

Aplikasi teknologi 3D printing sebagai inovasi terhadap metode konvensional pengolahan sampah botol plastik PET

Arnold Maximillian¹, Lisa Levina Krisanti Jonatan², Muhammad Irfan Nurrachman³
Program Studi Desain Interior, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Prof. Drg. Surya Sumantri no. 65, Bandung
Email: arnold.maximillian@art.maranatha.edu

Received 12 May 2025; Revised: 7 June 2025; Accepted for Publication 17 June 2025; Published 26 September 2025

PENDAHULUAN

Abstract — Plastic bottle waste remains one of the most urgent environmental challenges faced by society today. Various approaches—ranging from conventional methods to industrial technologies—have been employed to repurpose plastic waste into functional objects. The increasing adoption of 3D printing technology at the household level is expected to provide new opportunities to overcome the limitations of existing processing methods and foster more innovative approaches. The aim of this study is to examine the role of 3D printing as an alternative industrial technology for processing plastic bottle waste within a household context. A comparative analysis was conducted between conventional recycling techniques and the application of 3D printing technology. While conventional methods offer practical and straightforward solutions, 3D printing involves multiple stages before yielding usable products. Nevertheless, both approaches require personal creativity in transforming waste into functional items. The findings highlight the potential of 3D printing to not only upcycle PET plastic waste effectively but also promote creativity and support sustainable design practices.

Keywords — plastic bottles, Polyethylene Terephthalate (PET), waste processing, 3D printing, sustainable design

Abstrak— Permasalahan sampah botol plastik merupakan salah satu urgensi yang dihadapi oleh masyarakat pada saat ini. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengolah sampah botol plastik menjadi berbagai benda pakai, baik dengan menggunakan metode konvensional maupun teknologi industri. Merambahnya teknologi 3D printing ke dalam lingkup rumah tangga diharapkan mampu memberikan peluang untuk mengembangkan keterbatasan metode pengolahan menjadi lebih inovatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat peran 3D printing sebagai salah satu alternatif teknologi industri untuk mengolah sampah botol plastik yang dapat dilakukan dalam lingkup rumah tangga. Penelitian kualitatif ini dilakukan dengan cara melakukan perbandingan aplikasi pengolahan sampah botol plastik Polietilena Tereftalat (PET) antara metode konvensional dan aplikasi teknologi 3D printing. Metode konvensional merupakan cara yang paling praktis dalam melakukan pengolahan sampah botol plastik. Hal ini berbeda dengan aplikasi teknologi 3D printing yang butuh melewati beberapa tahapan proses sebelum menjadi benda pakai. Meskipun memiliki karakteristik hasil yang berbeda, namun kedua metode ini tetap mengandalkan kemampuan personal dalam melakukan kreasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi 3D printing memiliki potensi yang dapat dikembangkan untuk mengolah sampah botol plastik PET menjadi benda pakai, melatih kreativitas, serta mendukung program desain keberlanjutan.

Kata Kunci — botol plastik, Polietilena Tereftalat (PET), pengolahan sampah, 3D printing, desain berkelanjutan

Permasalahan sampah botol plastik merupakan salah satu urgensi yang dihadapi oleh masyarakat pada saat ini. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2021 terdapat 11,6 juta ton sampah plastik, termasuk di dalamnya terdapat kisaran 83 ribu ton sampah botol plastik [1] [2]. Penumpukan sampah ini disebabkan oleh kemudahan produksi dan sifat pemakaian botol plastik yang praktis dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari [3]. Meskipun praktis, botol plastik berbahan dasar Polietilena Tereftalat (PET) memiliki sifat sekali pakai dan sulit untuk terurai [4]. Keterbatasan alam dalam mengurai material plastik PET, membutuhkan upaya khusus untuk mengendalikan laju pertumbuhan sampah botol plastik, salah satunya melalui program 4R (*reduce, reuse, recycle, dan replace*) [5] [6].

Reduce dan *replace* merupakan dua prinsip yang dapat berjalan beringinan, dimana seseorang diarahkan untuk mengurangi pemakaian botol plastik sekali pakai dan menggantinya dengan botol yang bersifat tahan lama atau mudah terurai (*biodegradable*). Prinsip *reuse* mengarahkan masyarakat untuk mengolah botol plastik menjadi fungsi lain. Adapun hasil olahannya berupa serpihan (*flakes*) plastik sebagai bahan baku industri dan benda jadi berkarakter kerajinan tangan (*handcraft*) yang dilakukan dengan menggunakan metode konvensional atau kreasi manual tangan [4]. Berbeda dengan *recycle* atau daur ulang yang melibatkan aplikasi teknologi industri sebagai alat bantu untuk mengubah sampah botol plastik menjadi bentuk baru [7]. Adanya kebutuhan teknologi industri dalam proses pengolahan sampah, terkadang menjadi pembatas antara skala industri dan rumah tangga. Keterbatasan alat dan teknologi menjadi salah satu kendala yang menyebabkan upaya pengolahan sampah botol plastik pada lingkup rumah tangga menjadi sulit berkembang [8].

