

TRANSFORMASI MOTIF FILAMEN PLA MENJADI LAMPU MEJA MENGGUNAKAN TEKNIK 3D *PEN* SEBAGAI PROSES BERKARYA HIBRIDA

Arnold Maximillian¹, Lisa Levina Krisanti Jonatan²

Program Studi Desain Interior, Fakultas Humaniora dan Industri Kreatif,
Universitas Kristen Maranatha, Indonesia

Corresponding author: arnold.maximillian@art.maranatha.edu¹;
lisa.lkj@art.maranatha.edu²

ABSTRAK

Transformasi filamen PLA menjadi lampu meja adalah proses perubahan hasil eksplorasi motif filamen menjadi bentuk bangun ruang. Perubahan bentuk ini dilakukan dengan menggunakan teknik 3D *pen* sebagai proses berkarya hibrida antara keterampilan dan kemampuan manual tangan dengan teknologi manufaktur. Proses berkarya hibrida memiliki keunikan dalam memberikan sentuhan personal yang akan memberi pengaruh pada hasil produk desain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menelaah karakteristik lampu meja yang dibuat dengan menggunakan teknik 3D *pen* melalui dua metode kerja berbeda. Adapun alat bantu yang digunakan adalah 3D *pen* RoHS 3DPen-2. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan cara melakukan studi literatur dan eksplorasi terhadap proses perubahan motif filamen PLA menjadi lampu meja. Hasil eksplorasi akan memperlihatkan karakteristik bentuk lampu meja yang diperoleh dari sinkronisasi kemampuan manual tangan dalam menggunakan teknik 3D *pen*. Selain itu, persinggungan antara cahaya dengan motif filamen akan menunjukkan orisinalitas dari karakteristik bayangan dan efek gelap terang yang terjadi pada permukaan dinding. Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa teknik 3D *pen* sebagai proses berkarya hibrida dapat memberikan sentuhan personal pada produk desain yang merupakan hasil dari kerajinan tangan.

Kata kunci: transformasi; filamen PLA; 3D *pen*; hibrida; kerajinan tangan

ABSTRACT

The Transformation of PLA Filament Motifs into a Table Lamp Using the 3D Pen Technique as a Hybrid Creative Process. The transformation of PLA filaments into a table lamp involves changing the results of filament motif exploration into a three-dimensional form. This change in form is achieved using a 3D pen technique as a hybrid creative process that combines manual hand skills and abilities with manufacturing technology. This hybrid creative process offers uniqueness by providing a personal touch that influences the final design product. The purpose of this research is to examine the characteristics of table lamps made using the 3D pen technique through two different working methods. The auxiliary tool used is the 3D pen RoHS 3DPen-2. This research employs a qualitative method, involving literature studies and exploration of the process of transforming PLA filament motifs into table lamps. The results of the exploration will demonstrate the characteristic shape of the table lamp obtained from the synchronization of manual hand skills in using the 3D pen technique. Furthermore, the interplay between light and the filament motifs will reveal the originality of the shadow characteristics and the light-dark effects that occur on the wall surface. This research shows that the 3D pen technique, as a hybrid creative process, can provide a personal touch to design products that are the result of handcraft.

Keywords: transformation; PLA filament; 3D *pen*; hybrids; handcraft

1. Pendahuluan

Transformasi adalah proses perubahan bertahap yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan sebuah bentuk baru. Perubahan ini umumnya mengacu pada bentuk yang sudah ada sebelumnya (Alfiah & Supriyani, 2016). Transformasi berkaitan pada proses perubahan bentuk struktur dasar menjadi bentuk lanjutan yang bersifat lebih kompleks. Hal ini juga berlaku pada pengolahan berbagai jenis material filamen yang umum digunakan seperti, ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), PLA (*Polylactic Acid*), TPU (*Thermoplastic Polyurethane*), PET (*Polyethylene Terephthalate*), dan sebagainya. Dalam penelitian ini digunakan jenis filamen PLA, yaitu polimer *biodegradable* yang terbuat dari bahan dasar Asam Polylactic (Shahrubudin et al., 2019; Alika et al., 2023). Selain itu, filamen jenis PLA juga memiliki suhu leleh yang lebih rendah (Park et al., 2022), sehingga mudah untuk dibentuk dan diolah. Kemudahan ini menjadi salah satu dasar pertimbangan pemilihan material filamen PLA sebagai bahan untuk melakukan eksplorasi.

Proses transformasi filamen PLA menjadi lampu meja dilakukan dengan cara memanfaatkan motif hasil eksplorasi filamen menggunakan teknik 3D *pen*. Motif filamen dalam penelitian ini merupakan hasil luaran dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh peneliti. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa proses transformasi dimulai dari perubahan batang filamen PLA menjadi rangkaian motif yang mengisi dan membatasi ruang sehingga menjadi bentuk bidang datar (Maximillian & Jonatan, 2024). Motif filamen ini menjadi bahan dasar untuk melakukan eksplorasi bidang datar menjadi bentuk bangun ruang yang bersifat lebih kompleks dengan disertai fungsi tertentu. Takahashi dan Kim (2019) mendefinisikan teknik 3D *pen* sebagai salah satu cara pengolahan filamen yang dilakukan dengan menggunakan alat bantu genggam. Jenis teknik ini merupakan implementasi hibrida antara teknologi manufaktur fabrikasi digital 3D *printing* dengan kemampuan manual tangan yang dilakukan untuk melakukan proses berkarya. Proses berkarya hibrida

menggunakan teknik 3D *pen* sepenuhnya bergantung pada kemampuan manual tangan pengguna. Teknologi memiliki peran sebagai sistem pendukung yang memberikan kemudahan dalam berkarya.

Besarnya pengaruh kemampuan manual tangan pengguna, menjadikan teknik 3D *pen* memiliki sentuhan personal yang cukup tinggi. Sentuhan personal merupakan representasi dari kreativitas, keterampilan, kepribadian, dan karakter seseorang yang tercermin pada hasil produk desain. Beragamnya keterampilan dan kemampuan manual tangan seseorang dalam menggunakan teknik 3D *pen* akan memberikan sentuhan personal berbeda yang akan menjadi nilai tambah (Takahashi & Kim, 2019; Alexandre et al., 2017) pada hasil produk desain. Berdasarkan pemahaman tersebut, maka dapat dilihat bahwa aplikasi teknik 3D *pen* pada eksplorasi motif filamen PLA menjadi lampu meja, akan memiliki sentuhan personalnya tersendiri. Adanya pengaruh sentuhan personal dalam proses berkarya, menyebabkan lampu meja tidak hanya berfungsi sebagai alat penerang, namun dapat pula menjadi elemen dekoratif (Mesra et al., 2023). Hal ini mendorong peneliti untuk melakukan analisis terhadap bentuk lampu meja yang dihasilkan. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk menelaah karakteristik bentuk lampu meja yang dibuat dengan menggunakan teknik 3D *pen* sebagai proses berkarya hibrida. Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa teknik 3D *pen* sebagai proses berkarya hibrida akan menghasilkan lampu meja yang memiliki karakter sebagai kerajinan tangan (*handcraft*), bukan produk industri manufaktur massal. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan proses berkarya hibrida sebagai suatu inovasi dalam membuat produk desain.

