatan agar mudah dimengerti. Proses penggunaan AM untuk mendaur ulang limbah plastik PET menjadi barang barang kehidupan sehari hari dilakukan dengan empat tahapan utama.

Tahap pertama adalah pengumpulan dan seleksi limbah PET. Seleksi limbah dilakukan berdasarkan kebersihan, ukuran dan kesesuaian untuk bisa diproses menjadi bahan baku. Seleksi ini untuk memastikan bahan baku limbah PET tidak tercampur dengan material jenis lain. Tahap kedua adalah melakukan pembersihan dan pencacahan. Pembersihan bahan baku untuk memastikan kembali agar tidak ada material lain yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Bahan baku yang sudah bersih kemudian dicacah dengan mesin pencacah menjadi serpihan kecil dan seragam. Pencacahan bertujuan untuk memudahkan proses peleburan. Tahap selanjutnya adalah proses peleburan bahan baku limbah plastic PET menjadi filamen. Serpihan PET dilebur pada suhu 230–250°C.

Dengan menggunakan mesin ekstruder sederhana leburan PET diproses menjadi filamen. Filamen yang dihasilkan diuji keseragaman diameternya agar layak digunakan pada mesin pencetak 3D. Tahap terakhir dari proses ini adalah pencetakan produk dengan menggunakan mesin pencetak 3D. Filamen PET kemudian dimasukkan ke dalam mesin pencetak 3 dimensi yang terhubung dengan komputer. Selanjutnya mesin pencetak 3 dimensi akan membuat produk lapisan demi lapisan sesuai dengan reka bentuk yang sudah dibuat sebelumnya melalui perangkat lunak yang sesuai. Beberapa parameter mesin pencetak 3 dimensi yang harus dijaga adalah temperature nozzle, temperature bed dan kecepatan cetak. Filamen PET dapat digunakan untuk mencetak produk rumah tangga seperti pot bunga, keranjang sampah dan berbagai macam bentuk barang seni.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil evaluasi yang dilakukan setelah selesai kegiatan menunjukkan bahwa peserta mampu memahami secara umum konsep tentang AM dan membedakannya dengan proses manufaktur konvensional. Peserta juga mampu menjelaskan langkah-langkah utama proses daur ulang PET dengan menggunakan teknologi AM. Peserta juga dapat memberikan contoh-contoh barang rumah tangga yang bisa dibuat dengan menggunakan limbah plastik PET. Beberapa peserta juga menjelaskan keunggulan AM. Penerapan teknologi pencetak 3D berbahan PET daur ulang memberikan dua manfaat utama. Pertama, teknologi ini berfungsi sebagai solusi lingkungan karena dapat mengurangi volume limbah PET secara signifikan apabila dikelola secara lebih terorganisir. Kedua, teknologi ini membuka peluang ekonomi kreatif bagi masyarakat, terutama dalam produksi barang rumah tangga yang bernilai jual misalnya barang-barang seni seperti souvenir, cenderamata dan sejenisnya.

3.1 Tabel

Berikut tabel botol bekas PET berdasarkan estimasi timbulan sampah Segamat, Johor menggunakan komposisi plastik dan proporsi botol PET yang umum dipakai dalam kajian pengelolaan sampah Malaysia. Sumber populasi dan asumsi ditandai di bawah tabel berikut:

Tabel 1. Data Timbulan Botol Bekas PET Segamat

Komponen	Persentase	Perhitungan	Hasil (kg/hari)	Hasil (ton/hari)
Total sampah	100%	-	235,760	235,76
Sampah Plastik	15% (rata-rata)	$235,760 \times 0,15$	35,364	35,36
Botol PET (min)	22% dari plastik	$35,364 \times 0,22$	7,780	7,78
Botol PET (max)	30% dari plastik	$35,364 \times 0,30$	10,609	10,61
Rentang Botol PET	3,3% - 4,5% dari total	$235,760 \times (0,033 - 0,045)$	7,780 – 10,609	7,78 – 10,61

Tabel 2. Komposisi Limbah PET Rumah Tangga di Lokasi Kegiatan

Kategori	Jumlah (kg/bulan)	Persentase
Botol PET minuman	18	60%
Kemasan makanan PET	7	23%
Plastik PET lain	5	17%
Total	30	100%

Tabel 3. Karakteristik Material PET Daur Ulang

Parameter	Nilai Rata-rata
Suhu leleh	230–250°C
Densitas	1.38 g/cm ³
Kekuatan tarik	55–75 MPa
Stabilitas termal	Baik

Selain itu, berdasarkan observasi selama kegiatan, tingkat keberhasilan pencetakan produk mencapai 85%. Faktor yang memengaruhi keberhasilan antara lain konsistensi diameter filament, kebersihan material, serta pengaturan parameter suhu.