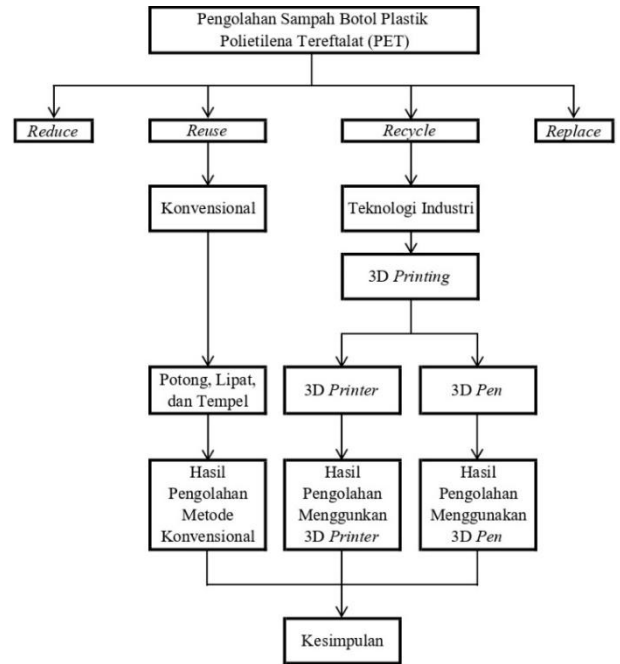
Berkembangnya jaman, membawa teknologi industri semakin dekat kepada masyarakat. Keberadaan teknologi dalam masyarakat memiliki peran untuk membantu, memberi kemudan dan meningkatkan efisiensi kerja [9]. Hal ini sejalan dengan merambahnya teknologi 3D printing ke dalam lingkup rumah tangga atau individu (perseorangan) yang dianggap mampu memberikan peluang untuk terjadinya peningkatan metode pengolahan sampah botol plastik menjadi benda pakai. Peran masyarakat tidak hanya sebatas menggunakan kembali (*reuse*), namun dapat merambah proses daur ulang (*recycle*) yang lebih maju dan kompleks. Benda pakai yang dihasilkan juga dapat bervariasi dan bersifat eksploratif. Penelitian ini bertujuan untuk melihat peran 3D printing sebagai salah satu alternatif teknologi untuk mengolah sampah botol plastik yang dapat dilakukan dalam lingkup rumah tangga. Dengan adanya intervensi teknologi 3D printing, diharapkan dapat memberikan inovasi pada industri

rumah tangga, peningkatan kreativitas, serta membuat dampak yang positif terhadap lingkungan [10] [11].

METODE PENELITIAN

Penelitian kualitatif ini dilakukan dengan mengacu pada bagan alur pemikiran (gambar 1) yang dilakukan untuk membandingkan aplikasi pengolahan sampah botol plastik Polietilena Tereftalat (PET) antara metode konvensional dan aplikasi teknologi industri (3D printing). Peneliti melakukan pengumpulan data dengan cara: (1) studi literatur; (2) wawancara; dan (3) observasi. Dari studi literatur terhadap penelitian terdahulu, dapat diperoleh referensi mengenai pengolahan sampah botol plastik PET yang dilakukan dengan menggunakan prinsip 4R, yaitu *reduce*, *reuse*, *recycle*, dan *replace*. Adapun batasan penelitian ini adalah turunan dari prinsip *reuse* dan *recycle* yang terjadi dalam lingkup rumah tangga atau individu. Pengumpulan data melalui studi literatur juga dilakukan untuk memperoleh referensi mengenai pengolahan sampah botol plastik PET menggunakan dua metode berbeda serta produk yang dihasilkannya. Peneliti menemukan banyak literasi tentang pengolahan sampah botol plastik PET menjadi filamen yang dapat digunakan sebagai bahan baku 3D printing. Namun, literasi yang melakukan kajian tentang eksplorasi filamen PET menggunakan 3D printing hingga menjadi *prototype* dan produk, masih sangat minim serta belum terlihat wujud konkretnya.

Untuk dapat memperoleh informasi langsung, maka butuh dilakukan wawancara dengan narasumber. Pada tahap ini, peneliti juga menghadapi keterbatasan jumlah narasumber. Pada awalnya peneliti menghubungi tujuh orang narasumber, namun sebagian besar dari mereka belum pernah melakukan pengolahan 3D printing dengan menggunakan filamen PET hasil daur ulang. Hingga akhirnya peneliti dapat menyaring dua orang narasumber, yaitu (1) Riolis Widyatmoko, pemilik studio Gizmotech, Surabaya, praktisi sekaligus produsen dalam kustomisasi perlengkapan dan alat bantu yang dapat digunakan untuk mengolah sampah botol plastik PET menjadi filamen; dan (2) Hartono, pemilik Blasus Studio, Yogyakarta, praktisi serta pemilik usaha yang bergerak dalam industri kreatif. Keduanya merupakan pelaku yang berkecimpung dalam pengolahan sampah botol plastik PET menggunakan teknologi 3D printing, khususnya 3D printer. Selanjutnya, peneliti melakukan observasi terhadap hasil eksperimen terdahulu mengenai aplikasi 3D pen yang digunakan untuk mengolah filamen PET hasil daur ulang sampah botol plastik. Dari serangkaian perolehan data ini, analisis perbandingan dilakukan untuk mengetahui karakteristik pengolahan sampah botol plastik PET menggunakan dua metode berbeda. Hasil analisis dapat memperlihatkan potensi dari teknologi 3D printing yang dapat digunakan untuk melakukan inovasi terhadap pengolahan sampah botol plastik PET.



Gambar 1. Bagan Alur Pemikiran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip Reuse Pada Pengolahan Sampah Botol Plastik PET

Reuse merupakan upaya pengolahan limbah botol plastik yang dilakukan dengan cara menggunakannya kembali menjadi fungsi baru [5] [12] [13]. Upaya ini telah dilakukan dari lingkup yang terkecil, yaitu rumah tangga atau individu. Botol plastik dapat digunakan langsung sebagai wadah penyimpanan atau diolah terlebih dahulu menjadi benda pakai dengan fungsi yang berbeda. Banyak penelitian terdahulu menjelaskan proses eksplorasi botol plastik PET menjadi berbagai benda pakai dengan fungsi baru. Dari penelitian tersebut dapat dilihat bahwa kreativitas sangat berperan dalam proses pengolahan botol plastik. Kreativitas dianggap dapat memberikan nilai tambah pada produk yang dihasilkan, sekaligus memberikan ruang gerak untuk berkreatasi [14] [4].

Pengolahan botol plastik PET berdasarkan prinsip *reuse* dianggap sebagai metode konvensional yang sepenuhnya memanfaatkan kemampuan manual tangan. Dalam metode ini, proses pengolahan botol plastik lebih menekankan pada kemampuan tangan dalam memotong, menggunting, melipat, serta menempel. Modul eksplorasi yang digunakan juga mengikuti bentuk asli dari ketersediaan botol plastik. Selain itu, alat bantu yang digunakan juga cenderung sederhana, seperti pisau, gunting, lem, aksesoris, dsb. Adanya pengaruh kreativitas dan kemampuan manual tangan, membuat hasil pengolahan botol plastik PET memiliki karakter sebagai kerajinan tangan [4] [13] yang tidak hanya sebatas benda pakai, namun dapat pula menjadi elemen dekoratif ruang. Berikut ini beberapa hasil pengolahan botol plastik PET:



Gambar 2. Hasil Pengolahan Botol Plastik Menjadi Mainan



Gambar 3. Pengolahan Botol Plastik Menjadi Dompet



Gambar 4. Hasil Pengolahan Botol Plastik Menjadi Pot Tanaman

Dari gambar 2, 3, dan 4, dapat dilihat bahwa pengolahan botol plastik mampu menghasilkan berbagai benda pakai yang menyesuaikan kebutuhan dan fungsinya masing-masing. Metode konvensional ini menghasilkan bentuk dan kreasi yang beragam sesuai dengan kreativitas pembuatnya. Selain itu, dibutuhkan kejelian dalam melihat bagian per bagian dari detail botol plastik serta kepekaan untuk melakukan proyeksi terhadap bentuk baru yang ingin diperoleh.