2. Metode

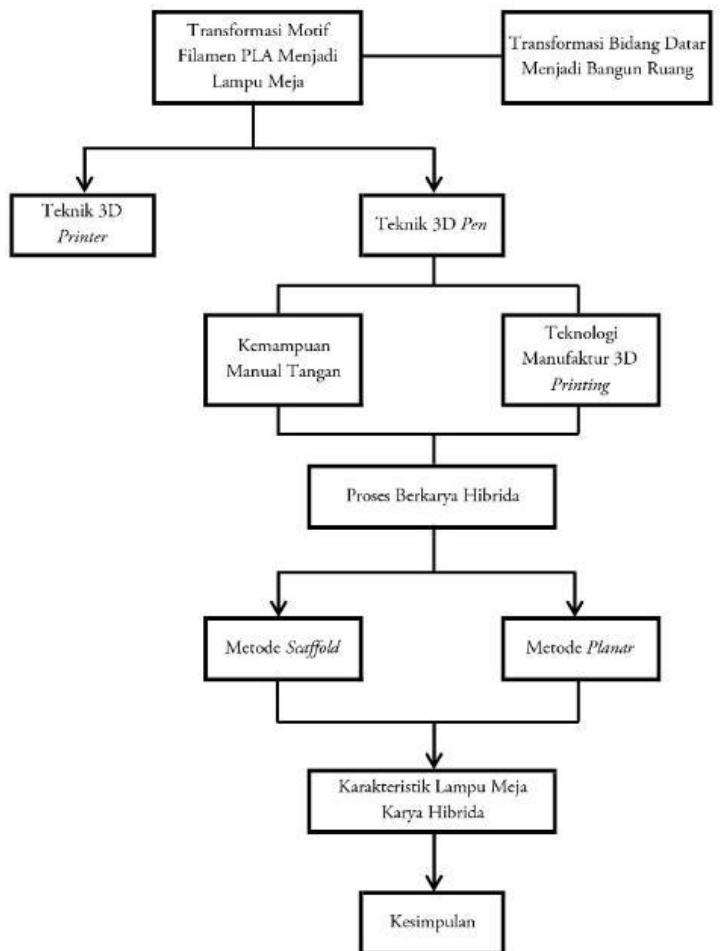
Penelitian kualitatif deskriptif ini dilakukan untuk menjabarkan proses eksplorasi mengenai transformasi motif filamen PLA menjadi lampu meja. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh

peneliti. Dari penelitian tersebut diperoleh luaran berupa karakteristik hasil eksplorasi motif filamen PLA yang dilakukan dengan menggunakan dua teknik 3D *printing* berbeda, yaitu teknik 3D *printer* dan 3D *pen*. Keduanya merupakan pemanfaatan teknologi 3D *printing* namun memiliki aplikasi sistem kerja yang berbeda (Maximillian & Jonatan, 2024). Keberlanjutan penelitian ini terletak pada penerapan teknik 3D *pen* sebagai proses berkarya hibrida yang memperlihatkan peran teknologi manufaktur *digital printing* sebagai pendukung (*support system*) bagi keterampilan dan kemampuan manual tangan. Selanjutnya, kedua teknik ini akan digunakan untuk melakukan eksplorasi ide gagasan dan eksperimen kreatif terhadap motif filamen PLA.

Untuk dapat mencapai tujuan dari penelitian ini, maka dilakukan pengumpulan data melalui cara: (1) studi literatur; (2) eksplorasi; dan (3) eksperimen. Eksplorasi merupakan pendekatan yang dilakukan untuk menggali ide gagasan dan cara pengolahannya (Akbar et al., 2023). Pada tahap eksperimen, dilakukan percobaan langsung (Octariani & Rambe, 2020) terhadap transformasi motif filamen PLA menjadi bentuk lampu meja. Adapun penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada bagan alur penelitian (lihat Gambar 1).

Penelitian ini memiliki prinsip dasar pemahaman transformasi hasil eksplorasi motif filamen PLA sebagai elemen bidang datar menjadi bentuk bangun ruang tiga dimensi (Ernawati, 2020). Agar dapat berdaya guna, eksplorasi bangun ruang ini dilakukan dengan mempertimbangkan adanya aspek fungsi, yaitu sebagai alat penerangan sekaligus menjadi elemen dekoratif yang dapat digunakan pada interior ruangan. Selanjutnya dilakukan studi literatur mengenai sistem kerja dan pengolahan filamen PLA dengan menggunakan teknik 3D *pen*. Teknik ini merupakan kombinasi antara kemampuan manual tangan dengan teknologi manufaktur fabrikasi digital 3D *printing* sebagai proses berkarya hibrida (Takahashi & Kim, 2019). Dari studi literatur dapat diperoleh pengetahuan mengenai dua metode kerja dasar (*basic*) teknik 3D *pen* yang cocok untuk diterapkan

dalam penelitian ini, yaitu: (1) metode *scaffold*; dan (2) metode *planar*. Metode *scaffold* merupakan cara membuat olahan motif filamen PLA dengan menggunakan penopang atau cetakan sebagai bentuk dasar dari bangun ruang tiga dimensi. Sedangkan metode *planar* adalah cara membuat olahan filamen PLA menjadi beberapa bidang datar dua dimensi yang kemudian dirangkai menjadi sebuah bangun ruang tiga dimensi (Takahashi & Kim, 2019). Kedua metode ini akan digunakan secara berkerlanjutan.



Gambar 1. Alur pemikiran penelitian.

Pada tahap selanjutnya, akan dilakukan eksperimen langsung menggunakan teknik 3D *pen* dengan pendekatan dua metode kerja berbeda (metode *scaffold* dan *planar*). Tujuannya adalah untuk memahami proses pembuatan bangun ruang dan mengetahui karakteristik bentuk lampu meja yang dihasilkan. Pemahaman ini akan memberikan pengaruh pada kesesuaian antara pemilihan metode

kerja teknik 3D *pen* dengan capaian bentuk lampu meja yang diinginkan. Metode *scaffold* akan menghasilkan bentuk lampu meja yang menyesuaikan bentuk penopang atau cetakan, sedangkan aplikasi metode *planar* akan menghasilkan karakter bentuk lampu yang berasal dari penggabungan beberapa bidang datar. Meskipun berbeda, keduanya merupakan hasil dari keterampilan dan kemampuan manual tangan yang dilakukan dengan dukungan teknologi manufaktur 3D *printing*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tahap Persiapan

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan eksplorasi dan eksperimen terhadap hasil olahan motif filamen PLA menjadi bentuk lampu meja menggunakan teknik 3D *pen*. Pada kesempatan ini, peneliti menggunakan material filamen PLA + Sunlu Ø 1,75 mm yang memiliki titik leleh cukup rendah, yaitu 190-220°C (Setyawan & Ngadiyono, 2022). Hal ini dapat mempermudah peneliti dalam melakukan proses pembentukan dan pengolahan motif filamen. Proses eksperimen motif filamen PLA dilakukan dengan menggunakan alat bantu 3D *pen*: RoHS 3DPen-2 (Gambar 2). Selain itu dibutuhkan pula alat bantu berupa alas kerja, pipa PVC diameter 4 inci, tutup (dop) pipa, dan *carafe* (Gambar 3) sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing metode kerja.