3.2 Gambar dan Foto

Beberapa dokumentasi gambar dan foto di lokasi pengabdian SMK Gemereh Segamat, Malaysia berikut ini:



Gambar 1. Lokasi Pengabdian



Gambar 2. Foto Bersama Pengabdian



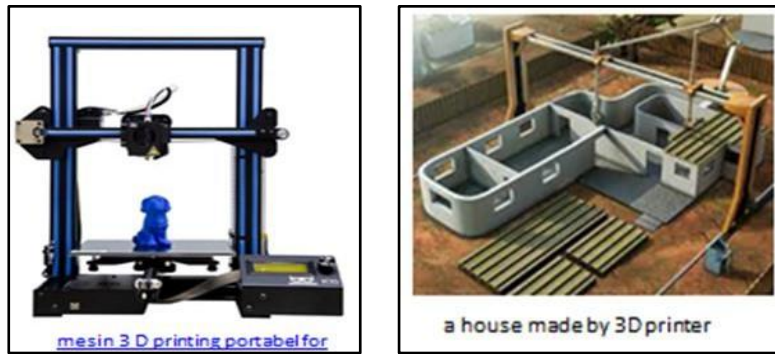
Gambar 3. Pelaksanaan Kegiatan



Gambar 4. Foto Bersama Peserta



Gambar 5. Bekas Botol PET dan Sampah Plastik



Gambar 6. Alat Bantu AM



Gambar 7. Video Edukasi



Gambar 8. Hasil Kerajinan dari Sampah Plastik

4. KESIMPULAN

Pemanfaatan teknologi Additive Manufacturing (3D Printing) terbukti efektif sebagai metode pengurangan limbah plastik PET pada skala rumah tangga. Melalui proses pengumpulan, pembersihan, pencacahan, ekstrusi, dan pencetakan, masyarakat dapat menghasilkan barang rumah tangga yang fungsional sekaligus bernilai ekonomis. Program ini juga meningkatkan kesadaran lingkungan dan keterampilan teknis masyarakat.

Disarankan agar kegiatan lanjutan dilakukan berupa pendampingan intensif, penyediaan alat yang lebih merata, serta pengembangan model usaha mikro berbasis daur ulang PET.

Memberikan kesimpulan tingkat pencapaian target kegiatan pemberdayaan masyarakat. Memberikan kesesuaian metode pemberdayaan masyarakat dengan permasalahan, kebutuhan, dan tantangan yang ada di wilayah kegiatan pemberdayaan masyarakat. Memberikan kesimpulan tentang dampak dan manfaat kegiatan pemberdayaan masyarakat. Memberikan saran untuk pemberdayaan masyarakat selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Batam atas dukungan pendanaan, fasilitas, serta bimbingan yang diberikan sehingga kegiatan pengabdian Masyarakat internasional ini dapat terlaksana dengan baik. Penghargaan yang setinggi-tingginya juga disampaikan kepada Universiti Teknologi Mara (UiTM) kampus Segamat dan Sekolah Menengah Kebangsaan Gemereh Segamat dan semua pihak yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan pelatihan teknologi Additive Manufacturing (AM) dan pemanfaatan limbah plastik PET menjadi produk yang bernilai guna.

Ucapan terima kasih juga diberikan kepada para peserta, tim teknis, dan mahasiswa pendukung yang telah berkontribusi dalam proses persiapan materi, pengumpulan sampah plastik PET, pemrosesan material, serta pendampingan penggunaan mesin 3D printing. Kolaborasi dan kerja sama seluruh pihak telah memberikan dampak positif dalam peningkatan pemahaman dan keterampilan masyarakat terhadap teknologi manufaktur modern serta upaya pengurangan limbah plastik.

Akhir kata, penulis berharap kegiatan ini dapat berkelanjutan dan menjadi langkah awal dalam pengembangan inovasi berbasis teknologi ramah lingkungan di lingkungan Masyarakat.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penyusunan artikel Pengabdian kepada Masyarakat ini. Seluruh kegiatan perencanaan, pelaksanaan, pengumpulan data, analisis, serta penulisan laporan dilakukan secara mandiri tanpa intervensi pihak mana pun. Penulis juga tidak memiliki hubungan finansial, profesional, maupun pribadi yang dapat mempengaruhi objektivitas dan integritas artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., & Rachman, F. (2019). *Pengenalan Teknologi Additive Manufacturing dan Aplikasinya*. Jakarta: Penerbit Andi.
- Budiarto, R. (2020). *Daur Ulang Plastik PET untuk Produk Manufaktur*. Bandung: Alfabeta.
- Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2015). *Additive Manufacturing Technologies*. Springer.
- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). *Teknologi Additive Manufacturing (Edisi Terjemahan)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). "Plastics recycling: challenges and opportunities." *Philosophical Transactions of the Royal Society B*.
- Jati, S. P., & Wibowo, A. (2021). "Pemanfaatan Limbah Plastik Rumah Tangga sebagai Bahan Filamen 3D Printing." *Jurnal Rekayasa Material dan Energi*, 10(2), 45–52.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Statistik Pengelolaan Sampah Nasional*. Jakarta: KLHK.
- Kusuma, H., & Yuliani, R. (2020). "Implementasi Bank Sampah di Lingkungan Sekolah sebagai Upaya Pengurangan Limbah Plastik." *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 12–20.
- Muhammad, A., et al. (2022). *Pemanfaatan Plastik PET dalam Daur Ulang Skala Kecil*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*
- Pratama, D. N., & Mahendra, Y. (2022). *Teknik Desain 3D dan Aplikasi untuk Pendidikan Vokasi*.

Malang: Universitas Negeri Malang Press.

Rahman, T. (2018). "Additive Manufacturing dan Dampaknya bagi Dunia Pendidikan." *Jurnal Pendidikan Teknologi*, 6(3), 101–110.

Rizki, A. P. (2021). *Manajemen Sampah Plastik di Masyarakat: Strategi dan Inovasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar

Sutanto, A., & Wibisono, A. (2019). "Pemanfaatan Teknologi 3D Printing dalam Mendukung Konsep Ekonomi Sirkular." *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 5(1), 33–41.