Prinsip Recycle Pada Pengolahan Sampah Botol Plastik PET

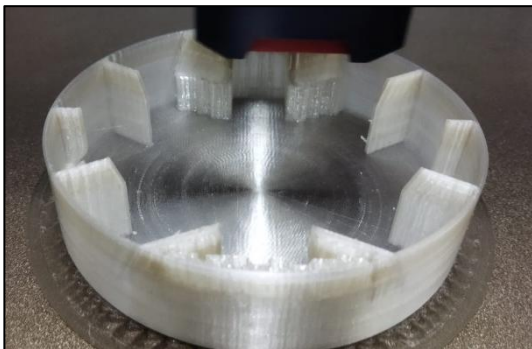
Pada dasarnya, *recycle* atau daur ulang memiliki prinsip serupa dengan *reuse*, yaitu mengolah sampah botol plastik menjadi bentuk dan fungsi yang baru. Perbedaannya terletak pada rangkaian proses transformasi sampah botol plastik PET menjadi produk baru. Pada metode daur ulang, botol plastik akan diubah terlebih dahulu menjadi bahan mentah, setelah itu baru diolah kembali menjadi berbagai produk baru [7] [12] [13], termasuk untuk membuat botol plastik. Keseluruhan rangkaian daur ulang botol plastik PET umumnya hanya dapat dilakukan dalam lingkup industri [15] menengah dan besar yang dilengkapi oleh teknologi alat bantu. Pada titik ini, peran serta rumah tangga atau individu dalam melakukan daur ulang botol plastik hanya sebatas pada tahapan pengumpulan, pemilahan, dan pencacahan menjadi serpihan (*flakes*) [8] [7]. Selanjutnya akan dijual kepada industri berskala lebih besar untuk dilakukan proses daur ulang [16] menggunakan alat berteknologi. Kondisi ini diperkuat oleh Riolis Widyatmoko yang memberikan gambaran bahwa, saat ini respon masyarakat hanya sebatas mengumpulkan sampah botol plastik dan menyerahkannya langsung kepada pengepul atau tukang sampah (wawancara Riolis Widyatmoko, 7 Mei 2025). Agar masyarakat dapat melakukan proses daur ulang secara mandiri, maka dibutuhkan modal dan alat.

Berkembangnya jaman, membawa teknologi industri menjadi semakin dekat dengan masyarakat [9], salah satunya *3D printing*, yaitu manufaktur aditif yang digunakan untuk membuat produk baru dengan cara menambahkan lapisan demi lapisan [17]. Dalam penelitian ini, jenis teknologi *3D printing* yang digunakan adalah *fused filament fabrication* (FFF) atau proses mencetak (*printing*) menggunakan filamen. Secara teknis, filamen ini akan dipanaskan menjadi semi cair, selanjutnya diekstrusi melalui *nozzle* [17] yang terdapat pada alat bantu *3D printing*. Adapun bahan filamen yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil dari daur ulang sampah botol plastik PET. Selanjutnya, filamen ini akan digunakan untuk membuat benda pakai yang baru. Dengan adanya *3D printing*, masyarakat yang berada dalam lingkup rumah tangga dan individu akan memiliki kesempatan untuk dapat melakukan daur ulang botol plastik menggunakan teknologi industri.

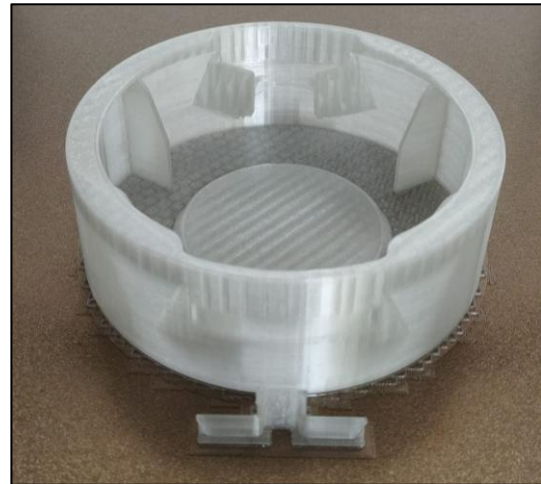
Terdapat masa dimana, ide dan gagasan sangat sulit untuk direalisasikan menjadi sebuah *prototype*, apalagi produk jadi. Keterbatasan ini terkadang membuat orang menjadi putus asa dan menyerah untuk melanjutkan proses berkarya. Namun dengan merembahnya teknologi *3D printing*, sudah tidak ada lagi batasan untuk melakukan kreasi terhadap ide gagasan dan merealisasikannya menjadi produk jadi. Keuntungan dari pemakaian teknologi ini adalah kemudahan serta kecepatan dalam melakukan transformasi ide gagasan menjadi *prototype* dan produk jadi dengan menggunakan modal yang tidak terlalu tinggi. Dengan segala keuntungan yang dimilikinya, teknologi ini dianggap memiliki potensi untuk menggerakkan roda ekonomi industri rumah tangga dan individu. Meskipun industri kecil memiliki ritme kerja yang terbatas, namun tidak menutup kemungkinan bagi teknologi *3D printing* untuk mendorong terbentuknya sebuah industri produksi massal baru. Selain itu, teknologi *3D printing* juga memiliki potensi untuk melatih kemampuan berpikir, kreativitas, serta keberanian seseorang dalam mewujudkan ide gagasan yang dimilikinya (wawancara Riolis Widyatmoko, 7 Mei 2025).