Pertama, untuk menggunakan metode *scaffold*, dibutuhkan pipa PVC diameter 4 inci beserta penutupnya. Kedua alat bantu ini digunakan sebagai cetakan untuk memperoleh bentuk lampu meja. Selain itu, peneliti juga menggunakan *carafe* sebagai alternatif bentuk cetakan lampu meja. Kedua, untuk membuat lampu meja dengan menggunakan metode *planar*, dibutuhkan alas kerja yang memiliki sifat tahan panas dan bertekstur keras. Dibutuhkan pula *seal tape* berbahan kertas yang akan digunakan untuk melapisi bidang-bidang licin dan membatasi area bidang kerja. Sedangkan untuk dudukan dan

armature lampu, peneliti menggunakan alas (*based*) yang terbuat dari material kayu solid.



Gambar 2. Alat bantu 3D *pen*.



Gambar 3. Alat kerja, pipa PVC, tutup (dop) pipa, dan *carafe*.

3.2. Eksplorasi Ide Gagasan Lampu Meja

Tahap eksplorasi motif filamen PLA menjadi lampu meja diawali dengan cara menggali ide gagasan mengenai bentuk dasar bangun ruang yang dapat digunakan sebagai lampu meja. Selain itu, eksplorasi juga bertujuan untuk menciptakan daya tarik baru dan mencari berbagai peluang baru dalam menciptakan kemungkinan pengembangan produk desain (Hokianti & Yuningsih, 2021). Ide gagasan bentuk lampu meja ini berawal dari materi studi dasar seni rupa mengenai komposisi elemen titik, garis, dan bidang menjadi bentuk atau bangun ruang. Konteks studi ini bertujuan untuk melatih kepekaan spasial, yaitu kemampuan seseorang dalam melakukan visualisasi ide dalam wujud tiga dimensi dan kedalaman ruang (Ernawati, 2020). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa 3D *pen* seringkali dianggap sebagai mainan untuk berkreasi dan membuat objek bebas (*doodling*) serta alat bantu belajar daya bayang ruang tiga dimensi bagi anak sekolah. Namun pada kenyataannya, alat bantu ini dapat digunakan untuk membuat *prototype* yang mampu menyesuaikan kebutuhan, imajinasi, dan kreasi dari penggunaannya (Chen et al., 2021; João et al., 2020). Selain itu, 3D *pen* juga memiliki potensi untuk membuat produk kerajinan tangan yang dapat digunakan sebagai elemen dekorasi (Wei & Ramakrishna, 2020).

Berdasarkan pemahaman di atas, dapat dilihat bahwa proses pembuatan bangun ruang ini memiliki potensi menjadi sebuah produk desain, khususnya interior. Agar dapat mencapai potensi tersebut, maka eksplorasi motif filamen PLA ini harus memiliki manfaat dan nilai tambah (*added value*). Adapun manfaat yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah lampu meja yang berfungsi sebagai alat penerangan sekaligus elemen dekoratif untuk interior ruangan. Dasar pemilihan fungsi ini mendapat pengaruh dari tampilan kerajinan lampu yang dibuat dengan menggunakan keterampilan dan kemampuan manual tangan (Gambar 4 dan 5). Pada gambar tersebut nampak bahwa kerajinan lampu ini memiliki bentuk geometrik sederhana, namun dengan adanya sentuhan personal, mampu memunculkan kesan estetik.



Gambar 4. Eksplorasi bentuk lampu silinder (Kiri: Becker, 2008; Kanan: Suchi, n.d.).



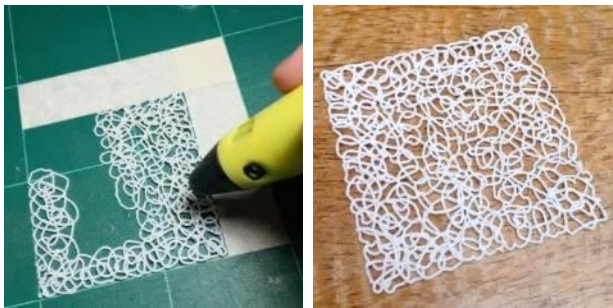
Gambar 5. Eksplorasi bentuk lampu balok dan kubus (Kiri: Colleran, n.d.; Kanan: Asia Kobo, n.d.).

Lampu pada Gambar 4 memiliki kesamaan dalam menampilkan karakter bentuk silinder dari pipa PVC, perbedaannya terletak pada pengolahan permukaan dindingnya. Olahan lampu pada Gambar 4 kiri memiliki bentuk silinder utuh serta pengaturan, penyusunan, dan dimensi lubang yang teratur. Komposisi ini memberikan kesan statis pada lampu. Hal ini kontras dengan Gambar 4 kanan yang cenderung memiliki kesan dinamis, dimana komposisi, variasi, dimensi, bentuk, dan pola lubang abstrak yang memberikan kesan dinamis. Gambar 5 merupakan alternatif olahan lampu yang memiliki kesan dinamis dan ekspresif. Olahan bentuk lampu pada Gambar 5 kiri adalah deformasi bentuk yang menyisakan rangkaian garis sebagai struktur pembentuk masa ruang balok. Berbeda halnya dengan Gambar 5 kanan, bentuk kubus dibuat dari rangkaian elemen garis berpola abstrak yang membentuk bidang dan bangun ruang. Meskipun memiliki karakter yang berlainan,

kelima lampu tersebut merupakan gambaran dari pengaruh keterampilan dan kemampuan manual tangan dalam menghasilkan produk desain.

3.3. Motif Filamen PLA Hasil Penelitian Terdahulu

Tahap ini merupakan eksperimen lanjutan terhadap motif filamen PLA yang diperoleh dari penelitian terdahulu. Dalam penelitian tersebut, dilakukan eksplorasi terhadap motif filamen PLA dengan menggunakan teknik 3D *pen* sebagai implementasi dari proses berkarya hibrida. Sistem kerja teknik 3D *pen* bergantung pada keterampilan dan kemampuan manual tangan dalam melakukan manuver menggunakan alat bantu genggam berteknologi 3D printing (Takahashi & Kim, 2019).



Gambar 6. Proses pembuatan motif filamen PLA (kiri).
Hasil olahan motif filamen PLA (kanan).

Kelebihan proses berkarya hibrida ini nampak pada karakteristik motif filamen PLA yang dihasilkan memiliki sifat ekspresif dan dinamis. Motif ini merupakan hasil dari improvisasi dan kemampuan manual tangan dalam mengenal karakter material filamen PLA dan menggunakan alat bantu (Gambar 6 kiri) selama berlangsungnya proses kreasi. Selain itu, motif filamen yang dihasilkan (Gambar 6 kanan) juga bersifat terbatas (*limited edition*), karena tidak akan diperoleh bentuk motif yang serupa (Maximillian & Jonatan, 2024).

3.4. Eksperimen Motif Filamen PLA Menjadi Bentuk Kap Lampu Meja

Aktivitas membuat produk desain dengan menggunakan teknik 3D *pen* merupakan proses berkarya yang memaksimalkan potensi kreatif seseorang dalam membuat produk desain. Dibutuhkan keterampilan, dorongan, spontanitas, dan improvisasi dalam mengenal karakteristik material filamen PLA dan teknis pemakaian alat bantu 3D *pen*. Pada proses berkarya ini, seringkali terjadi kondisi yang berada di luar perencanaan awal, contohnya seperti prosesi dan arah keluarnya lelehan filamen PLA memiliki sifat yang tidak stabil serta sulit terprediksikan (*unpredictable*). Selain itu, terdapat pula faktor pengguna yang berperan di dalamnya. Konsistensi dan kestabilan dari manuver pemakaian alat bantu juga berpengaruh pada variasi besar kecilnya penampang luaran filamen (Arora & Bhati, 2020).