Pada lain kesempatan, Hartono, juga berpendapat bahwa teknologi 3D *printing*, dapat memberikan kebebasan bagi seseorang untuk mengenal karakter material PET yang digunakan dalam melakukan kustomisasi produk. Keberadaan teknologi ini dapat memberikan peluang untuk terjadinya diferensiasi pada produk yang dihasilkan. Kelebihan dari proses daur ulang menggunakan teknologi 3D *printing* adalah seseorang dapat melakukan transformasi botol plastik menjadi *customized product* melalui proses eksporasi langsung yang dilakukan secara mandiri. Eksplorasi ini akan memberikan kesempatan untuk dapat mengenal dan memunculkan karakter asli dari material PET pada produk. Selain itu, eksplorasi mandiri juga akan memberikan pengalaman atas terjadinya berbagai kemungkinan yang di luar prediksi dan perhitungan awal. Dengan adanya teknologi 3D *printing*, diharapkan ke depannya produk hasil pengolahan daur ulang botol plastik PET akan memiliki nilai ekonomi yang kompetitif dan mampu bersaing dalam pasar (wawancara Hartono, 8 Mei 2025).

Terdapat dua cara pengolahan filamen yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi 3D *printing*, yaitu teknik 3D *printer* dan 3D *pen* [18]. Proses daur ulang menggunakan teknik 3D *printer* adalah pengolahan filamen PET menjadi benda pakai dengan menggunakan alat bantu manufaktur digital (*computer aided manufacture/CAM*) berdasarkan bentuk model digital 3D yang telah dibuat sebelumnya. Untuk dapat menggunakan 3D *printer*, seseorang harus memasukkan perintah melalui *software* yang terkoneksi langsung dengan alat. Selanjutnya, alat bantu 3D *printer* akan bekerja otomatis memanaskan filamen PET lalu mengekstrusinya menjadi lapisan demi lapisan dengan pola pergerakan yang konsisten dan sistematis. Lamanya proses ekstrusi filamen bersifat tentatif, karena bergantung pada kompleksitas model digital 3D yang akan direalisasikan. Berikut ini adalah hasil pengolahan filamen daur ulang botol plastik PET yang dilakukan dengan menggunakan 3D *printer*:



Gambar 5. Ekstrusi Filamen PET Menggunakan 3D Printer



Gambar 6. Hasil Pencetakan Filamen PET Menggunakan 3D Printer

Sifat manufaktur digital pada teknik 3D *printer* mampu menghasilkan produk fabrikasi yang masif dan terstruktur. Karakter ini nampak pada proses fabrikasi alas lampu hasil kreasi Blasu Studio yang dibentuk dari lapisan demi lapisan (gambar 5). Adapun bahan material membentuknya adalah filamen PET yang diekstrusi dari hasil daur ulang sampah botol plastik. Hasil akhir dari proses mencetak menggunakan 3D *printing* (gambar 6), memperlihatkan karakter dari struktur dasar fabrikasi alas lampu yang dibentuk dari susunan lapisan tipis (*layering*) filamen PET. Secara visual, hasil fabrikasi memiliki tampilan yang semi tembus pandang. Hal ini merupakan gambaran dari karakter asli material botol plastik PET yang bersifat transparan. Selanjutnya, hasil fabrikasi alas lampu ini akan melewati proses *finishing*, tujuannya adalah agar dapat digunakan sebagai produk lampu yang utuh.

Gambar 7 merupakan produk jadi lampu yang terdiri dari dua bagian, yaitu kap dan alas lampu. Keunikan dari produk lampu ini adalah keseluruhan bagiannya dibuat dengan menggunakan material daur ulang plastik PET yang menggabungkan metode konvensional dengan teknologi industri. Bagian kap lampu dibuat dengan menggunakan anyaman potongan modul yang diperoleh dari proses daur ulang plastik PET menjadi lembaran menggunakan teknik hot press. Adapun proses menganyam potongan modul dilakukan dengan cara manual yang mengandalkan kemampuan tangan. Bagian alas lampu merupakan hasil fabrikasi menggunakan 3D *printer* yang telah melalui proses *finishing*. Keduanya bersinergi membuat perpaduan antara eksplorasi manual tangan dengan produk hasil fabrikasi. Dari studi ini, dapat dilihat bahwa teknik 3D *printer*, mampu menghasilkan produk jadi berkarakter fabrikasi yang umumnya dilakukan dalam lingkup industri produksi massal. Namun saat ini produksi berkarakter serupa dapat dilakukan dalam skala industri kecil dan menengah serta jumlah yang terbatas.



Gambar 7. Lampu Meja Hasil Kombinasi Kreasi Manual Tangan Dan Teknologi 3D *Printing*

Daur ulang menggunakan teknik 3D *pen* adalah proses pengolahan filamen PET menggunakan alat bantu genggam berteknologi 3D *printing*. Teknik ini menggabungkan aplikasi teknologi manufaktur dengan kemampuan manual tangan yang mampu memberikan kesempatan bagi seseorang untuk dapat berkreasi bebas mengikuti arah pergerakan tangan, seperti layaknya menggambar. Perbedaannya terletak pada media gambar yang digunakan, yaitu filamen PET, dan hasil yang diperoleh berupa benda tiga dimensi. Pengolahan filamen PET menggunakan teknik 3D *pen* dilakukan dengan cara melakukan manuver pembuatan pola motif filamen berdasarkan cetakan (*moulding*) yang digunakan (gambar 8). Dari proses pencetakan ini akan diperoleh bentuk yang tetap (*fixed*) sesuai dengan bentuk cetakan yang digunakan. Berikut ini merupakan hasil pengolahan filamen PET yang dilakukan dengan menggunakan 3D *pen*:



Gambar 8. Pencetakan Motif Filamen PET Menggunakan Cetakan (*Moulding*)



Gambar 9. Hasil Pengolahan Filamen PET Menjadi Lampu Meja Menggunakan 3D *Pen*

Pengolahan filamen PET menggunakan teknik 3D *pen* dapat digunakan untuk menghasilkan lampu meja (gambar 9). Produk ini merupakan hasil dari eksplorasi terdahulu yang telah dilakukan oleh peneliti. Dari proses pembuatan lampu ini, peneliti memperoleh pengalaman mengenai kontrol penuh atas pengaturan dan pengoperasian teknologi manufaktur 3D *printing* dalam mengolah material daur ulang botol plastik PET. Adanya kendali penuh terhadap alat, akan memberikan peluang untuk terjadinya kebebasan, improvisasi, dan subjektivitas dalam bermanuver menggunakan alat bantu 3D *pen*. Meskipun produk ini dibuat dengan menggunakan bantuan teknologi manufaktur, kreasi manual tangan akan menghasilkan produk yang memiliki karakteristik sebagai kerajinan tangan (*handcraft*). Aplikasi teknik 3D *pen* memberikan gambaran bahwa hubungan antara kreativitas dan kemampuan manual tangan dapat menghasilkan inovasi produk yang tidak terbatas.

Perbandingan Aplikasi Pengolahan Sampah Botol Plastik PET Menggunakan Metode Konvensional dan 3D Printing

Pada dasarnya, metode konvensional dan 3D *printing* memiliki tujuan yang sama, yaitu mengolah sampah botol plastik PET menjadi benda pakai dengan bentuk dan fungsi baru. Perbedaannya terletak pada aplikasi sistem kerja, teknik pengolahan, proses transformasi botol plastik PET, serta potensi yang terkandung di dalam masing-masing metode. Aplikasi metode kerja berbeda pada proses pengolahan akan menghasilkan karakter dan memberikan pengaruh terhadap benda jadi yang dihasilkan. Adapun perbandingan aplikasi metode konvensional dan 3D *printing* pada proses pengolahan sampah plastik PET dapat dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan Aplikasi Pengolahan Sampah Botol Plastik PET Menggunakan Metode Konvensional dan 3D Printing

No.	Aspek	Metode Konvensional	3D Printing	
			3D Printer	3D Pen
1.	Prinsip kerja	Sepenuhnya dilakukan dengan menggunakan kemampuan manual tangan.	Sepenuhnya dilakukan dengan menggunakan <i>software</i> komputer dan alat bantu 3D printer.	Kolaborasi antara alat bantu 3D pen dengan manuver kemampuan manual tangan.
2.	Alat bantu	Alat potong (<i>cutter</i> dan gunting), lem, perwarna, dan aksesoris	Alat potong (<i>slicer</i>), <i>extruder</i> , <i>drybox</i> , komputer, <i>software</i> dan 3D printer.	Alat potong (<i>slicer</i>), <i>extruder</i> , <i>drybox</i> , dan 3D pen.
3.	Proses pengolahan material	Sederhana; botol plastik dapat langsung digunakan dan diolah dengan menggunakan alat bantu sederhana.	Kompleks; botol plastik harus diproses terlebih dahulu dengan menggunakan <i>slicer</i> dan <i>extruder</i> , agar dapat diperoleh bahan baku filamen. Butuh membuat model digital 3D dengan menggunakan komputer dan <i>software</i> . Selanjutnya dilakukan proses mencetak menggunakan 3D printer.	Kompleks; botol plastik harus diproses terlebih dahulu dengan menggunakan <i>slicer</i> dan <i>extruder</i> , agar dapat diperoleh bahan baku filamen. Selanjutnya, filamen PET dapat diolah secara langsung dengan menggunakan 3D pen.
4.	Efisiensi material	Pengolahan akan menyisakan cacahan dan bagian botol plastik yang tidak digunakan. Limbah botol plastik ini dapat dijadikan serpihan (<i>flakes</i>) sebagai bahan baku industri.	Pembuatan filamen akan menyisakan bagian <i>drat</i> , tutup dan alas botol plastik. Proses mencetak filamen menggunakan 3D printing umumnya tidak menghasilkan sisa. Meskipun ada, limbah yang dihasilkan tidak banyak.	Pembuatan filamen akan menyisakan bagian <i>drat</i> , tutup dan alas botol plastik. Proses eksplorasi 3D pen akan menghasilkan sisa atau limbah filamen.
5.	Kecepatan pengolahan	Cenderung cepat, karena untuk menghasilkan produk jadi tidak membutuhkan banyak proses pengolahan. Dalam eksplorasi manual sering kali terjadi improvisasi di tengah proses kreasi yang dapat mengurangi kecepatan.	Membutuhkan waktu lama, karena panjangnya proses persiapan filamen, pembuatan model 3D, namun lamanya waktu <i>printing</i> dapat diestimasi oleh <i>software</i> .	Membutuhkan waktu lama, karena panjangnya proses persiapan filamen. Selain itu lama waktu yang dibutuhkan tidak dapat diukur secara pasti, karena pengolahan bersifat manual, sering kali terjadi berbagai improvisasi di tengah proses kreasi.
6.	Tingkat improvisasi	Tinggi, karena dapat terjadi kemungkinan munculnya ide gagasan baru yang bersifat sesaat pada waktu melakukan proses pengolahan.	Rendah, dimana improvisasi hanya dapat terjadi ketika proses pembuatan model 3D. Pada tahap <i>printing</i> , proses pengolahan berjalan otomatis.	Tinggi, karena dapat terjadi kemungkinan munculnya ide gagasan baru yang bersifat sesaat pada waktu melakukan proses pengolahan.
7.	Kemampuan eksplorasi	Terbatas oleh ketersediaan bentuk botol.	Dapat digunakan bebas untuk membuat berbagai macam bentuk, termasuk yang kompleks dan sulit dicapai oleh kemampuan tangan.	Dapat bergerak bebas mengikuti pergerakan manual tangan, namun sering kali dibatasi oleh bentuk cetakan, bidang kerja, karakteristik alat, dan manuver tangan.
8.	Karakter produk yang dihasilkan	Kerajinan manual tangan (<i>handcraft</i>) yang masih jelas menampilkan karakter dan bentuk botol plastik.	Sepenuhnya terlihat sebagai produk fabrikasi. Bentuk botol sepenuhnya hilang dan hanya menyisakan karakter dari material plastik PET.	Kerajinan manual tangan yang bersifat fabrikasi. Sudah tidak terlihat bentuk botol, namun menyisakan karakter dari material plastik PET.
9.	Kemampuan <i>circular economy</i>	Dapat diolah menjadi serpihan (<i>flakes</i>) sebagai bahan baku industri dan kerajinan tangan pada lingkup industri rumah tangga.	Hasil fabrikasi dapat membantu inovasi daur ulang dalam lingkup industri kecil dan menengah.	Hasil pengolahan berupa kerajinan tangan hanya mampu membantu daur ulang pada lingkup industri rumah tangga dan individu.
10.	Potensi	Terbatas, hanya pada pengolahan botol plastik	Terbuka luas, karena teknologi 3D printer dapat	Cukup luas, meskipun produk yang dihasilkan merupakan