Berdasarkan karakteristik material filamen PLA dan alat bantu, dapat dilihat bahwa penggunaan teknik 3D *pen* merupakan suatu proses berkarya yang dilakukan dalam kondisi tidak terprediksi (*unpredictable*). Hal ini membuat seseorang harus selalu sigap melakukan improvisasi dan spontan untuk menentukan keputusan arah serta langkah selanjutnya dalam waktu yang cukup singkat. Dibutuhkan keluwesan seseorang dalam melakukan reaksi terhadap kondisi-kondisi yang terjadi secara seketika (Sisdianto, 2021). Tingkat keluwesan dan kemampuan seseorang akan menentukan kualitas visual dari produk desain yang dihasilkan.

Proses berkarya menggunakan teknik 3D *pen* memiliki tantangan dan keunikannya tersendiri karena alat bantu berteknologi 3D *printing* dan tangan berkerja dalam sebuah kesatuan koordinasi utuh bersama pikiran yang bergerak secara sinergis. Keberadaan alat bantu menjadi perpanjangan tangan yang sepenuhnya dikendalikan oleh pikiran seseorang. Sistem kerja hibrida ini dianggap sebagai aplikasi teknologi manufaktur digital dalam menghasilkan produk desain yang inovatif tanpa menghilangkan sentuhan personal dan identitas dari karakter proses berkarya manual tangan

(Alexandre et al., 2017). Selain itu, adanya sentuhan personal juga dapat memberikan peluang untuk terjadinya ketidaksempurnaan (Chen, 2022) yang akan memunculkan sifat humanis pada produk desain. Dalam penelitian ini, eksperimen motif filamen PLA menggunakan teknik 3D *pen* dilakukan dengan menggunakan dua metode kerja yang berbeda, yaitu: (1) metode *scaffold*; dan (2) metode *planar*. Kedua metode ini akan digunakan untuk membuat olahan kap lampu meja.

3.4.1. Metode *Scaffold*

Metode *scaffold* membutuhkan bangun ruang tiga dimensi sebagai penopang atau cetakan yang akan digunakan untuk membuat olahan motif filamen PLA. Untuk membuat kap lampu meja berbentuk silinder dengan metode *scaffold*, digunakan pipa PVC dan tutup (dop) pipa diameter 4 inci yang berfungsi sebagai penopang atau cetakan.



Gambar 7. Proses pembuatan badan kap lampu.



Gambar 8. Proses pembuatan alas dan tutup kap lampu.



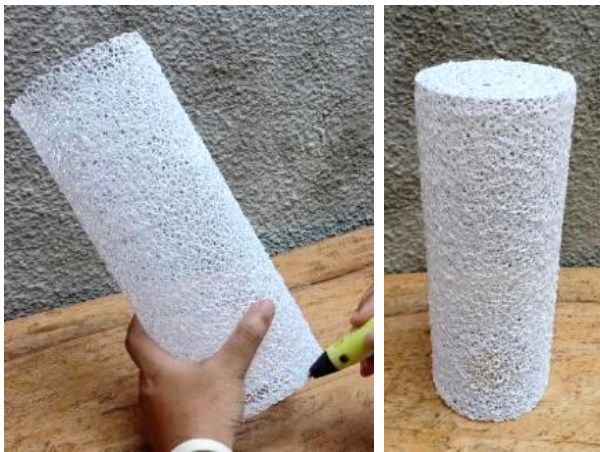
Gambar 9. Hasil mencetak setiap bagian kap lampu (kiri). Detail motif filamen (kanan).

Pipa PVC digunakan sebagai cetakan untuk membuat bagian badan (Gambar 7), sedangkan tutup (dop) pipa akan digunakan untuk mencetak bagian alas serta tutup (Gambar 8). Pemilihan pipa jenis PVC ini dilakukan atas dasar tekstur permukaannya yang kasar dan tidak licin. Tujuannya adalah agar lelehan filamen PLA yang keluar dari nozzle 3D *pen* dapat menempel pada permukaan pipa PVC. Sifat ini akan mempermudah proses pembuatan olahan motif filamen.

Proses pembuatan badan kap lampu menggunakan teknik 3D *pen* dilakukan dengan cara memutar dan mengitari bentuk silinder pipa PVC. Manuver ini akan menghasilkan olahan motif filamen PLA yang membentuk masa ruang silinder dari pipa PVC. Pada dasarnya, dimensi tinggi olahan motif filamen PLA dapat bervariasi, namun dalam penelitian ini, silinder dibuat dengan tinggi 30 cm, agar perbandingan lebar dan tinggi lampu meja memiliki proporsi yang baik, sekaligus menampilkan karakter bentuk silinder. Selain itu, manuver teknik 3D *pen* pada sisi dalam tutup (dop) pipa akan menghasilkan olahan motif filamen PLA berupa bidang datar yang mengikuti bentuk dasar tutup pipa (Gambar 9 kiri).

Dari proses mencetak pipa PVC dan tutup (dop) menggunakan teknik 3D *pen*, dapat diperoleh detail bentuk olahan motif filamen PLA (Gambar 9 kanan) yang bersifat acak dan abstrak, namun tetap memiliki konsistensi pada bentuk pola

gerakan melingkar. Agar dapat digunakan untuk membuat kap lampu meja, maka olahan motif filamen PLA harus dapat dilepaskan dari cetakan pipa PVC. Hal serupa juga berlaku pada pembuatan bagian alas dan tutup kap lampu. Perbedaan antara kedua bagian ini dapat dilihat pada keberadaan lubang pada bagian tengah lingkaran. Pada bagian alas terdapat lubang yang berfungsi sebagai ruang kosong untuk penempatan *armature* lampu, sedangkan bagian tutup memiliki bentuk bidang lingkaran yang tetap utuh. Keuntungan dari penggunaan pipa PVC dan tutup (dop) sebagai cetakan adalah dapat diperoleh bentuk silinder dan lingkaran yang sempurna.



Gambar 10. Proses merangkai kap lampu (kiri).
Hasil jadi kap lampu (kanan).

Setelah seluruh bagian (badan, alas, dan tutup) dari kap lampu sudah lengkap, maka dilakukan proses merangkai (Gambar 10 kiri). Tujuannya adalah untuk menggabungkan setiap bagian terpisah menjadi satu bentuk bangun ruang utuh (Gambar 10 kanan). Proses merangkai dilakukan dengan cara menempelkan lelehan filamen PLA pada sekeliling pertemuan bidang badan dengan alas dan tutup. Kendala dari proses ini adalah bentuk silinder kap lampu yang tertutup, menyebabkan penempelan bidang badan dengan alas dan tutup harus dilakukan dari luar. Lelehan filamen dimasukan sedikit demi sedikit melalui celah-celah yang terdapat pada olahan motif filamen. Dibutuhkan ketelitian dan kesabaran dalam memastikan bahwa lelehan filamen telah benar-benar menempel pada setiap bagian yang

berbeda. Hal ini merupakan faktor kunci yang dapat menentukan kerapihan dan keberhasilan dalam melakukan penyambungan antar bagian.