		menjadi serpihan (<i>flakes</i>) sebagai bahan baku industri dan kerajinan tangan (<i>handcraft</i>).	digunakan untuk melakukan fabrikasi dalam skala terbatas atau jumlah sedikit, sehingga memudahkan kustomisasi produk yang menyesuaikan kebutuhan.	kerajinan tangan, namun sifat terbatas dan “hanya ada satu”, mampu memberi peluang untuk terciptanya karya seni yang bersifat edisi terbatas (<i>limited edition</i>).
--	--	---	---	--

Dari perbandingan antara aplikasi metode konvensional dan 3D *printing* dalam melakukan pengolahan sampah botol plastik PET (tabel 1), dapat diperoleh gambaran bahwa keduanya memiliki sistem kerja dan karakter hasil yang berbeda. Berikut ini merupakan penjabaran tabel di atas.

1. Pada dasarnya metode konvensional merupakan proses pengolahan botol plastik PET yang dilakukan dengan menggunakan alat dasar (*basic tools*) serta kemampuan manual tangan. Dalam metode konvensional botol plastik dapat langsung diolah karena bahan baku mudah diperoleh dan alat yang digunakan juga sederhana. Sedangkan pada metode 3D *printing* membutuhkan intervensi berbagai alat bantu berteknologi industri manufaktur yang digunakan dalam melakukan proses pengolahan botol plastik PET. Adapun tahapan kerja dan prosedur pemakaiannya akan mengikuti standar operasional dari jenis alat bantu yang digunakan.
2. Esensi dari kedua metode ini adalah upaya yang dilakukan untuk mengurangi sampah botol plastik PET, namun tetap akan menyisakan limbah atau sisa hasil pengolahan [7]. Metode konvensional akan menyisakan bekas potongan dan sisa bagian botol yang tidak digunakan. Sedangkan metode 3D *printing*, menghasilkan dua jenis limbah, yaitu (1) sisa potongan botol ketika membuat filamen; dan (2) lebih filamen yang muncul dari proses *printing*. Kedua limbah ini dapat dibuat menjadi serpihan (*flakes*) dan dilebur ulang sebagai baku industri.
3. Prinsip manual pada metode konvensional, menyebabkan proses pengolahan botol plastik PET dapat serta merta dilakukan dalam waktu yang singkat. Kreasi manual menggunakan kemampuan tangan juga memungkinkan untuk terjadinya berbagai improvisasi mendadak akibat kemunculan ide dan gagasan yang bersifat sesaat. Hal ini berbeda dengan metode 3D *printing* yang membutuhkan rentang waktu panjang dari proses persiapan membuat filamen PET, *printing*, hingga menghasilkan benda pakai. Proses kreasi menggunakan teknik 3D *printer* cenderung bersifat kaku, dimana improvisasi hanya dapat terjadi pada saat pembuatan model 3D, selanjutnya proses *printing* berjalan otomatis hingga menjadi bentuk produk jadi. Teknik 3D *pen* merupakan perpaduan antara kemampuan manual tangan yang dilakukan dengan adanya dukungan teknologi manufaktur. Adanya peran manual tangan menyebabkan peluang terjadinya improvisasi sangat tinggi. Hal ini akan berpengaruh pada lamanya waktu melakukan proses kreasi.
4. Ketersediaan bentuk dasar botol plastik PET membuat peluang eksplorasi menggunakan metode konvensional menjadi terbatas. Pengaruh kemampuan manual tangan akan menghasilkan kerajinan tangan (*handcraft*) yang masih menampilkan karakter dan bentuk botol plastik. Berbeda dengan metode 3D *printing* yang sama sekali sudah tidak menunjukkan adanya bentuk botol, namun masih menampilkan karakter material plastik PET. Teknik

3D *printer* dapat digunakan untuk melakukan eksplorasi bebas membuat berbagai macam bentuk produk yang memiliki karakter sebagai barang fabrikasi. Kemampuan eksplorasi menggunakan teknik 3D *pen* dapat dilakukan dalam gerak bebas karena mengikuti pergerakan manual tangan. Meskipun bebas, dalam kasus tertentu, sering kali proses eksplorasi ini dibatasi oleh bentuk cetakan, bidang kerja, karakteristik alat, dan kemampuan manuver tangan itu sendiri.

5. Pada dasarnya, pengolahan sampah botol plastik PET memiliki kontribusi terhadap prinsip ekonomi sirkular [19], namun pendekatan yang digunakan akan bergantung pada lingkup penerapannya. Metode konvensional yang memiliki titik berat pada pengolahan botol plastik dengan menggunakan kemampuan manual tangan hanya dapat dilakukan pada lingkup industri rumah tangga. Potensi yang dimilikinya juga sebatas pengolahan botol plastik menjadi serpihan (*flakes*) sebagai bahan baku industri dan pembuatan produk kerajinan tangan (*handcraft*). Metode 3D *printing* yang menggunakan bantuan teknologi industri memiliki potensi untuk menghasilkan kustomisasi produk. Meskipun menggunakan bantuan teknologi, teknik 3D *printer* hanya dapat digunakan pada lingkup industri kecil dan menengah, karena adanya keterbatasan skala produk fabrikasi yang dihasilkan dan lamanya proses produksi. Proses kreasi filamen PET menggunakan alat bantu 3D *pen* sepenuhnya bergantung pada kemampuan gerak manual tangan, sehingga waktu produksi menjadi sangat lama dan tidak dapat diprediksikan. Kreasi menggunakan manual tangan akan menghasilkan produk berbeda-beda dan tidak akan ditemukan bentuk yang identik sama. Hal ini menyebabkan teknik 3D *pen* hanya dapat diterapkan pada lingkup industri rumah tangga dan individu. Meskipun hanya dapat dikembangkan dalam lingkup yang kecil, teknik ini memiliki potensi untuk menciptakan karya seni yang bersifat eksklusif dan terbatas (*limited edition*).

Berdasarkan penjabaran di atas, dapat dilihat bahwa, setiap metode pengolahan botol plastik memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Metode konvensional memiliki kecepatan dalam proses pengolahan, namun produk jadi yang dihasilkan serta potensi untuk terjadinya inovasi dan pengembangan produk cukup terbatas. Berbeda dengan 3D *printing* yang membutuhkan waktu pengolahan cukup lama, namun dapat digunakan untuk berkreasi bebas. Perbandingan di atas memberikan gambaran mengenai kemampuan aplikasi teknologi 3D *printing* yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk fabrikasi dengan bentuk kompleks dan sulit dicapai oleh sistem kerja manual tangan. Selain itu, metode 3D *printing* juga memiliki potensi terjadinya inovasi dan digunakan untuk melakukan pengembangan kustomisasi produk ke depannya. Meskipun memiliki prinsip, sistem kerja, dan aplikasi yang berbeda, metode konvensional dan 3D *printing* memiliki persamaan, yaitu mengandalkan kreativitas dan kemampuan personal dalam melakukan kreasi.

KESIMPULAN

Metode konvensional adalah cara paling mudah untuk melakukan pengolahan sampah botol plastik PET, namun hasil yang diperoleh masih terbatas pada pembuatan serpihan (*flakes*) sebagai bahan baku industri daur ulang dan kerajinan tangan (*handcraft*). Hal ini terjadi akibat keterbatasan akses terhadap teknologi daur ulang yang hanya dapat dimiliki oleh industri. Berkembangnya jaman, mendorong masuknya teknologi industri, ke dalam lingkup rumah tangga dan individu, salah satunya adalah teknologi 3D *printing* yang menggunakan plastik filamen sebagai bahan baku produksi. Teknologi ini dianggap memiliki potensi yang dapat digunakan untuk melakukan pengolahan sampah botol plastik PET menjadi benda pakai melalui proses daur ulang (*recycle*). Selain itu, merembahnya teknologi 3D *printing* akan memberikan kesempatan bagi masyarakat agar mampu meningkatkan peran serta mereka dalam melakukan pengolahan sampah botol plastik PET. Dengan adanya teknologi ini, diharapkan masyarakat yang berada dalam lingkup rumah tangga dan individu dapat melakukan inovasi terhadap ide gagasan mengenai pengolahan sampah botol plastik, serta merealisasikan menjadi *prototype* dan produk jadi dengan menggunakan material daur ulang.

Pengolahan sampah botol plastik PET melalui daur ulang menggunakan teknologi 3D *printing* memiliki potensi besar dalam pengembangan kustomisasi produk bersifat terbatas (*limited edition*) yang dilakukan dengan memanfaatkan dan memaksimalkan ketersediaan bahan di sekitar. Teknologi 3D *printing* yang digunakan untuk mengolah bahan filamen PET hasil daur ulang memiliki potensi untuk mendongkrak nilai industri rumah tangga dan individu agar dapat melakukan percepatan produksi serta melakukan diferensiasi produk. Selain itu, keberadaan teknologi ini juga dapat menjadi alat bantu sekaligus jembatan untuk terjadinya kolaborasi antara industri dengan masyarakat yang berada dalam lingkup rumah tangga dan individu. Dengan adanya 3D *printing*, keterbatasan teknologi sudah tidak menjadi penghalang bagi masyarakat untuk melakukan pengolahan sampah botol plastik menjadi benda pakai. Pengaplikasian ini juga dapat digunakan untuk mengembangkan kreativitas seseorang, sekaligus mendukung program desain keberlanjutan.