Selain mampu merangkai, proses eksperimen ini juga memberikan pengetahuan bahwa selain dapat digunakan untuk membuat olahan motif, lelehan filamen PLA dapat berfungsi sebagai lem yang merekatkan dua buah bidang olahan motif filamen. Secara teknis, lelehan filamen yang semula bersifat lembek akan mengering, mengeras, dan kemudian menempel (Park et al., 2022) dengan rangkaian motif filamen PLA. Keunikan dari teknik merangkai bidang dengan menggunakan lelehan filamen PLA adalah material pembuat bidang dan penyambung merupakan jenis material yang sama. Hal ini membuat seluruh bagian dapat menyatu dengan sempurna atau bersenyawa, tanpa terlihat adanya sambungan (*unibody*). Selain itu, bentuk motif filamen PLA yang acak dan abstrak akan membantu dalam menyamarkan gumpalan lelehan filamen. Dari proses merangkai seluruh bagian, dapat diperoleh hasil jadi bentuk kap lampu (Gambar 10 kanan) yang dilakukan dengan menggunakan metode *scaffold*.

Selain menggunakan pipa PVC, eksperimen juga dilakukan pada cetakan bangun ruang yang memiliki bahan dasar kaca. Untuk dapat melakukan eksperimen tersebut, digunakan objek studi kasus berupa *carafe*. *Carafe* merupakan wadah kaca yang digunakan untuk menyajikan minuman atau anggur. Bentuk visual *carafe* yang dinamis, menyebabkan wadah ini sering digunakan untuk memperindah pengaturan meja makan (Welsch, 2023) yang dapat membangun suasana (*ambiance*) ruang dan pengalaman makan. Proses mencetak *carafe* menggunakan teknik 3D *pen* dilakukan mengikuti prinsip kerja yang serupa dengan pembuatan kap lampu meja. Perbedaannya adalah lelehan filamen PLA sulit untuk menempel pada permukaan kaca. Ketika alat bantu 3D *pen* melakukan manuver gerak, seringkali lelehan filamen tercabut dan ikut bergerak, sehingga tidak ada lelehan filamen yang menempel pada permukaan *carafe*. Penyebabnya adalah karakter permukaan kaca *carafe* yang bersifat licin.

Untuk dapat mengatasi kendala tersebut, maka digunakan alat bantu *seal tape* yang memiliki bahan dasar kertas. Pemilihan jenis *seal tape* berbahan kertas ini dilakukan dengan dasar pertimbangan tekstur material yang kasar dan kesat. *Seal tape* ditempel pada sekeliling permukaan *carafe* sehingga membentuk grid atau pola garis dengan susunan vertikal dan horizontal (Gambar 11 kiri). Aplikasi *seal tape* memiliki fungsi sebagai “bantalan” untuk menempelkan lelehan filamen pada permukaan kaca. Gagasan ini mempermudah proses eksperimen membuat olahan motif filamen PLA yang dilakukan dengan mengikuti bentuk permukaan *carafe*, sehingga dapat diperoleh keseluruhan bagiannya (Gambar 11 tengah). Dengan menggunakan teknis perakitan serupa, peneliti dapat memperoleh hasil olahan kap lampu berbentuk *carafe* (Gambar 11 kanan).



Gambar 11. Membuat *grid* menggunakan *seal tape* (kiri). Bagian *carafe* (tengah). Hasil pencetakan *carafe* (kanan).

Eksperimen mencetak *carafe*, telah memberikan gambaran bahwa lelehan filamen PLA tidak dapat menempel pada permukaan yang licin, seperti kaca. Lelehan filamen PLA hanya dapat menempel pada permukaan yang bersifat kasar dan kesat. Dari proses mencetak *carafe* didapat pengetahuan tambahan, yaitu *seal tape* berbahan dasar kertas dapat digunakan untuk mengakali proses mencetak objek benda yang sifat permukaannya tidak ideal bagi lelehan filamen. Berdasarkan eksperimen tersebut, peneliti memiliki penilaian bahwa tidak ada objek benda yang tidak dapat digunakan untuk mencetak.

3.4.2. Metode *Planar*

Berbeda dengan metode sebelumnya, metode ini memiliki prinsip kerja membuat sekumpulan bidang datar (*plane*) dua dimensi yang kemudian dirangkai menjadi bangun ruang tiga dimensi. Prinsip kerja yang diawali dengan membuat bidang datar ini mengarahkan eksperimen membuat kap lampu menjadi bentuk balok. Pemilihan bentuk ini dilakukan untuk memperlihatkan karakteristik dari rangkaian bidang datar menjadi bangun ruang yang bersudut. Untuk dapat membuat kap lampu meja dengan menggunakan metode *planar*, digunakan alas kerja dengan karakter permukaan yang kesat dan tidak licin. Pemilihan ini dilakukan agar lelehan filamen PLA yang keluar dari *nozzle 3D pen* dapat menempel pada permukaan alas kerja. Salah satu alas kerja yang dapat digunakan adalah *cutting mat*, yaitu bidang datar berbahan dasar karet yang biasa digunakan sebagai alas memotong kertas dan bahan kerajinan lainnya. Selain itu, *cutting mat* juga memiliki *grid* atau pola garis horizontal dan vertikal dengan penanda ukuran. Adanya *grid* ini akan membantu pembuatan bidang datar menjadi lebih presisi dan terukur.

Agar dapat diperoleh ukuran kap lampu serupa dengan proses eksperimen sebelumnya, maka kap lampu meja dibuat dengan batasan dimensi alas dan tutup 10x10 cm, serta tinggi 30 cm. Pembuatan lampu meja dengan metode *planar*, diawali dengan cara membuat penanda area (*marking*) pada *cutting mat* menggunakan *seal tape* yang menyesuaikan dimensi panel badan, alas, dan tutup (Gambar 12). Penanda area (*marking*) ini berfungsi sebagai batas terluar dari pembuatan olahan motif filamen PLA. Adapun sistem kerja metode *planar* memiliki titik berat pada manuver pergerakan alat bantu 3D *pen* dalam mengisi area kosong yang terdapat di dalam batas (Gambar 13). Selanjutnya, manuver teknik 3D *pen* ini akan menghasilkan serangkaian olahan motif filamen berbentuk bidang datar dua dimensi.



Gambar 12. Penanda area (*marking*) pada *cutting mat*.



Gambar 13. Proses mengisi area kosong pada *cutting mat*.



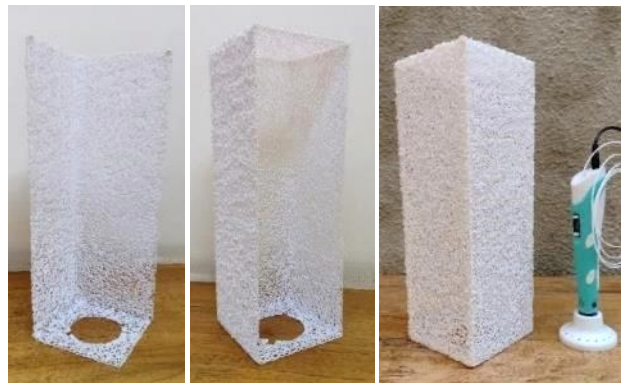
Gambar 14. Bidang badan, alas, dan tutup kap lampu.

Untuk dapat membuat kap lampu dengan menggunakan metode *planar*, dibutuhkan empat buah bidang persegi dan dua buah bidang bujur sangkar (Gambar 14). Keempat bidang persegi panjang ini akan digunakan sebagai badan kap lampu, sedangkan bidang bujur sangkar akan digunakan menjadi bagian alas dan tutup dari kap lampu. Sejalan dengan proses eksperimen

sebelumnya, pada bidang alas terdapat lubang yang berfungsi sebagai ruang kosong untuk penempatan *armature* lampu, sedangkan untuk bagian tutup, bidang berupa kotak utuh.



Gambar 15. Proses merangkai bidang per bidang.



Gambar 16. Proses transformasi bentuk kap lampu menggunakan metode *planar*.

Selanjutnya, dilakukan proses merangkai keseluruhan bidang agar dapat menjadi bentuk kap lampu yang utuh. Proses merangkai ini dilakukan dengan cara menyambung bagian per bagian, dimulai dengan bidang bagian alas dengan salah satu sisi badan kap lampu (Gambar 15). Teknis merangkai bidang datar dilakukan dengan cara memanfaatkan lelehan filamen yang diaplikasikan pada sepanjang pertemuan antar bidangnya. Setelah bagian alas dan salah satu sisi badan kap lampu melekat, proses merangkai ini dilanjutkan dengan menyambungkan sisi-sisi lain dari badan lampu, termasuk bagian pentutup bidang atasnya (Gambar 16). Rangkaian proses ini akan menghasilkan kap lampu berbentuk balok yang utuh dan presisi.

Untuk membuat kap lampu berbentuk balok, dibutuhkan kepresisian dalam menempatkan setiap pertemuan antar bidang yang tegak lurus dengan sudut 90^0 . Selain itu, pemasangan bidang alas dan tutup pada rangkaian badan kap lampu akan memperkuat struktur dan mengunci bentuk balok sehingga tidak bergeser menjadi jajar genjang atau bentuk lainnya yang tidak beraturan. Kelebihan dari penggunaan metode *planar* adalah kap lampu bersifat terbuka karena proses merangkai keempat sisi dilakukan secara bertahap bidang per bidang. Hal ini memberikan keuntungan dalam melakukan penempelan setiap bidang motif filamen PLA karena dapat dilakukan dari bagian dalam kap lampu, sehingga lelehan filamen dapat dipastikan menempel dengan baik sepanjang pertemuan antar bidangnya. Dalam metode *planar*, sambungan antar bidang memiliki peran yang sangat penting, karena kekuatan dan struktur penopang bentuk bangun ruang ditentukan oleh kualitas dari sambungan.

3.5. Hasil Eksplorasi Membuat Lampu Meja

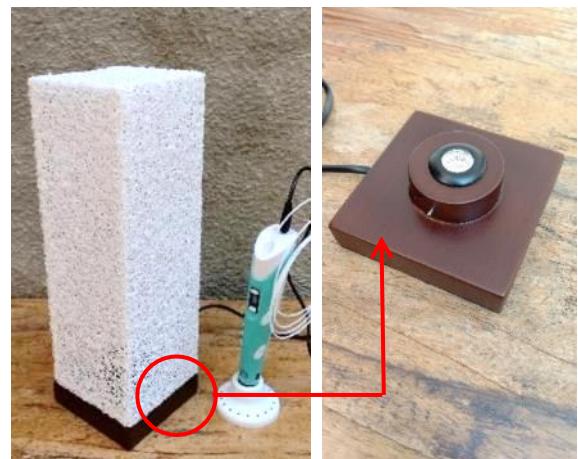
Estetika lampu meja ini diperoleh dari visualisasi detail pola olahan motif filamen PLA yang terdapat pada bagian kap lampu. Olahan motif filamen yang dibuat dengan mengandalkan keterampilan dan kemampuan manual tangan akan memunculkan sentuhan personal dari pembuatnya. Karakteristik inilah yang akan memberikan nilai tambah pada lampu meja, sehingga dapat digunakan menjadi elemen dekoratif pada interior ruangan. Elemen dekoratif ini dapat berperan untuk membangun suasana ruang (*ambience*) (Permatasari & Nugraha, 2020). Agar dapat menjadi lampu meja yang utuh, hasil olahan motif filamen PLA ini membutuhkan tambahan dudukan atau alas (*base*) lampu.

Dudukan lampu (Gambar 17 & 18) dibuat dengan menggunakan bahan dasar kayu *solid* dengan finising alami. Tujuannya adalah agar tekstur serat kayu masih dapat terlihat dengan jelas. Dasar pertimbangan pemilihan jenis material kayu adalah untuk memberikan kesan seimbang dan menjaga keselarasan antara dua jenis material yang

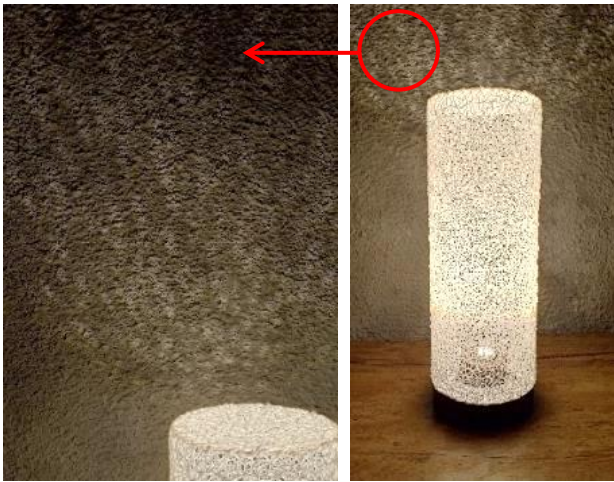
berbeda. Pertemuan antara karakter material fabrikasi plastik polimer dan kayu *solid* sebagai material alami akan menghasilkan perbedaan kontras yang akan saling menguatkan satu sama lain (Salam et al., 2020). Bentuk dan ukuran dudukan lampu memiliki dimensi yang sama dengan penampang alas kap lampu. Hal ini bertujuan agar ketika kap dan dudukan lampu dihubungkan akan diperoleh bentuk bangun ruang yang selaras dan utuh. Selain itu, pengaplikasian dudukan lampu juga dapat dimaknai sebagai alas, *base*, atau “kaki” dari lampu meja.



Gambar 17. Dudukan dan lampu bentuk silinder.



Gambar 18. Dudukan dan lampu bentuk balok.



Gambar 19. Efek bias cahaya (kiri).
Lampu meja dalam keadaan menyala (kanan).

Selain berfungsi sebagaiudukan lampu, bagian ini juga digunakan untuk memasang *armature* dari lampu sorot (*spotlight*) berdaya 1 watt dengan jenis cahaya *warm white*. Berbagai penelitian menjelaskan bahwa pencahayaan dapat digunakan untuk membangun suasana ruang (*ambience*) (Kim & Mansfield, 2021). Pernyataan ini sejalan dengan proses eksplorasi yang menunjukkan bahwa lampu meja memiliki perbedaan nilai estetika ketika berada dalam kondisi menyala. Sifat cahaya *warm white* yang temaram dapat digunakan untuk membentuk suasana ruang (*ambience*) (Kim & Mansfield, 2021). Selain itu, pancaran cahaya yang menabrak olahan motif filamen PLA akan menghasilkan bayangan pada permukaan dinding. Bias cahaya yang bergerak merambat melalui celah kap lampu meja akan menghasilkan efek gelap terang (*shading*). Adapun efek gelap terang yang dihasilkan merupakan representasi dari pola abstrak detail olahan motif filamen PLA (Gambar 19). Keunikan lainnya terletak pada bentuk dan karakter bias cahaya yang memiliki sifat orisinal. Hal ini dapat terjadi karena sifat dinamis dan ekspresif pada hasil olahan motif filamen PLA akan menghasilkan bias cahaya yang abstrak dan berbeda-beda.