Peneliti juga menyadari bahwa kajian tentang pengolahan filamen PET hasil daur ulang sampah botol plastik yang dilakukan dengan menggunakan teknologi 3D *printing* baru sebatas penelitian awal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pemantik ide dan gagasan untuk dilakukannya berbagai penelitian lanjutan dengan topik bahasan yang luas dan lebih mendalam. Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa ketersediaan literasi tentang kajian pengolahan filamen PET menggunakan 3D *printer* hingga menjadi *prototype* dan benda pakai masih sangat minim. Hal ini diperkuat oleh keterbatasan jumlah narasumber yang berkecimpung dalam pengolahan filamen PET menggunakan 3D *printing*. Selain menjadi dasar penelitian lanjutan, hasil kajian ini juga dapat digunakan sebagai salah satu bahan pendamping bagi para pelaku 3D *printing* dalam melakukan eksplorasi filamen PET. Peneliti juga berharap agar ke depannya dapat diperoleh berbagai temuan baru yang akan mempertajam kajian dan proses pengolahan filamen PET hasil daur ulang sampah botol plastik menggunakan 3D *printing*, selain sebagai upaya untuk menjaga keberlangsungan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Riolis Widyamoko pemilik Studio Gizmotech, yang telah bersedia menjadi narasumber dalam wawancara dan diskusi mengenai keterkaitan aplikasi teknologi 3D *printing* dalam konteks daur ulang (*recycle*) sampah botol plastik PET. Membantu pengadaan alat bantu *slicer*, dan *extruder* yang dapat digunakan untuk melakukan transformasi sampah botol plastik PET menjadi bahan filamen. Termasuk modifikasi alat bantu 3D *pen* sehingga dapat digunakan oleh peneliti untuk melakukan eksplorasi terhadap filamen PET hasil daur ulang menjadi lampu meja. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Hartono, pemilik Blasu Studio, yang telah meluangkan waktunya untuk melakukan wawancara mengenai kustomisasi produk menggunakan perangkat 3D *printer* serta potensi aplikasi teknologi ini dalam upaya pengolahan material daur ulang dan kemungkinan proyeksi ke depannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rahman, "MENYONGSONG PERJANJIAN INTERNASIONAL: MENGATASI PENCEMARAN PLASTIK," 17 April 2022. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20220225173203-20-764215/sampah-plastik-2021-naik-ke-116-juta-ton-klhk-sindir-belanja-online>. [Accessed 04 Mei 2025].
- [2] B. Bari, "Sampah Plastik Di Laut Jadi Ancaman Lingkungan Terbesar Dunia," 31 Mei 2022. [Online]. Available: <https://www.neraca.co.id/article/163555/sampah-plastik-di-laut-jadi-ancaman-lingkungan-terbesar-dunia>. [Accessed 04 Mei 2025].
- [3] D. N. Luthfiana, Y. Azhar, R. T. Ilmi, E. S. Nugroho, M. R. F. Firdaus, L. D. Widyatantri, E. Bunga, S. Fitmasari, D. S. Bagus, F. Fahmi and J. L. J. Barreto, "EMANFAATAN SAMPAH BOTOL PLASTIK SEBAGAI MEDIA PENANAMAN DENGAN TEKNIK VERTIKULTUR DI PADUKUHAN GLAGAH KIDUL, TAMANAN, BANTUL," *GANESHA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 7-14, 2023.
- [4] S. A. N. Azizah, F. M. Dewi, N. A. D. Zaafarani and E. Eskak, "Recycle Botol Plastik Untuk Karya Seni: Pembelajaran Kreatif Cinta Lingkungan di SMP Negeri 7 Yogyakarta," in *Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik 2022*, Online, 2023.
- [5] M. L. Al Fahmi, Shalawati, M. Andirfa, B. Rahman, A. Baharuddin and A. L. Fitri, "STRATEGI 4R DALAM PENGELOLAAN SAMPAH: Mendukung Ekonomi dan Lingkungan Lestari di Kota Lhokseumawe," *Dedikasi*, vol. 4, no. 1, pp. 86-96, 2024.
- [6] Sumarmi, A. K. Putra, A. Sahrina, U. H. A. Kohar, N. Shaheerani, H. D. Lestari, A. W. Sholeha, R. H. Rachmadian, N. A. Wibowo and W. Y. Silviariza, "Implementing the OBE Model in Plastic Waste Management Using the 4R EPR Pattern for Green Campus," *International Journal of Environmental Impacts*, vol. 7, no. 3, pp. 455-473, 2024.
- [7] Tim Badan POM, PEDOMAN DAN KRITERIA PLASTIK BERBAHAN POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) DAUR ULANG YANG AMAN UNTUK KEMASAN PANGAN, Jakarta: Direktorat Standardisasi Pangan Olahahan Deputi Bidang Pengawasan Pangan Olahahan Badan POM RI, 2019.
- [8] D. Djunaedi, D. Hermawan, S. Anwar and T. Farudin, "PERANCANGAN ULANG MESIN PENCACAH SAMPAH BOTOL PLASTIK SKALA UKM KAPASITAS 10 KG/JAM TERKONEKSI DENGAN SMARTPHONE ANDROID," *Jurnal Baut dan Manufaktur*, vol. 4, no. 1, pp. 31-41, 2022.
- [9] F. Tamimi and S. Munawaroh, "Teknologi Sebagai Kegiatan Manusia Dalam Era Modern Kehidupan Masyarakat," *Saturnus : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 66-74, 2024.

- [10] M. Nikam, P. Pawar, A. Patil, A. Patil, K. Mokal and S. Jadhav, "Sustainable Fabrication of 3D Printing Filament from Recycled PET Plastic," in *Materials Today: Proceedings*, 2024.
- [11] E. H. E. Suryadarma, R. Kurnianto, B. B. Nugraha and A. P. Setiyanto, "Peningkatan Nilai Produk Desa Wisata di Kampung Gula Borobudur Berbasis Teknologi Laser," in *Seminar Nasional Penelitian dan Abdimas (SENAPAS)*, Yogyakarta, 2023.
- [12] N. L. K. R. Kerdianti and P. A. Darmastuti, "PENERAPAN KONSEP 3R (REDUCE-REUSE-RECYCLE) UNTUK MATERIAL INTERIOR BERKELANJUTAN," *Viswa Design: Journal of Design*, vol. 3, no. 2, pp. 95-104, 2023.
- [13] I. Wunarlan and N. Yusuf, "Pelatihan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Menjadi Kap Lampu Hias," *Mopolayio : Jurnal Pengabdian Ekonomi*, vol. 1, no. 1, pp. 67-78, 2021.
- [14] E. Sulistyowati, M. Mujiono and K. Hikmah, "Daur Ulang Sampah Botol Plastik Melalui Kreativitas Kerajinan Tangan Menjadi Barang Bernilai Ekonomi Di Desa Lemahbang Pasuruan," in *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat : BERKARYA DAN MENGABDI UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN MASYARAKAT PASCA PANDEMI*, Surabaya, 2022.
- [15] J. Iskandar and Armansyah, "Pemanfaatan Sampah Plastik untuk Dijadikan Barang Bernilai Ekonomis di Desa Ganti Kecamatan Praya Timur," *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada*, vol. 4, no. 2, pp. 56-60, 2019.
- [16] Y. S. Frenky, Kardiman and R. Hanifi, "RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH PLASTIK JENIS PET SKALA INDUSTRI RUMAH TANGGA (HOME INDUSTRY)," *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 7-13, 2020.
- [17] S. Park, W. Shou, L. Makatura, W. Matusik and K. (Fu, "3D Printing of Polymer Composites: Materials, Processes, and Applications," *Matter*, vol. 5, pp. 43-76, 2022.
- [18] A. Maximillian and L. L. K. Jonatan, "Perbandingan Eksplorasi Motif Filamen PLA Dengan Teknik 3D Printer dan 3D Pen," in *SENADA (Seminar Nasional Manajemen, Desain & Aplikasi Bisnis Teknologi)*, Denpasar, 2024.
- [19] D. Djuniardi and Y. E. K. Rahmantlya, "Pengenalan dan Penerapan Ekonomi Sirkular Di Desa Ciomas Kecamatan Ciawigebang Kabupaten Kuningan," *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 1748-1753, 2024.

PENULIS



Arnold Maximilian, prodi Desain Interior, Fakultas Humaniora dan Industri Kreatif, Universitas Kristen Maranatha



Lisa Levina Krisanti Jonatan, prodi Desain Interior, Fakultas Humaniora dan Industri Kreatif, Universitas Kristen Maranatha



Muhammad Irfan Nurrachman, prodi Desain Interior, Fakultas Humaniora dan Industri Kreatif, Universitas Kristen Maranatha