3.6. Karakteristik Lampu Meja sebagai Hasil dari Proses Berkarya Hibrida

Dari eksplorasi motif filamen PLA menjadi lampu meja dengan menggunakan teknik 3D *pen*, diperoleh berbagai pengalaman dan pengetahuan mengenai proses berkarya hibrida. Adapun gambaran mengenai proses berkarya hibrida serta karakteristik lampu meja yang dihasilkan, dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Lampu meja merupakan hasil kerajinan tangan (*handcraft*) yang bergantung pada keterampilan dan kemampuan manual tangan. Alat bantu 3D *pen* memiliki peran sebagai sistem pendukung (Din, 2014; Alexandre et al., 2017) yang secara teknis akan mempermudah proses kreasi.
2. Dibutuhkan pengenalan karakter material PLA dalam melakukan eksplorasi motif filamen menjadi lampu meja dengan menggunakan teknik 3D *pen*. Selain itu, dibutuhkan pula dorongan, keterampilan, kemampuan manual tangan, konsistensi, spontanitas, dan improvisasi dalam bermanuver menggunakan alat bantu 3D *pen*. Kompleksitas ini menyebabkan proses berkarya hibrida menjadi sarat akan sentuhan personal seseorang.
3. Proses berkarya hibrida menggunakan teknik 3D *pen* membutuhkan sinkronisasi serta sistem koordinasi yang sinergis antara pikiran, tangan, dan alat bantu 3D *pen*.
4. Selama proses pembuatan lampu meja, terdapat peluang untuk terjadinya pergeseran dan ketidaksempurnaan pada bentuk olahan motif filamen PLA. Meskipun pergeseran tersebut tidak besar, namun hasil yang diperoleh dapat berbeda dari perencanaan awal. Peluang pergeseran dapat terjadi karena sistem kerja teknik 3D *pen* yang sulit untuk diprediksikan (*unpredictable*). Selain itu, ketidaksempurnaan pada olahan motif filamen akan memberikan sifat humanis yang menunjukkan karakter dari pekerjaan manual tangan (*handcraft*).

5. Eksplorasi motif filamen PLA menjadi lampu meja dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan, kemampuan manual tangan, konsistensi, spontanitas, improvisasi, dan kreativitas seseorang.
6. Transformasi motif filamen PLA menjadi lampu meja berjalan mengikuti dasar prinsip komposisi elemen titik, garis, bidang yang kemudian berkembang menjadi bentuk bangun ruang (komposisi: titik → garis → bidang → ruang).
7. Aplikasi metode *scaffold* secara langsung akan menghasilkan bentuk bangun ruang, sedangkan metode *planar*, bangun ruang dibentuk dari rangkaian berbagai bidang datar.
8. Lelehan filamen merupakan luaran dari sistem pemanasan *nozzle* 3D *pen* (Gogoi & Jeyapoovan, 2016) yang dapat digunakan untuk membentuk olahan motif filamen PLA dan merekatkan dua buah bidang berbeda. Sistem sambungan ini memainkan peran penting dalam metode *planar* dan kebutuhan untuk menggabungkan beberapa bidang yang berbeda.
9. Untuk membuat olahan motif filamen PLA menggunakan 3D *pen*, dibutuhkan bidang kerja yang bersifat kasar dan kesat. *Seal tape* berbahan dasar kertas dapat digunakan untuk mengakali permukaan bidang cetak yang kurang ideal bagi lelehan filamen, seperti kaca.
10. Pemilihan jenis lampu berperan penting dalam pembentukan efek gelap terang dan bayangan. Jenis lampu berkaitan dengan pancaran cahaya yang menabrak bentuk motif filamen, yang akan menghasilkan efek bayangan. Sedangkan bias cahaya yang menembus celah motif filamen akan menghasilkan efek gelap terang pada permukaan dinding.
11. Bentuk olahan motif filamen yang dinamis dan ekspresif akan menghasilkan bias cahaya lampu bersifat abstrak dan berbeda-beda.

Dari eksplorasi mengenai transformasi motif filamen PLA menjadi lampu meja dengan menggunakan teknik 3D *pen*, dapat diperoleh

gambaran bahwa dalam proses berkarya hibrida, keterampilan dan kemampuan manual tangan memiliki peran yang sangat dominan. Keberadaan alat bantu 3D *pen* merupakan sistem pendukung yang dapat digunakan untuk mempermudah pengguna. Dominasi keterampilan dan kemampuan manual tangan pada proses berkarya hibrida ini menjadikan lampu meja yang dihasilkan sarat akan sentuhan personal pengguna.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah memberikan gambaran bahwa proses berkarya hibrida menggunakan teknik 3D *pen*, merupakan kombinasi antara keterampilan dan kemampuan manual tangan yang dilakukan dengan dukungan teknologi manufaktur, khususnya 3D *printing*. Proses berkarya hibrida ini memiliki titik berat pada keterampilan, kemampuan manual tangan, dan keahlian personal. Keberadaan alat bantu dianggap sebagai sistem pendukung yang akan mempermudah proses kreasi. Selain itu, proses berkarya hibrida akan mengarahkan pengguna untuk dapat menggali lebih dalam kemampuan personalnya. Pengguna dituntut untuk dapat memaksimalkan segala keterampilan, dorongan, spontanitas, konsistensi, dan improvisasi dalam mengenal sifat material filamen PLA, karakter, serta sistem kerja dari alat bantu 3D *pen* yang digunakan. Selain itu, proses berkarya hibrida dapat digunakan untuk melatih sistem koordinasi personal dalam melakukan sinkronisasi yang sinergis antara pikiran, tangan, dan alat bantu 3D *pen*.

Aplikasi teknik 3D *pen* sebagai implementasi proses berkarya hibrida akan memberikan pengaruh pada transformasi motif filamen PLA menjadi bentuk lampu meja. Bentuk detail yang terdapat pada lampu meja merupakan representasi dari keterampilan dan kemampuan personal seseorang dalam menggunakan teknik 3D *pen*. Hal ini membuat hasil eksplorasi lampu meja memiliki sentuhan personal yang akan membedakan produk ini menjadi sebuah kerajinan tangan (*handcraft*), bukan sebagai produk industri manufaktur yang bersifat massal. Keunikan lain dari kerajinan tangan

(*handcraft*) ini adalah lampu meja yang dihasilkan bersifat *limited edition*, karena tidak akan ditemukan detail bentuk olahan motif filamen PLA yang sama persis.

Metode kerja *scaffold* dan *planar* merupakan sebagian dari cara dan langkah kerja dari proses berkarya hibrida yang dapat digunakan untuk mengolah filamen. Selain kedua metode tersebut, masih banyak metode lainnya yang dapat digunakan untuk melakukan transformasi olahan motif filamen PLA menjadi bangun ruang dengan menggunakan teknik 3D *pen*. Pemilihan metode ini sangat variatif dan dapat disesuaikan dengan keterampilan serta kemampuan manual tangan seseorang. Fungsi dan bentuk bangun ruang yang dihasilkan juga masih dapat berkembang sesuai dengan fungsi dan kebutuhan.

Daftar Pustaka

- Akbar, R., Weriana, Siroj, R. A., & Afgani, M. W. (2023). *Experimental Research* dalam Metodologi Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(2), 465-474. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/3165>
- Alexandre, C. B., Salguero, J., Peralta, M. E., Aguayo, F., & Ares, E. (2017). New design and manufacturing technologies for craft products. *Procedia Manufacturing*, 13, 1284–1291. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.054>
- Alfiah, A., & Supriyani, E. (2016). Perubahan bentuk Rumah Adat Tongkonan Tana Toraja berdasarkan pendapat teori Lesesau. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 10(2), 183-196. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v10i2.1899>
- Alika, A. N., Viniani, P., & Hendrawan, A. (2023). Pengolahan Teknik 3D Printing dengan Filamen PLA sebagai *Embellishment* pada Material Tekstil. *e-Proceeding of Art & Design*, 10(3), 4622-4643. <https://openlibrarypublications.telkomunivercity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/20388>
- Arora, J. K., & Bhati, P. (2020). Fabrication and characterization of 3D printed PLA scaffolds. *AIP Conference Proceedings*, 2205(1), 020065. <https://doi.org/10.1063/1.5142980>
- Asia Kobo. (n.d.). *Asian Lamp*. Diakses pada 31 Mei 2024 dari <https://asia-kobo.com/c/0000000755/414>
- Becker, H. (2008). *Meet Milchmaedchen Design*. Decor8. <https://www.decor8blog.com/blog/2008/09/02/meet-milchmadchen-design>
- Chen, C. (2022). Embellished Modularity. *International Textile and Apparel Association Annual Conference Proceedings*, 79(1). <https://doi.org/10.31274/itaa.16015>
- Chen, J., Xiang, S., Yuan, Y., & Zeng, Y. (2021). The Exploration and Practice of 3D Printing Pen in Primary School Education. *Proceedings of the 2021 International Conference on Diversified Education and Social Development (DESD 2021)*, 6–11. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210803.002>
- Colleran, T. (n.d.). *Diy Laser Cut Lamp*. Pinterest. <https://pin.it/52FFD1c8L>
- Din, T. M. U. (2014). Handicraft Production and Employment in Indian: An Economic Analysis. *Global Journal of Human-Social Science: E-Economics*, 14(4), 27-31. <https://globaljournals.org/item/3825-handicraft-production-and-employment-in-indianan-economic-analysis>
- Ernawati. (2020). Kecerdasan Spasial dalam Memahami Trimatra: Studi Strategi Pembelajaran Mata Kuliah Nirmana 2 (Trimatra). *Prasi: Jurnal Bahasa, Seni, dan Pengajarannya*, 15(1), 10-21. <https://doi.org/10.23887/prasi.v15i01.24118>
- Gogoi, N. J., & Jeyapoovan, T. (2016). Design and Analysis of 3D Printing Pen. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 5(8), 753–760. <https://doi.org/10.5281/zenodo.60126>

- Hokianti, E. P., & Yuningsih, S. (2021). Eksplorasi Teknik Sulam pada Permukaan Anyaman Pandan Tasikmalaya. *Ars: Jurnal Seni Rupa dan Desain*, 24(2), 99-108.
<https://doi.org/10.24821/ars.v24i2.5067>
- João, A. F., Castro, S. V. F., Cardoso, R. M., Gamela, R. R., Rocha, D. P., Richter, E. M., & Muñoz, R. A. A. (2020). 3D printing pen using conductive filaments to fabricate affordable electrochemical sensors for trace metal monitoring. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 876, 114701.
<https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2020.114701>
- Kim, D. H., & Mansfield, K. (2021). Creating positive atmosphere and emotion in an office-like environment: A methodology for the lit environment. *Building and Environment*, 194, 107686.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107686>
- Maximillian, A., & Jonatan, L. L. K. (2024). Perbandingan Eksplorasi Motif Filamen PLA dengan Teknik 3D Printer dan 3D Pen. *SENADA (Seminar Nasional Manajemen, Desain, dan Aplikasi Bisnis Teknologi)*, 7, 69-80.
<https://eprosiding.idbbali.ac.id/index.php/senada/article/view/800>
- Mesra, Ibrahim, A., & Sumarsono. (2023). Penciptaan Lampu Hias Berbasis Seni Etnik Batak. *Panggung*, 33(4), 578–594.
<https://doi.org/10.26742/panggung.v33i4.2952>
- Octariani, D., & Rambe, I. H. (2020). Pendekatan Eksplorasi untuk Mengembangkan Kemampuan *Self-Regulated Learning* (SRL) Matematika Siswa SMP. *SERPEN: Journal of Mathematics Education and Applied*, 1(2), 8-15.
<https://doi.org/10.36655/sepren.v1i02.193>
- Park, S., Shou, W., Makatura, L., Matusik, W., & Fu, K. (Kelvin). (2022). 3D printing of polymer composites: Materials, processes, and applications. *Matter*, 5(1), 43–76.
<https://doi.org/10.1016/j.matt.2021.10.018>
- Permatasari, C., & Nugraha, N. E. (2020). Peranan Elemen Desain Interior dalam Membentuk Atmosfer Ruang Tunggu CIP Lounge Bandara. *Dewa Ruci: Jurnal Pengkajian dan Penciptaan Seni*, 15(2), 59-70.
<https://doi.org/10.33153/dewaruci.v15i2.3027>
- Salam, S., Sukarman, Hasnawati, & Muhaimin, M. (2020). *Pengetahuan Dasar Seni Rupa*. Badan Penerbit UNM.
- Setyawan, B. A., & Ngadiyono, Y. (2022). Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Filamen PLA Terhadap Nilai Kekuatan Mekanik Hasil Cetak 3D *Printing*. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 7(1), 1–11.
<https://doi.org/10.21831/dinamika.v7i1.48259>
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286–1296.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>
- Sisdianto, P. (2021). *Pemetaan Potensi Manekung Ajar Pikukuh Sunda bagi Ideasi Proses Kreasi melalui Pendekatan Etnografi terhadap Bumi Dega Sunda Academy Bandung* [Tesis S2]. Institut Teknologi Bandung.
- Suchi, R. (n.d.). *PvC Lamp*. Pinterest.
<https://pin.it/eA7r4C8lv>
- Takahashi, H., & Kim, J. (2019). 3D Pen + 3D Printer: Exploring the Role of Humans and Fabrication Machines in Creative Making. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–12.
<https://doi.org/10.1145/3290605.3300525>

- Wei, Q., & Ramakrishna, S. (2020). Creating Art by 3D Pen. *Current Trends in Fashion Technology and Textile Engineering*, 6(3), 555694.
<https://juniperpublishers.com/ctfte/CTFTTE.MS.ID.555694.php>
- Welsch, M. (2023, Januari 23). *Carafe Vs. Decanter: What's The Difference?*. Tasting Table.
<https://www.tastingtable.com/924406/carafe-vs-decanter-whats-the-difference/>